



Sjøkrigsskolen

Bacheloroppgave

*Utvidelse av et dieselgeneratorsystem med fokus
på opplæring av forsvarets personell*

av

Snorre Fløysvik & Cato Solberg

Levert som en del av kravet til graden:

BACHELOR I MILITÆRE STUDIER MED FORDYPNING I
ELEKTRO OG AUTOMASJON

Innlevert: Mai 2019

Godkjent for offentlig publisering

I Publiseringsavtale

En avtale om elektronisk publisering av bachelor/prosjektoppgave

Kadettene har opphavsrett til oppgaven, inkludert rettighetene til å publisere den.

Alle oppgaver som oppfyller kravene til publisering vil bli registrert og publisert i Bibsys

Brage når kadettene har godkjent publisering.

Opgaver som er graderte eller begrenset av en inngått avtale vil ikke bli publisert.

Vi gir herved Sjøkrigsskolen rett til å gjøre denne oppgaven tilgjengelig elektronisk, gratis og uten kostnader	<input checked="" type="checkbox"/> Ja	<input type="checkbox"/> Nei
Finnes det en avtale om forsinket eller kun intern publisering? (Utfyllende opplysninger må fylles ut)	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Hvis ja: kan oppgaven publiseres elektronisk når embargoperioden utløper?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Plagiaterklæring

Vi erklærer herved at oppgaven er mitt eget arbeid og med bruk av riktig kildehenvisning. Vi har ikke nyttet annen hjelp enn det som er beskrevet i oppgaven.

Vi er klar over at brudd på dette vil føre til avvisning av oppgaven.

Dato: 28 – 05 – 2019

Kadett navn

Kadett, signatur

Kadett navn

Kadett, signatur

II Forord

Bachelor oppgaven er gjennomført våren 2019 av kadettene Snorre Fløysvik og Cato Solberg. Oppgaven er et krav for militære studier med fordypning i elektro og automasjon ved Sjøkrigsskolen.

KNM/T SSS ønsket å videreutvikle et allerede eksisterende dieselgeneratorsystem med den hensikt at det skulle være bedre tilegnet som læringsplattform. Hensikten med videreutviklingen var at systemet skulle bli mer pålitelig, brukervennlig og sikkert. Det var også ønskelig at arbeidet skulle resultere i et produkt som enkelt kan utvides og tilpasses i fremtiden. Arbeidet på dette systemet la til rette for at vi kunne bruke den bakenforliggende kompetansen som er opparbeidet ved Sjøkrigsskolen, så vel som å tilegne oss ny relevant kompetanse. I tillegg vil det å få en god forståelse av dieselgeneratorsystemet bli et egnet springbrett for vår videre tjeneste i Ubåttjentesten.

Vi rekker en takk til KNM/T SSS sitt personale som har stilt opp med utstyr og ikke minst tema for bacheloroppgaven. Under bachelorperioden har vi truffet på en rekke problemer hvor det har vært nødvendig med god assistanse og veiledning. Derfor ønsker vi å rette en stor takk til vår veileder førsteamanuensis Alexander Sauter som har bidratt med avgjørende kompetanse, materiell og utstyr. I tillegg ønsker vi å takke skrog og elektro avdeling Haakonsvern og Undervannsbåt bunkeren som har vært med i utviklingen av braketter til posisjonsbryterne samt annet nødvendig materiell.

Oppgaven er i all hovedsak rettet til personer som har grunnleggende forståelse og interesse for elektro og elektronikk.

Bergen, Sjøkrigsskolen, 28-05-2019

(Signatur)

III Oppgaveformulering

Om bord de fleste fartøy i det norske Sjøforsvaret finner vi et eller flere dieselgeneratorsystem som benyttes for å produsere spenning til drift av fartøyet. Et dieselgeneratorsystem er sett på som pålitelige og byr sjeldent på problemer hvis det får vedlikeholdet og oppfølgingen som kreves. Hvis en defekt skulle oppstå er det viktig med god forståelse av systemet for å hurtig avdekke hva defekten er og gjøre de nødvendige tiltakene for å få systemet tilbake til normal driftstilstand. Denne forståelsen kan opparbeides ved hjelp av en læringsplattform som tilbyr en simulering så godt tilpasset virkeligheten som mulig.

Oppgaven tar for seg videreutviklingen av et allerede eksisterende MTU Dieselgeneratorsystem som er lokalisert på KNM / T SSS ved Haakonsværn Orlogsstasjon. Dette er en læringsplattform som er tiltenkt undervisning i MTU dieselgeneratorsystem hvor man kan tilegne seg kompetanse i et sikkert miljø uten å være fysisk ombord. Oppgaven fører oss til vår problemstilling;

”Hvilke praktiske og teoretiske utvidelser bør foretas for at det eksisterende dieselgeneratorsystemet skal bli sikrere, mer pålitelig og få et bedre brukergrensesnitt som en læringsplattform for forsvarets personell.”

Fokuset for oppgaven ligger rundt hvordan vi har utvidet systemet med ulike komponenter, programmering og dokumentasjon. Hensikten å forbedre læringsplattformen som er tilgjengelig for å gi økt kompetanse av personell i Sjøforsvaret. For at anlegget skal være mest mulig sikkert og brukervennlig skal det utarbeides en komplett oppstarts- og nedstengningsprosedyre. Dokumentasjonen skal bearbeides slik at det mulig å feil søke, samtidig skal den gi et godt utgangspunkt til utvidelser for regulering og fjernstyring i senere tid.

IV Sammendrag

Bacheloroppgaven omhandler utvidelser av et eksisterende dieselgeneratoranlegg som befinner seg på KNM T / SSS ved Haakonsværn Orlogsstasjon. Oppgavenes prosess startet med en utredning av det eksisterende dieselgeneratorsystemet, konseptutvikling, funksjonstester før modifikasjon, praktisk gjennomføring av utvidelser og til slutt dokumentasjon av det utvidede anlegget. Dieselgeneratorsystemet er tiltenkt som en opplæringsplattform for forsvarets personell og utvidelsene som har blitt implementert har til hensikt å gjøre anlegget sikrere, mer pålitelig, forbedre brukergrensesnittet og det de skal tilrettelegge for oppgraderinger i fremtiden.

Sikkerhetsaspektet har blitt tilfredsstillende på en god måte ved at det har blitt utarbeidet start- og stansprosedyrer, det har blitt montert endebrytere for å forsterke dieselsafety og brukergrensesnittet med et moderne webpanel gjør det lettere å lese av og analysere resultatene som bli innhentet. Med utvidelser som webpanelet og PLS-er har ikke bare anlegget fått et bedre brukergrensesnitt men påliteligheten har også blitt forbedret. I og med at PLS-ene er modulbasert og utvidelsene er dokumenter fører det til at det er tilrettelagt for oppgraderinger i fremtiden.

Anbefalinger for fremtiden er å kalibere og funksjons optimalisere det eksisterende anlegget for så å oppgradere Remote Control Stand ved å konstruere og integrere regulering for dieselen.

Oppgaven var vellykket og i dag står det en opplæringsplattform med utvidelser klar for å ta imot sjøforsvarets personell som har et behov for å utvide eller fornye sin kompetanse.

Innholdsfortegnelse

I	Publiseringsavtale	2
II	Forord	3
III	Oppgaveformulering	4
IV	Sammendrag	5
V	Figurer	8
VI	Tabeller.....	10
VII	Forkortelser	11
1.	INTRODUKSJON.....	12
1.1	BAKGRUNN	12
1.2	MÅL	13
1.3	AVGRENSNINGER.....	13
2.	TEORI	14
2.1	PROGRAMMERBAR LOGISK STYRING	14
2.1.1	<i>PFC100.....</i>	<i>14</i>
2.1.2	<i>Moduler</i>	<i>14</i>
2.1.3	<i>Digital Input.....</i>	<i>15</i>
2.1.4	<i>Digital Output.....</i>	<i>15</i>
2.1.5	<i>Analog Input</i>	<i>15</i>
2.2	FUNKSJONSBLOKKER.....	16
2.2.1	<i>LIN_TRAFO.....</i>	<i>16</i>
2.2.2	<i>WORD_TO_REAL</i>	<i>16</i>
2.2.3	<i>Bus-kommunikasjon</i>	<i>17</i>
2.2.4	<i>Relé.....</i>	<i>17</i>
2.3	OPTOKOBLER	17
2.4	ENDEBRYTERE	18
3.	UTREDNING AV OPPRINNELIG SYSTEM	20
3.1	UTREDNING AV EKSISTERENDE ANLEGG	20
3.1.1	<i>Local Operating Panel & Main Control Stand før endringer</i>	<i>22</i>
3.1.2	<i>Remote Control Stand før endringer</i>	<i>23</i>
3.2	<i>Spenningsforsyning</i>	<i>23</i>
3.3	KARTLEGGING AV SYSTEMETS VIRKEMÅTE	24
4	KONSEPTUTVIKLING FOR UTVIDELSE AV SYSTEMET	26
4.1	KONTEKSTDIAGRAM	26
4.2	TABELL FOR SIGNALGANGENE	27
5.	FUNKSJONSTESTER FØR MODIFIKASJON AV ANLEGGET	28
5.1	TESTING AV OPTOKOBLERE FOR DUPLISERING AV DIGITALE SIGNALER	28
5.1.1	<i>Analyse av digitale signaler.....</i>	<i>28</i>
5.1.2	<i>Optokobler funksjonstest opp mot PLS</i>	<i>29</i>
5.1.3	<i>Resultat av funksjonstest</i>	<i>30</i>
5.2	KONTROLLMÅLING AV SPENNING	30
5.3	FUNKSJONSTEST AV RELÉ.....	31
6	PRAKTISK GJENNOMFØRING AV UTVIDELSER	32
6.1	HARDWARE	32

6.1.1.	Resultat av oppdateringene	32
6.1.2.	Main Control Stand	32
6.1.3.	Remote Control Stand	34
6.1.4.	Koblingstabeller.....	36
6.1.5.	Endebrytere	36
6.2	SOFTWARE / PROGRAMMERING	39
6.2.1	Digital input.....	39
6.2.2	Analoge input	40
6.2.3	Visualisering	40
6.2.3.1	Oppsett.....	41
6.2.3.1	Knapper	41
6.2.3.2	Nivåindikatorer og loggføring	42
6.2.3.3	Alarmliste	42
7	DRØFTING.....	44
7.1	SIKKERHET.....	44
7.2	OPPBYGNING AV HARDWARE	45
7.3	ENDEBRYTER.....	49
7.4	TILBAKEMELDING PÅ KJØLEVANNSPUMPE	50
7.5	SIEMENS VS. WAGO	51
7.6	HMI, BRUKERGRENSESNITT	52
8	KONKLUSJON MED ANBEFALING	54
9	REFERANSER	56
10	VEDLEGG	58
A)	OPTOKOBLER KOBLINGSSKJEMA	58
B)	OPTOKOBLER INN- OG UTGANGER	59
C)	START / STANS-PROSEDYRE FOR MTU DIESELGENERATOR.....	60
D)	KOBLINGSTABELL MAIN CONTROL STAND.....	67
E)	KOBLINGSTABELL FOR REMOTE CONTROL STAND	71
F)	OVERSIKTSBILDE, HMI	74
G)	MENY, HMI.....	74
H)	STARTKRITERIER, HMI.....	75
I)	ALARMLISTE, HMI.....	75
J)	TRACKING AV TEMPERATUR, HMI.....	76
K)	TRACKING AV HASTIGHET OG TRYKK, HMI	76
L)	GLOBAL VARIABEL LIST, MAIN CONTROL STAND.....	77
M)	FELLES VARIABLER, MAIN CONTROL STAND OG REMOTE CONTROL STAND.....	77
N)	STARTKRITERIER, MAIN CONTROL STAND	78
O)	VARIABLER TIL BRYTERE, MAIN CONTROL STAND	78
P)	ALARMLISTE, REMOTE CONTROL STAND	79
Q)	FJERNSTYRING, REMOTE CONTROL STAND.....	79
R)	VARSPELLAMPER, REMOTE CONTROL STAND	80
S)	FLYTSKJEMA FOR DIESELSAFTEY, REMOTE CONTROL STAND.....	80
T)	FUNKSJONSBLOKKER.....	81

V Figurer

Figur 1. Blokkskjema fremstilling av Programmerbare Logiske Styringer.	14
Figur 2. LIN_TRAFO funksjonsblokk.....	16
Figur 3. Formel for lineærtransformasjon, her med eksempel på temperaturmåling via spenningsmåling.....	16
Figur 4. WORD_TO_REAL funksjonsblokk.	17
Figur 5. Koblingskjema av en SHARP PC845 optokobler.	18
Figur 6. Oversiktsbilde av MTU dieselgenerator ved KNM T / SSS.	20
Figur 7. 1. Local Operating Panel (LOP) 2. Main Control Stand (MCS) 3. Remote Control Stand (RCS) 4. Lastbryter	21
Figur 8. Local Operating Panel, utvendig før utvidelsene.	22
Figur 9. Local Operating Panel, innvendig før utvidelsene.	22
Figur 10. Main Control Stand, utvendig før utvidelsene.....	22
Figur 11. Main Control Stand, innvendig før utvidelsene.	22
Figur 12. Remote Control Stand, utvendig før utvidelsene.	23
Figur 13. Remote Control Stand, innvendig før utvidelsene.....	23
Figur 14. Spenningsforsyningen fra 230V landtilkobling til forbrukere.	24
Figur 15. Kontekstdiagram. De fargede strekene simulere de forskjellige signalgangene som blir beskrevet i tabell 1.....	26
Figur 16. Optokobler koblet til PLS for å gjennomføre en test i liten skala før implementering i anlegget. Se figur 17 for kretstegning.	29
Figur 17. Kretstegning av testen som ble gjennomført av optokobler koblet til PLS.	30
Figur 18 Koblingskjema for relemodul 857-354	31
Figur 19. Main Control Stand, utvendig etter utvidelser.	32
Figur 20. MCS innvendig. 1.Kretskort. 2.Analogevisere. 3.Lamper til endebrytere. 4.Releer. 5.Optokoblere. 6.WAGO PLS. 7.Sikring (F0). 8.Rekkeklemme (X0 og X1).....	33
Figur 21. Remote Control Stand, utvendig etter utvidelser.	34
Figur 22. RCS innvendig. 1.WAGO PLS. 2.Releer. 3.Sikring (F1). 4.Rekkeklemmer (X0, X1 og X2). 5.WAGO webpanel.....	35
Figur 23. Indikasjonslamper i fronten av Main Control Stand.	36
Figur 24. Endebrytere kjølevannsventiler, stengt stilling.....	37
Figur 25. Endebrytere kjølevannsventiler, åpen stilling.....	37
Figur 26. Endebryter eksosspjeld, posisjon lukket.....	38
Figur 27. Endebryter eksosspjeld, posisjon åpen.....	38
Figur 28. Utklipp fra program, skalering av eksos temperatur.	40
Figur 29. Resultatet av optokobler-modulen som ble laget. Det ble laget 3 stk.	47
Figur 30. Koblingskjema optokobler.....	58
Figur 31. Oversiktsbilde, fremstilt på webpanel.	74
Figur 32. Meny, fremstilt på webpanel.	74
Figur 33. Startkriterier, fremstilt på webpanel.	75
Figur 34. Alarmliste, fremstilt på webpanel.	75
Figur 35. Tracking av temperatur, fremstilt på webpanel.	76
Figur 36. Tracking av hastighet og trykk, fremstilt på webpanel.	76
Figur 37. Global variabel list, programutsnitt fra Main Control Stand.	77
Figur 38. Felles variabelliste, variabler som overfører verdier mellom kontrollerne.....	77

Figur 39. Startkriterier, programutsnitt av oppstarts kriterier funksjonsblokker.....	78
Figur 40. Variabler til brytere, programutsnitt funksjonsblokker.....	78
Figur 41. Alarmliste, programutsnitt av variabelkriterier og alarmtekst.....	79
Figur 42. Fjernstyring, programutsnitt strukturert tekst.....	79
Figur 43. Varsellamper, programutsnitt varsellamper Remote Control Stand.....	80
Figur 44. Flytskjema dieselsaftey, oppstarts kriterier ved fjernstyring.....	80
Figur 45. Funksjonsblokker forklart RS, SR, AND, OR og TON.....	81

VI Tabeller

Tabell 1. De forskjellige funksjonene som Main Control Stand og Local Operating Panel har..	25
Tabell 2. Tabellen beskriver hvilke signaler som er i de forskjellige signalgangene. Utvidelsene som	27
Tabell 3. Koblingsliste for optokoblere.	59
Tabell 4. Koblingstabell bryter, Main Control Stand.	67
Tabell 5. Koblingstabell lamper, Main Control Stand.....	67
Tabell 6. Koblingstabell releer, Main Control Stand.	67
Tabell 7. Koblingstabell rekkeklemme X0, Main Control Stand.	68
Tabell 8. Koblingstabell rekkeklemmer X1, Main Control Stand.	69
Tabell 9. Moduloversikt Programmerbare Logiske Styringer, Main Control Stand.	70
Tabell 10. Koblingstabell brytere, Remote Control Stand.....	71
Tabell 11. Koblingstabell lamper, Remote Control Stand.	71
Tabell 12. Koblingstabell releer, Remote Control Stand.....	71
Tabell 13. Koblingstabell rekkeklemmer X0, Remote Control Stand.	71
Tabell 14. Koblingstabell rekkeklemmer X1, Remote Control Stand.	72
Tabell 15. Koblingstabell rekkeklemmer X2, Remote Control Stand.	73
Tabell 16. Moduloversikt Programmerbare Logiske Styringer, Remote Control Stand.	73

VII Forkortelser

A – Amper

V – Volt

AC – Alternating Current (Vekselspenning)

DC – Direct Current (Likespenning)

NC – Normally Closed

NO – Normally Open

PLS – Programmerbar Logisk Styring

DI – Digital Input / Digitale Innganger

DO – Digital Output / Digitale Utganger

AI – Analog Input / Analoge Innganger

RS (SR) – Reset / Set vippe

LOP – Local Operating Panel

MCS – Main Control Stand

RCS – Remote Control Stand

HMI – Human Machine Interface

ALSY – Alarm System

SISY / SASY – Safety System

KNM T / SSS – Kongelig Norske Marine Tordenskjold / Sjøforsvarets Sikkerhets Senter

HOS – Haakonsvern Orlogsstasjon

1. Introduksjon

1.1 Bakgrunn

Bruken av et dieselgeneratorsystem er svært utbredt og høyst relevant i det norske sjøforsvaret. Dette er fordi det blir sett på som en meget pålitelig energikilde om bord på fartøyene. Dieselgeneratoren er sentral i driften av fartøyet og er som sagt pålitelig men den bør overvåkes i tilfelle feil skulle oppstå. Overvåkningen av anlegget bør derfor sentraliseres slik at man enkelt ved hjelp av et godt brukergrensesnitt kan holde oversikt over flere systemer samtidig. I tillegg vil det være viktig å ha god kunnskap om systemet innad i besetningen for å hurtig kunne analysere symptomene og utbedre eventuelle feil som kan ha oppstått.

KNM/T SSS ved HOS har i dag en læringsplattform tilgjengelig som egner seg bra for økt mekanisk forståelse av dieselgenerator systemet. Denne arenaen har til hensikt å være så identisk som det lar seg gjøre et anlegg man finner ombord og er derfor vil det være en viktig del av opplæringsprosessen. For å øke læringspotensialet på denne læringsplattformen er det derfor ønskelig å utvide anlegget med et programmerbart styresystem slik at systemet kan digitaliseres. Dette vil medføre at programmeringen blir relativt enkel for å oppnå ønsket funksjonalitet. Det vil også være ønskelig å implementere flere startkriterier for å få flere muligheter til å utvikle øvelser og få en så troverdig simulering som mulig.

Ved å utarbeide oppstarts prosedyre, startkriterier og digitalisere anlegget kan plattformen få et større potensiale med økt sikkerhet. Dette vil gagne sjøforsvaret ettersom lærlinger, spesialister og offiserer kan få opplæring og lære i trygge omgivelser. De som tar utdanning innen elektro- og maskinfag skal etterhvert i tjenesten operere i system sammensatt av flere enheter, hvor informasjonen er digitalisert og samlet ved et eller flere brukergrensesnitt. En utvidet læringsplattform vil gi økt delforståelse for å understøtte forståelsen av et mer komplekst og sammensatt system som finnes om bord.

Introduksjon

1.2 Mål

Videreutvikle en læringsplattform for sjøforsvarets personell som er sikker, pålitelig, har et godt brukergrensesnitt og skal tilrettelegge for fremtidige utvidelser.

1.3 Avgrensninger

Bacheloroppgaven har gitte avgrensninger som, at tidsrommet er satt til 5 måneder og at den øvre kostnadsgrensen er satt til 10.000kr per person, hvor materiell utlevert av oppdragsgiver ikke inngår i denne kostnadsgrensen.

Andre avgrensninger som er spesifikke for denne oppgaven er:

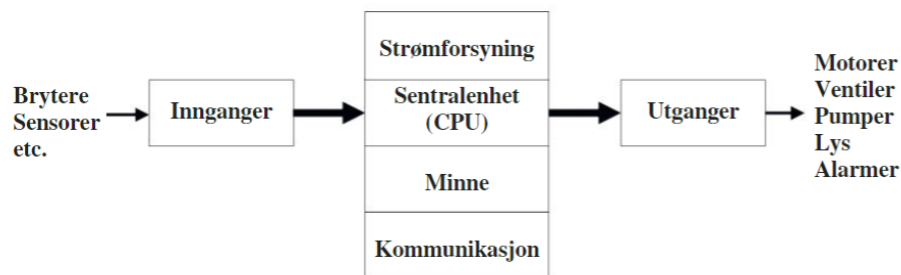
1. MTU er leverandøren av overvåkningsskapet (Local Operating Panel) og derfor vil ingen endringer bli foretatt på dette skapet med tanke på garantien fra leverandøren.
2. Unøyaktigheter og innstillinger til det eksisterende anlegget vil sette begrensninger for resultatet av den digitale presentasjonen på utvidelsene.
3. For at dieselgeneratorens funksjonalitet skal opprettholdes er det kritisk at det eksisterende anlegget. Utvidelsene som skal bli implementert skal ikke ha noen innvirkning på disse, men skal kunne opereres i samsvar med og skal bli konstruert slik at det skal være tilrettelagt for videre oppgraderinger.

2. Teori

I dette kapitlet kommer det en kort og generell forklaring på teori og produkter som har blitt benyttet oss av i prosjektet. Dette har til hensikt å gi en økt forståelse av komponentene slik at systemet i sin helhet blir enklere å forstå, men også viktigheten av hver komponent i et sammenknyttet system.

2.1 Programmerbar Logisk Styring

Programmerbar Logisk Styring (PLS) har sine røtter i relébaserte kontrollsystemer, også kalt trådbundet logikk. Hoveddelen av en PLS er en sentralenhet (CPU), minne, kommunikasjon og strømforsyning. Denne samarbeider med innganger og utganger, vanligvis plassert på utbyttbare moduler, for å hente informasjon fra sensorer og for å styre forbrukere (Figur 1).



Figur 1. Blokkskjema fremstilling av Programmerbare Logiske Styringer.

2.1.1 PFC100

WAGO Kontroller PFC100 (750-8101) er en kompakt PLS for det modulbaserte systemet WAGO-I/O-SYSTEM. Kontrolleren drives av 24V DC, som med skinnesystem forsyner tilkoblede moduler. Kontrolleren har to porter til Ethernet-tilkoblinger og ved hjelp av DIP-switch kan man konfigurere siste verdi av IP adressen. Kontrolleren håndterer modbus og nettverkstilkobling og kan behandle alle digitale og analoge signaler med de rette modulene.

2.1.2 Moduler

PLS-er som er modulbaserte er godt egnet for å tilpasse det systemet det skal operere. Moduler er PLS-en sitt verktøy for å innhente informasjon eller styre anlegget. Flere moduler betyr at den har flere inn- og/eller utganger. Modulene muliggjør enkel utvidelse dersom man vil ha flere sensorer, brytere eller forbrukere på anlegget. Selv om

Teori

spenningsforsyningen til WAGO PLS-en er 24V DC, er den bakenforliggende spenningen til modulene på styringslogikk siden 5V DC.

2.1.3 Digital Input

En Digital Input (DI)-modul leser av verdiene til sine innganger og videresender til PLS-en. Den gitte oppgaven til en DI er å innhente informasjon. Et digitalt signal har to ulike verdier, hvor det enten er av eller på. I bit-sammenheng har det verdiene 0 eller 1 og det er slik modulene tolker signalet. Hva modulen tolker som 0 eller 1 er avhengig av designet til modulen. I denne oppgaven brukes det spenningsbaserte moduler. DI-modulen WAGO 750-430 tolker verdiene mellom 0V og 5V DC som et 0 eller lavt signal, mens fra 15V til 30V DC tolkes som 1 eller høyt signal. Spenningsområdet 5V til 15V er et udefinert område som man helst vil unngå, her kan man ikke vite sikkert om signalet blir tolket som høyt eller lavt og derfor er spenningsområdet uønsket. For å beskytte elektronikken i PLS-en er inngangene adskilt fra styringslogikken via optokoblere, som sørger for at eventuelle høye spenninger eller strømmer ikke ødelegger elektronikken i PLS-en men i verste fall ødelegger den ene inngangen om eventuelt får overspenning.

2.1.4 Digital Output

En Digital Output (DO)-modul sender de digitale verdiene ut til mottaker. PLS-en styrer hvilke utganger som skal være høy eller lav via gitte adresser. Modulen som brukes i denne oppgaven (WAGO 750-530) sender batterispenningen (27V DC) ut som høyt signal og 0V for å indikere lavt signal. I likhet med DI-modulene benytter DO-modulene seg også av galvanisk skille i form av optokoblere. Ulikheten er at på en utgang er det den interne 5V spenningen som aktiverer dioden slik at transistoren slipper igjennom 24V DC signalet til forbrukeren. Funksjonaliteten til optokobler blir utdypet i avsnitt 2.3 og 5.1.2.

2.1.5 Analog Input

Et analogt signal er et kontinuerlig signal hvor verdien representeres med spenning eller strøm. Det kontinuerlige signalet er omforminger av verdier som for eksempel fra spenning-, trykk-, strøm- eller temperatur-måling. Et analogt signal ved spenningsmåling må ha gitte grenser for at det skal være mulig å tolke signalet, et standard eksempel er 0-10 Volt. Her vil

Teori

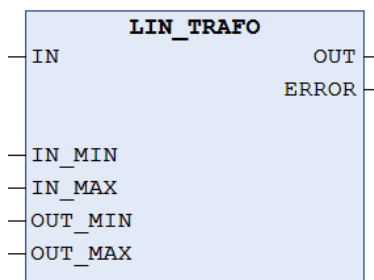
maksverdi gi utslag på 10V, mens minimumsverdi blir angitt ved 0V. Å lese av et spenningssignal er lite brukervennlig når man ønsker å vite for eksempel eksostemperatur. Spenningssignalet transformeres derfor lineært med øvre og nedre temperaturgrense. For å fremstille dette visuelt brukes manometer-visere eller hvis signalet har blitt digitalisert kan det vises som tall på display eller i grafer.

2.2 Funksjonsblokker

Her følger en kort funksjonsforklaring med illustrasjoner på funksjonsblokker som er benyttet i programmeringen. De mer standardiserte og enklere funksjonsblokkene er forklart i vedlegg t).

2.2.1 LIN_TRAFO

LIN_TRAFO (Figur 2) er en funksjonsblokk som utfører en lineær transformasjon, eller med andre ord en omskalering. Ut ifra hvilken verdi som kommer inn til blokken, og med hensyn til gitte grenser til inngangsområdet og utgangsområdet, kan en verdi oversettes fra et område til et annet verdiområde. Funksjonsblokken brukes for korrekt skalering hvor man ønsker nøyaktig omregning fra et verdiområde til et annet. Figur 3 viser utregning fra avlest digitalverdi til en temperaturindikator.



Figur 2. LIN_TRAFO funksjonsblokk.

$$A = \frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1}$$
$$x_2 = \left(\frac{y_2 - y_1}{A} \right) + x_1$$
$$A = \frac{32767 - 0}{800} + 0 = 40,9588$$
$$x_2 = \frac{y_2 - 0}{48,9588} + 0$$

A = Stigningstall
 x_1 = Nedre temperaturverdi
 x_2 = Fremvist temperaturverdi
 y_1 = Nedre spenningsverdi
 y_2 = Målt spenningsverdi

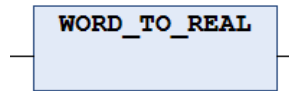
Figur 3. Formel for lineærtransformasjon, her med eksempel på temperaturmåling via spenningsmåling.

2.2.2 WORD_TO_REAL

WORD er en 16bits binær tallverdi, og er ofte brukt i deklarerer av analoge inn- og utganger. AI-modul utfører en AD-omforming, hvor f.eks. den analoge verdien 0-10V får en verdi mellom 0 og 32767. $2^{15}-1$ er den høyeste verdien for en WORD, grunnen for -1 er siden verdien starter å telle fra 0. Det fullstendige verdiområdet til WORD er fra -32768 til +32767, siden det mest signifikante bit-et brukes som fortegn. I programmeringen kan ikke alltid

Teori

WORD, REAL eller INT brukes om hverandre og da trengs funksjoner for konvertering. LIN_TRAFO er en funksjonsblokk som behandler REAL-verdier (32bit), dermed må WORD verdien omregnes til en REAL-verdi. WORD_TO_REAL funksjonen sørger for en korrekt omregning av verdien og minimaliserer risikoen for ukorrekt verdi inn til funksjonsblokken.



Figur 4. WORD_TO_REAL funksjonsblokk.

2.2.3 Bus-kommunikasjon

Bus er en kommunikasjonsmetode for kontrollere å dele digitalisert informasjon. Bus-kommunikasjonen skjer mellom enheter på delte kommunikasjonsledninger. I denne oppgaven brukes modbus som arbeider via ethernet-kabel mellom to kontrollere for utveksling av informasjon. En digital overføring er mer robust mot støy, ettersom analoge verdier som strøm og spenning til større grad kan påvirkes av omgivelsene til kablene.

2.2.4 Relé

Et relé er en bryter som styres ved hjelp av en spole, altså en elektromagnetisk komponent med funksjonen til en elektrisk bryter. Spolen spenningsettes av en annen krets enn den som skal reguleres, via såkalt styrestrøm. Når det går strøm igjennom spolen, blir spolen en elektromagnet som tiltrekker seg ankeret. Når ankeret tiltrekkes ved hjelp av magnetisme, blir kontaktpunktet mekanisk lagt til. Alt etter hvordan kretsen er koblet "Normally Closed" (NC) eller "Normally Open" (NO), vil bryteren bli lagt inn eller ut. Relé kan derfor med liten strøm bryte en krets med høyere strøm eller effekt.

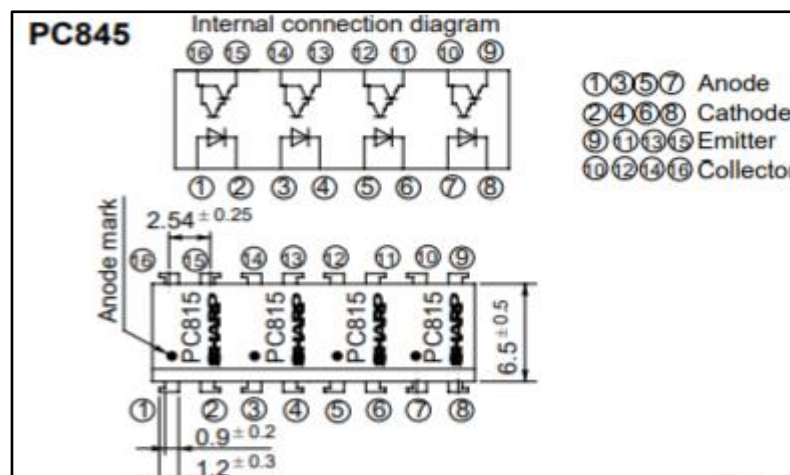
2.3 Optokobler

Optokoblere, også kalt optiske isolatorer, består av en lysdiode og fototransistor, hvorav lyset fra dioden regulerer om transistoren åpner eller lukker kretsen. Den ene kretsen er tilkoblet dioden som ved tilført spenning vil avgi lys, mens transistoren er tilkoblet den andre separate kretsen som skal bli styrt. Siden påvirkningen er lysregulert er det et galvanisk skille mellom kretsene, det vil si at kretsen ikke er i elektronisk kontakt. Dette er en effektiv måte å beskytte mot støypulser på signallinjer og for å begrense skaden ved elektriske feil. Siden

Teori

komponenten er lysstyrt er den kapslet inne i en lystett kapsel.

I denne oppgaven ble det benyttet SHARP PC845 optokobler, som er en elektronisk komponent med fire optokoblere i samme innkapsling. Dette medfører en mer kompakt løsning når så mange som 21 kretser skal brytes. Operasjonstemperaturen er mellom -30 til $+100$ °C, som egner seg bra i et maskinrom med varierende temperaturer. Maksimalt spenningsnivå på transistorsiden er på 35V, som ikke blir oversteget av batterispenningen på 27V.



Figur 5. Koblingsskjema av en SHARP PC845 optokobler.

2.4 Endebrytere

Endebrytere er en elektro-mekanisk måte å indikere posisjonen til en ventil. Endebryteren har en fysisk tapp som stikker ut av mekanismen, når denne blir presset inn vil det aktivere/påvirke bryteren som er innkapslet. Det kobles ledninger til selve bryteren, her vil det påsettes spenning som gir oss en tilbakemelding på tilstanden til bryteren. Ved en Normally Closed (NC) vil aktivering av medføre at det blir et brudd i kretsen, mens ved en Normally Open (NO) vil aktiveringen medføre at kretsen blir lukket. Ut fra hvilken brytertype som brukes, vil man kunne lese av på spenningen om posisjon til ventilen har nådd endeosisjon eller ikke.

Teori

3. Utredning av opprinnelig system

I dette kapitlet er det beskrevet hvordan den fysiske oppbygning av anlegget var før modifikasjon, så vel som hvilke funksjoner de forskjellige skapene hadde ved start av bacheloroppgaven. Når man skal oppgradere et allerede eksisterende anlegg vil det være fundamentalt å innhente informasjon om det eksisterende anlegget, fordi da vil man få et godt utgangspunkt for å kunne planlegge løsninger som legger til rette for at det gamle og nye anlegget fungerer sammen.

3.1 Utredning av eksisterende anlegg

Utgangspunkt var en MTU Dieselgenerator, Local Operating Panel (LOP), Main Control Stand (MCS), Remote Control Stand (RCS), lastbryter og en 24V batteriforsyningspakke.



Figur 6. Oversiktsbilde av MTU dieselgenerator ved KNM T / SSS.



Figur 7. 1. Local Operating Panel (LOP) 2. Main Control Stand (MCS) 3. Remote Control Stand (RCS) 4. Lastbryter

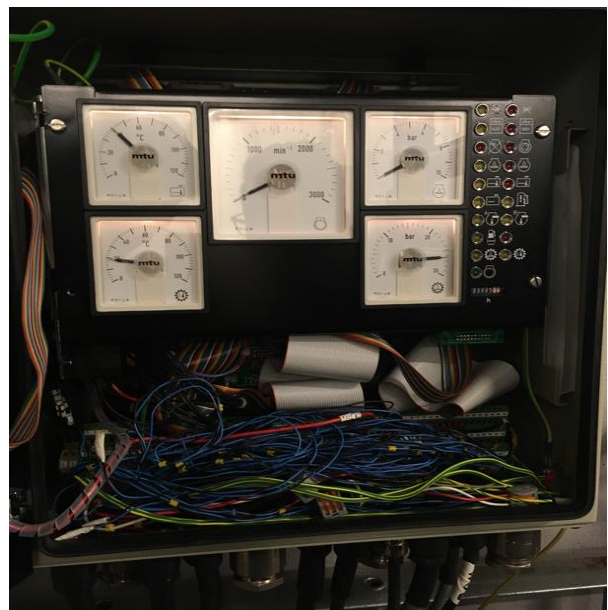
Oppbygningen av systemet fungerer slik at det er en rekke sensorer som er plassert rundt på dieselmotoren som registrerer og sender signaler til overvåkningsskapet LOP. Der vil temperatur-, trykk- og turtallssignalene bli omformert slik at de kan bli avlest som en meningsfull verdi. LOP er et overvåkningskap og det vil i tillegg til å presentere avlesninger, overvåke om det er noen avvik fra temperatur-, trykk- og turtallsgrensene som er satt. Denne overvåkingen er også kjent som dieselsafety logikk. Hvis temperaturen, trykket og/eller turtallet overskrider en satt grense vil man først få et forvarsel som indikeres ved et signalhorn og lamper som tennes. Deretter vil systemet gå i alarm hvis en av dem eller flere som fortsetter å stige forbi de satte alarmgrensen. Unntaket er hvis overturtallsgrensen blir overskredet, da vil nødstoppe bli aktivert og dieselmotoren vil stanse automatisk. Alle fremvisningene, forvarslene og alarmene er duplisert videre til MCS som presenterer dette med lamper, en buzzer og måleinstrument for temperatur, trykk og turtall.

Utredning av opprinnelig system

3.1.1 Local Operating Panel & Main Control Stand før endringer



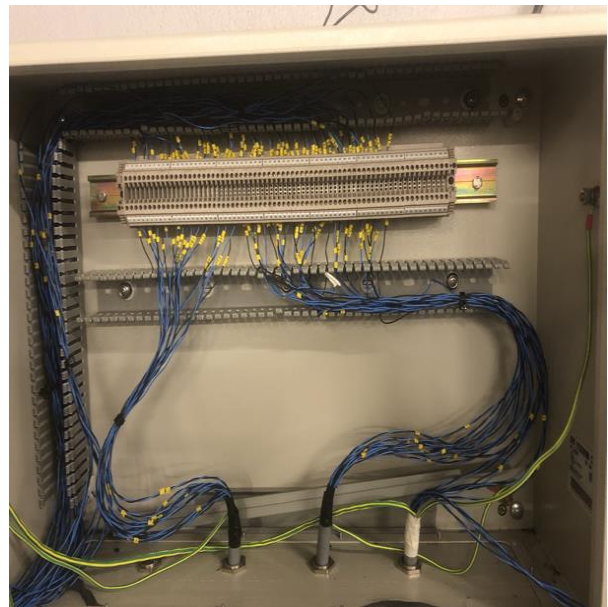
Figur 8. Local Operating Panel, utvendig før utvidelsene.



Figur 9. Local Operating Panel, innvendig før utvidelsene.



Figur 10. Main Control Stand, utvendig før utvidelsene.



Figur 11. Main Control Stand, innvendig før utvidelsene.

Local Operating Panel (LOP) og Main Control Stand (MCS) er nesten identiske med tanke på den analoge presentasjon av avlesningene, lamper, start-, stopp-, nødstopp-, reset-, acknowledge- og overridebrytere. Forskjellen på de to skapene er at LOP er overvåkningsskapet som bearbejder signalene som kommer fra dieselen og MCS er et

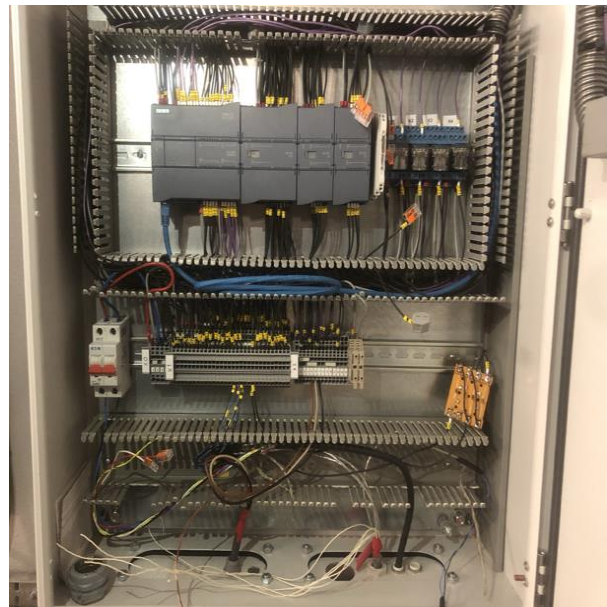
Utredning av opprinnelig system

slavepanel som får denne informasjonen fra LOP. I tillegg er det en liten differanse i den analoge presentasjonen: MCS viser temperaturen på eksos, men LOP gjør ikke dette.

3.1.2 Remote Control Stand før endringer



Figur 12. Remote Control Stand, utvendig før utvidelsene.



Figur 13. Remote Control Stand, innvendig før utvidelsene.

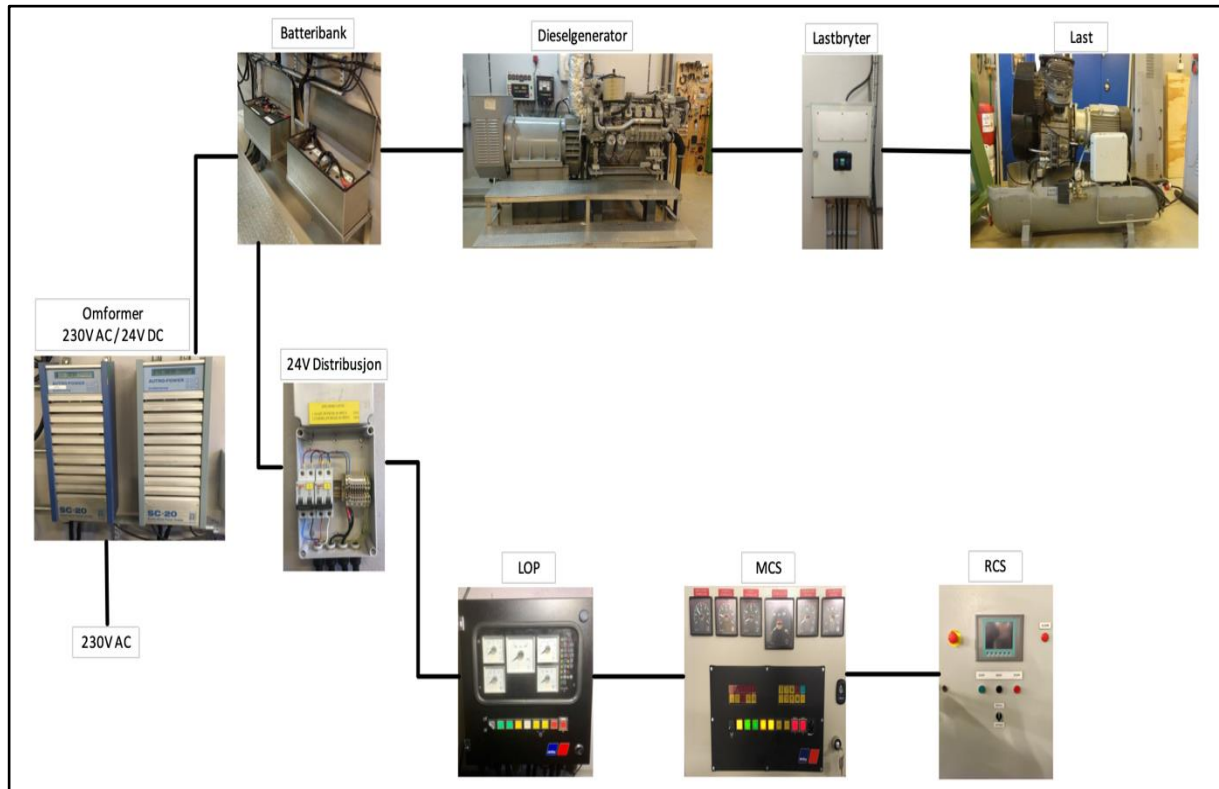
Remote Control Stand (RCS) er omplassert og har ved en tidligere anledning vært i bruk på en annen diesel hvor det har vært benyttet som et reguleringsskap. Innvendig har det vært benyttet en Siemens Programmerbare Logiske Styringer (PLS) med diverse tilleggsmoduler. I fronten av RCS er det plassert et touchdisplay med et brukergrensesnitt som har vært brukt til å fremstille verdier for en annen dieselgenerator. Touchdisplayet kompenserer også for de resterende bryterne som ikke er representert i fronten av skapet ved at de befinner seg digitalt på displayet. RCS har tilleggsfunksjonen at det kan øke eller redusere turtallet på dieselen. Dette gjøres ved å sende 24V DC til en elmotor som er fastmontert på dieselmotoren og regulerer mekanisk drivstoffmengden som tilføres motoren.

3.2 Spenningsforsyning

Omformerne vil lade batteriene så lenge de er tilkoblet 230V AC, dette gjøres ved at 2 stk ledninger med støpsel er tilkoblet en stikkontakt som er koblet til hovednettet. Hvis man ser på dette i et virtuelt perspektiv vil dette simulere landtilkobling som blir benyttet på KNM

Utredning av opprinnelig system

sine fartøy. Figur 14 viser spenningsfordelingen. Fra batteribanken går det 2 stk fordelinger, første fordeling går til 24V distribusjonen som går videre til LOP, MCS og RCS. Den andre fordelingen er tilførselen som går til startermotor på dieselen. Dieselen har en påhengt generator som generer spenning videre til en lastbryter, som når er lagt inn, forsyner eventuelle forbrukere.



Figur 14. Spenningsforsyningen fra 230V landtilkobling til forbrukere.

3.3 Kartlegging av systemets virkemåte

For å oppnå en bedre forståelse av anlegget, ble oppført ansvarlig ansatt for dieselgeneratoren kontaktet for å hjelpe til med tidligere erfaringer og kompetanse samt bistå i korrekt oppstart av dieselen. Her ble steg for steg dokumentert og utdypet. Dette resulterte i et godt grunnlag for utarbeidelsen av «Start- og stansprosedyre». Systemet består av Local Operating Panel (LOP) som opprinnelig brukergrensesnitt, hvor anlegget i etterkant er utvidet med Main Control Stand (MCS). I korte trekk er MCS en oppgradering av LOP sitt brukergrensesnitt, men LOP står for dieselsafety logikken. Ettersom MCS er en utvidelse av LOP, ble systemet kontrollert ved å foreta funksjonstest av panelene. Her ble det oppdaget avvik som ville påvirke hvilke resultater som er mulig oppnå ved planlagt duplisering.

Utredning av opprinnelig system

LOP har installert en flippbryter hvor man kan veksle mellom lokalstyring og fjernstyring, lokalstyring er fra LOP mens fjernstyring er fra MCS. Tiltent funksjon er altså at man skal kunne veksle mellom hvor man kan operere systemet fra, dette er ikke tilfellet. Ved bruk av bryteren blir noen funksjoner som fungerer som tiltent, det er start-, stopp- og nødstopp bryter. Acknowledge bryteren som har den hensikt å bekrefte til systemet at personell er varslet om feilmeldingen og reset bryteren for å resette alarm listen fungerer kun på LOP. Dette er håndterbart ettersom skapene står rett ved siden av hverandre, men ikke heldig ettersom det kan være villedende for operatøren. Signalet om forvarsel om høy temperatur på gir oljen gir utslag på LOP men ikke på MCS. Det analoge signalet fra smørolje trykk har ingen utslag på hverken LOP eller MCS.

	MCS	LOP
Start	✓	✓
Stopp	✓	✓
Nødstopp	✓	✓
Acknowledge	✗	✓
Reset	✗	✓
Smørolje	✗	✗
✓ = Fungerer ✗ = Fungerer ikke		

Tabell 1. De forskjellige funksjonene som Main Control Stand og Local Operating Panel har.

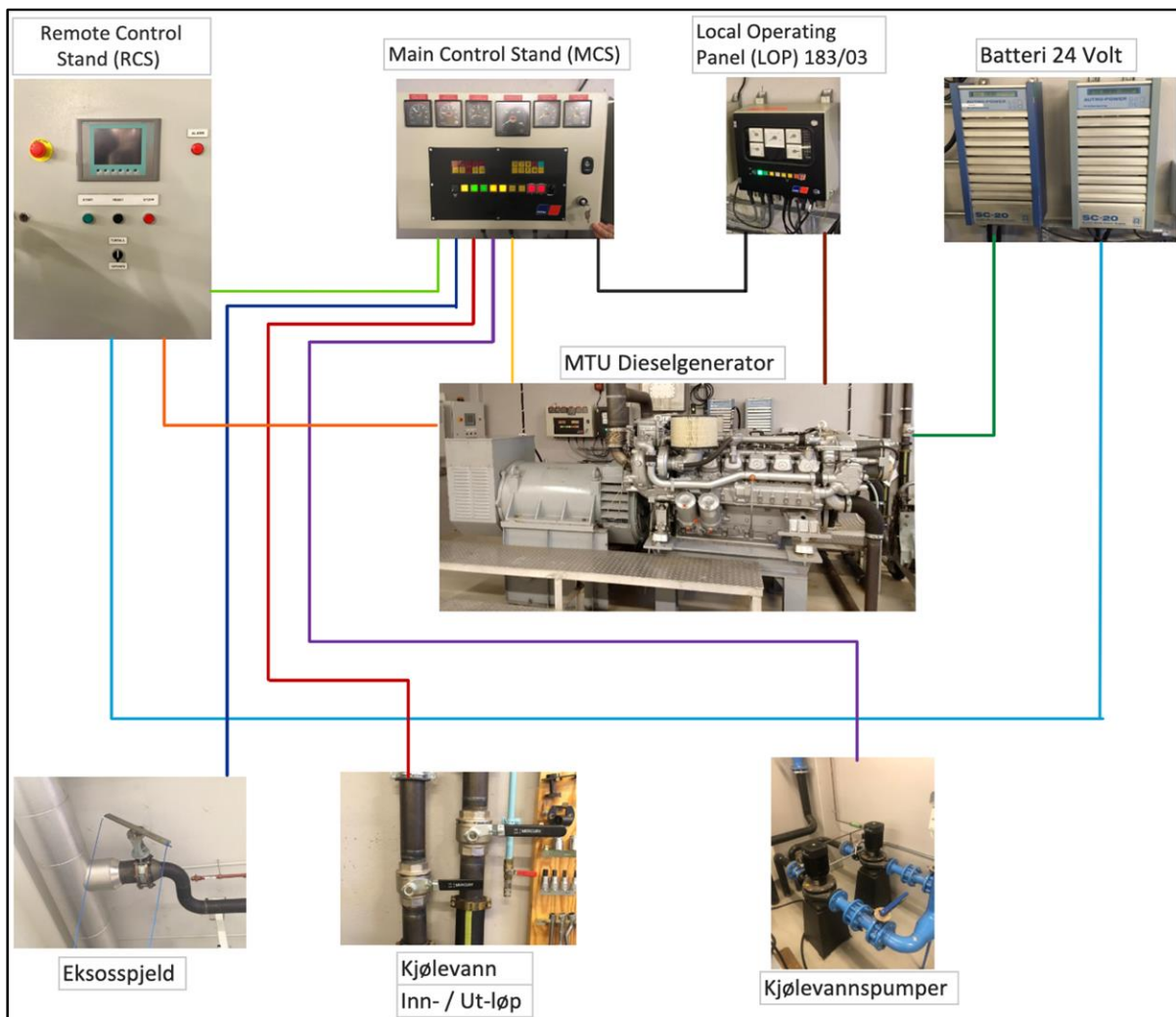
Disse avvikene medførte at det måtte gjøres tiltak, ettersom systemets tilstand vil begrense hvilket resultat som kunne oppnås med utvidelser. En av begrensingene som ble satt var å ikke endre på koblingene i LOP, dermed startet feilsøkingen i MCS skapet angående forvarsel på høy temperatur i gir oljen. Kretsene til disse indikatorene er tilnærmet identiske, hvor bare fargen på dekslene, symboler og inngangssignalene skiller dem. Dermed ble det koblet inn et signal som kunne aktiveres ved hjelp av LOP i den hensikt å teste kretsen til forvarsel på høy temperatur i gir oljen. Kretsen og dioden fungerte ved forsøket og det ble besluttet at feilen ikke lå MCS skapet, men i LOP skapet. Dermed med hensyn til tidsbegrensing og avgrensinger, ble det besluttet å gå videre med prosjektet. Dieselgeneratoren sin sikkerhet er fremdeles ivaretatt ettersom LOP har sikkerhetslogikken får inn signalet som mangler til MCS.

4 Konseptutvikling for utvidelse av systemet

Etter at utredningen av det eksisterende systemet var gjennomført skulle det utvikles et konsept for å finne ut hvilke utvidelser som var hensiktsmessige. Dette for å kartlegge tilgjengelige signaler og hvilke som er ønsket å tilføre for å ende opp med et resultat som ville tilfredstille målene ved oppgaven som er å utvikle en god læringsplattform for sjøforsvarets personell.

4.1 Kontekstdiagram

Det første som ble gjort var å utvikle et kontekstdiagram (figur 15) for å få en oversikt over eksisterende signaler og hvilke signaler som var ønsket å tillegge. Bakgrunnen for at det var ønskelig å legge til flere signaler var for å få flere muligheter samtidig som at systemet blir mer pålitelig og sikkert.



Figur 15. Kontekstdiagram. De fargede strekene simulerer de forskjellige signalgangene som blir beskrevet i tabell 1.

4.2 Tabell for signalgangene

Fra	Til	Farge	Kabel	Beskrivelse
MTU Dieselgenerator	RCS	Orange		- Magnetisering generator (Defekt diode, magnetiseringsspenning (Remanens) (U) . - Temperatur viklinger (U) .
MTU Dieselgenerator	MCS	Gul		Hurtiglukkeklaff.
MTU Dieselgenerator	LOP	Brun		- Kjølevannstemperatur. - Giroljetemperatur. - Eksosstemperatur. - Turtall. - Smøroljetrykk. - Giroljetrykk.
MTU Dieselgenerator	Batteri 24 Volt	Mørk Grønn		- Ladning 24V. - Tilførsel til startermotor.
RCS	MCS	Lys Grønn	BUS	- Kjølevannstemperatur (U) . - Giroljetemperatur (U) . - Eksos temperatur (U) . - Turtall (U) . - Smøroljetrykk (U) . - Giroljetrykk (U) . - Endebryter kjølevannsinløp (U) . - Endebryter kjølevannsutløp (U) . - Eksos spjeld (U) . - Kjølevannspumpe (U) . - Start / Stopp av diesel (U) . - Nødstopp (U) . - Hurtiglukkeklaff (U) . - Reset (Alarm) (U) .
RCS	Batteri 24 Volt	Lys Blå		Spenning 24V (U) .
MCS	Eksos spjeld	Mørk Blå		Endebryter (U) .
MCS	Inn- / Ut-løp kjølevann	Rød		- Endebryter innløp (U) . - Endebryter utløp (U) .
MCS	Pumpe Kjølevann	Lilla		- Kjølepumpe AV / PÅ (U) . - Start / Stopp kjølevannspumpe (U) .
MCS	Reg. skap	Svart		- Kjølevannstemperatur. - Giroljetemperatur. - Eksos temperatur. - Turtall. - Smøroljetrykk. - Giroljetrykk.

Tabell 2. Tabellen beskriver hvilke signaler som er i de forskjellige signalgangene. Utvidelsene som er tiltenkt er merket med **U** = Utvidelse.

5. Funksjonstester før modifikasjon av anlegget

Kapittelet tar for seg hvilke funksjonstester som ble gjennomført i forkant av utvidelser på anlegget. Testene er gjort i en liten skala med få komponenter. Dette er i den hensikt å kontrollere at komponentene fungerer som tiltenkt når de settes i et eksisterende anlegg. Funksjonstestene gir oss en kvalitetskontroll overfor produktene før det blir brukt tid og ressurser for å integrere komponentene i anlegget.

5.1 Testing av optokoblere for duplisering av digitale signaler

Grunnlaget for denne testen ligger i oppbygningen av systemet i Local Operating Panel (LOP). Deler av HMI-en til Main Control Stand (MCS) er lamper på skapdøren som fungerer som varslingsindikatorer. Hensikten med å innhente disse varslingsene er å få dem digitalisert og over på HMI i form av skjerm. Her kan varslingen være i form av tekst i en alarmliste og ikke bilder med et lys bak. Dette kan medføre at operatøren raskere vet hvordan hun/han skal utbedre feilen, som kanskje hindrer at de må stoppe motoren. Når varslingen blir digitalisert kan den også loggføres slik at man kan i senere tid gå over motoren for å se hva som forårsaket varslingen.

5.1.1 Analyse av digitale signaler

Ved innhenting av de digitale signalene var utgangspunktet styringsstrøms skjema som var levert med dieselgeneratoren. Etter en gjennomgang av både bryterne og varselsignalene, ble testing iverksatt. Det ble antatt at varselsignalene var koblet likt som lampene i bakgrunnen til bryterne i MCS skapdøren. Ved lampene i bryterpanelet er det spenningstilførselen som blir regulert av LOP styringen, dermed ble det planlagt parallellkobling etter varsellampene fra rekkeklemmene i MCS for å innhente varselsignalene. Det viste seg at varsellampene er fast tilkoblet spenning inn til sin lyskilde mens rele-brytere i LOP kontrollerer 0V tilførselen og styrer om det blir en sluttet krets. Når LOP sine relé legges inn og gir sluttet krets medfører det at lampen vil lyse som varsel operatøren.

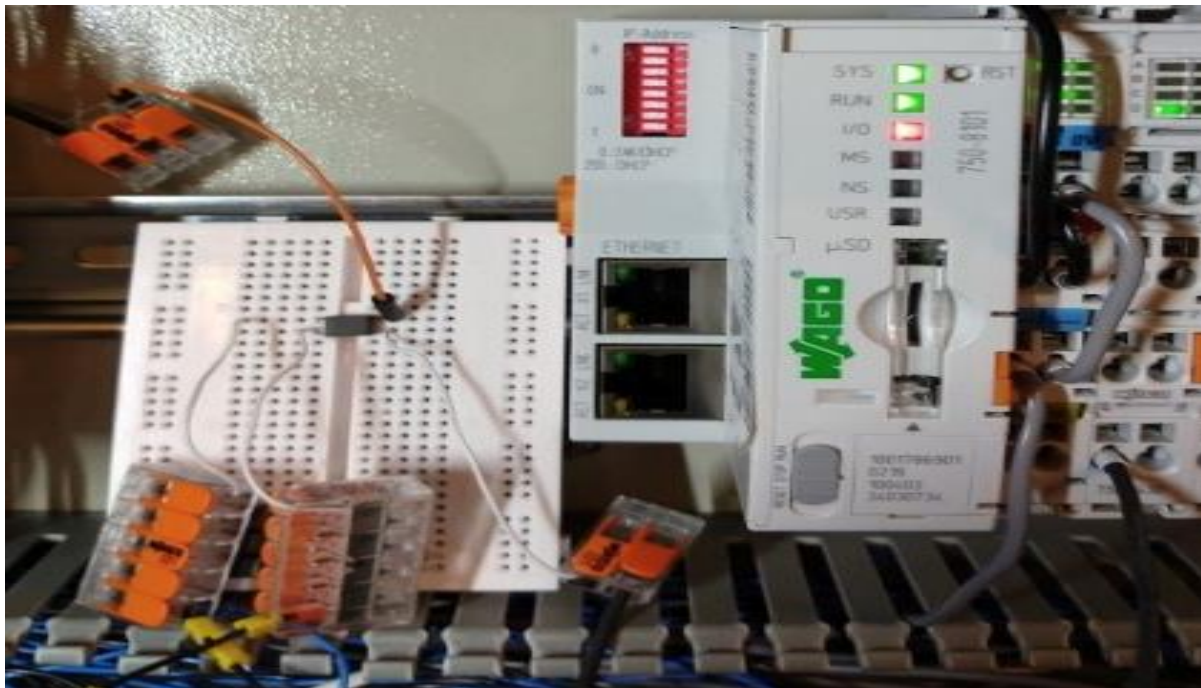
Antagelse resulterte i at kretsen var tilkoblet 0V igjennom PLS DI-modulene og resulterte i en sluttet krets, det medførte aktive varsellamper. DI modulene registrerte også at høyt signal

Funksjonstester før modifikasjon av anlegget

med denne spenningen, slik at det ikke ble mulig å lese inn når systemet aktiverte varsellampene. Etter et par undersøkelser ble det konkludert med testing av optokobler.

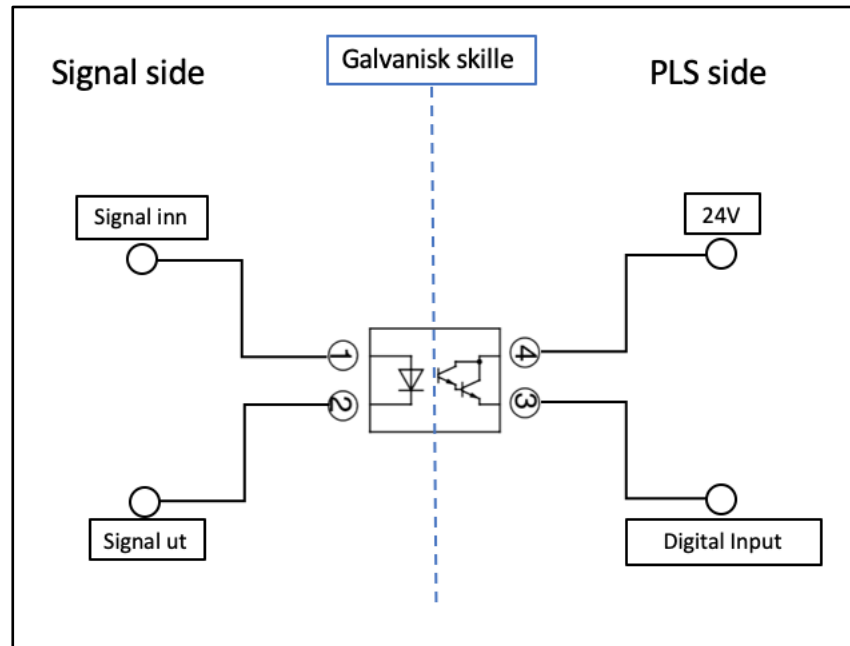
5.1.2 Optokobler funksjonstest opp mot PLS

Lysdioden til optokobleren blir koblet inn i serie med 0V siden lampene til de ulike varsellampene. Selv om dioden er koblet i serie med lampekretsen, har den veldig liten innvirkning på spenningsnivået. Bryteren som blir regulert av lyssensoren er tilkoblet 24V batterispenning og koblet til de digitale inngangene til PLS-en. Dette medfører et galvanisk skille som forhindrer at spenningen påvirker varslingskretsen i LOP 183/03. Siden dette gjelder for hele 21 signaler, ble det laget en demo for å kontrollere på en at det fungerte i praksis. Ved hjelp av håndbøkene ble det funnet ut hvordan man kan teste noen av sensorene. Høy temperatur på kjølevannet er en av dem og derfor ble nettopp denne valgt for å prøve ut demoen på akkurat denne lampen.



Figur 16. Optokobler koblet til PLS for å gjennomføre en test i liten skala før implementering i anlegget. Se figur 17 for kretstegning.

Funksjonstester før modifikasjon av anlegget



Figur 17. Kretstegning av testen som ble gjennomført av optokobler koblet til PLS.

5.1.3 Resultat av funksjonstest

Testen var vellykket, dermed er neste steg å produsere produktet i full skala. Bestilling av printkort og egnede optokoblere ble gjennomført etter planlegningen. Planlegningen besto av å produsere systemtegninger, hvor antall tilgjengelige innganger per koblingsboks samsvarer med antall ledige optokoblere. Beslutningen falt på komponenter som inneholdt fire optokoblere, dermed ble det to komponenter per printkort. Dette var tilstrekkelig med optokoblere og samsvarte med mulige innganger til koblingsboksen. Ved å lodde sammen optokoblere på printkort vil det bli en kompakt og tilpasset løsning som kan stå fastmontert i MCS skapet. Kretskortene vil også stå beskyttet i egnet plastdeksel med uttak, dette medfører minst mulig slitasje og støv på selve kortene.

5.2 Kontrollmåling av spenning

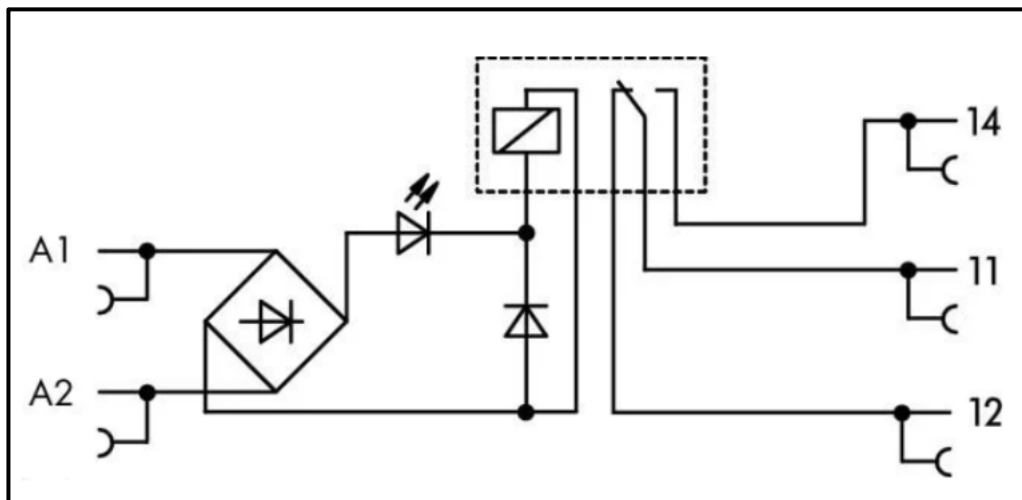
Instrumentene som angir turtall, temperatur og trykk har analoge signaler og er merket med 0-10V DC etter kretskortet inne i MCS. Ettersom oppdragsgiver ikke hadde moduler for 0-10V DC signal måtte de bestilles. For mer praktisk kobling i MCS skapet, var det planlagt å hente signalene fra rekkeklemmene før kretskortet. For å være på den sikre siden, ble

Funksjonstester før modifikasjon av anlegget

anlegget spenningssett og det ble deretter målt spenningspotensialet mellom inngangsverdien fra rekkeklemmen og til referansepunktet. Ved hjelp av kontrollinstruks, vedlagt i MTU dokumentasjonsperm, ble det simulert økning av kjølevannstemperatur. Spenningsmålingene ble gjort samtidig som simuleringen og det ble bekreftet at det analoge signalet fra rekkeklemmene også er 0-10V DC. Resultatet av kontrollen viste at signalet ikke ble endret internt i kretskortet, og tiltenkte moduler kunne bestilles inn til montering.

5.3 Funksjonstest av Relé

For duplisering av brytere ble det benyttet WAGO relémodul 857-354 som er beregnet på 24V AC/DC. Oppdragsgiver hadde relémodulene tilgjengelig som muliggjorde en test før implementering. Et relé ble koblet opp med batterispennning inn på A1 og A2 tilkoblet 0V punkt. Mens et annet relé fikk spenning fra PLS-ens DO-modul inn på A1 og A2 tilkoblet 0V punkt. Begge reléene fungerte som tiltenkt og ble aktivert når spenning ble tilført, dermed var funksjonstesten vellykket og reléene kunne implementeres i anlegget som tiltenkt.



Figur 18 Koblingskjema for relemodul 857-354

6 Praktisk gjennomføring av utvidelser

I dette kapitlet får man en beskrivelse av hvordan de praktiske utvidelsene av hardwaren og softwaren/programmeringen ble gjennomført. Den praktiske gjennomføring er uten tvil leddet i prosjektet som var mest tidskrevende, fordi et eksisterende anlegg må tilpasses nye endringer. Tilpasninger som å legge til rette for våre komponenter, kabling, sammenkobling, testing og plass lage plass til fremtidige utvidelser.

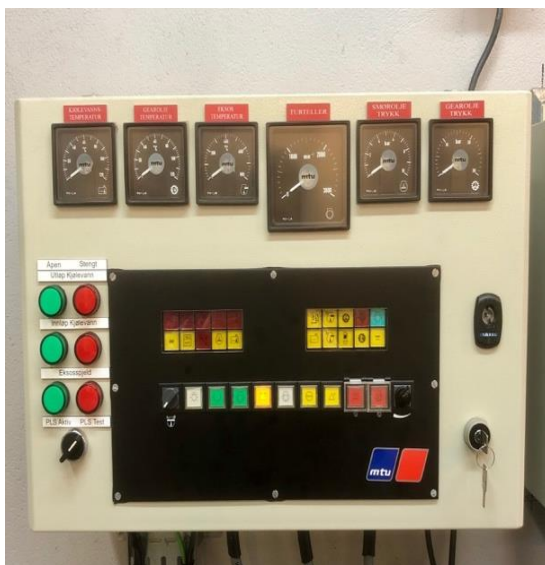
6.1 Hardware

Under dette punktet vil det bli beskrevet de praktisk visuelle endringene. Det ble ikke foretatt store visuelle endringer på utsiden av skapene men når det gjelder innsiden ble store endringer på MCS og RCS. I tillegg ligger det mye arbeid bak å få endebytteren forlagt på en tilfredsstillende og sikker måte.

6.1.1. Resultat av oppdateringene

LOP ble identisk som i utgangspunktet fordi vår oppgave ikke tok for seg noen endringer av dette skapet med tanke på at dette er levert og utvidet av en leverandør. Resultatet av oppgraderingen er duplisering av overvåkningssignaler fra MCS og utvidelser med tanke på opplæring.

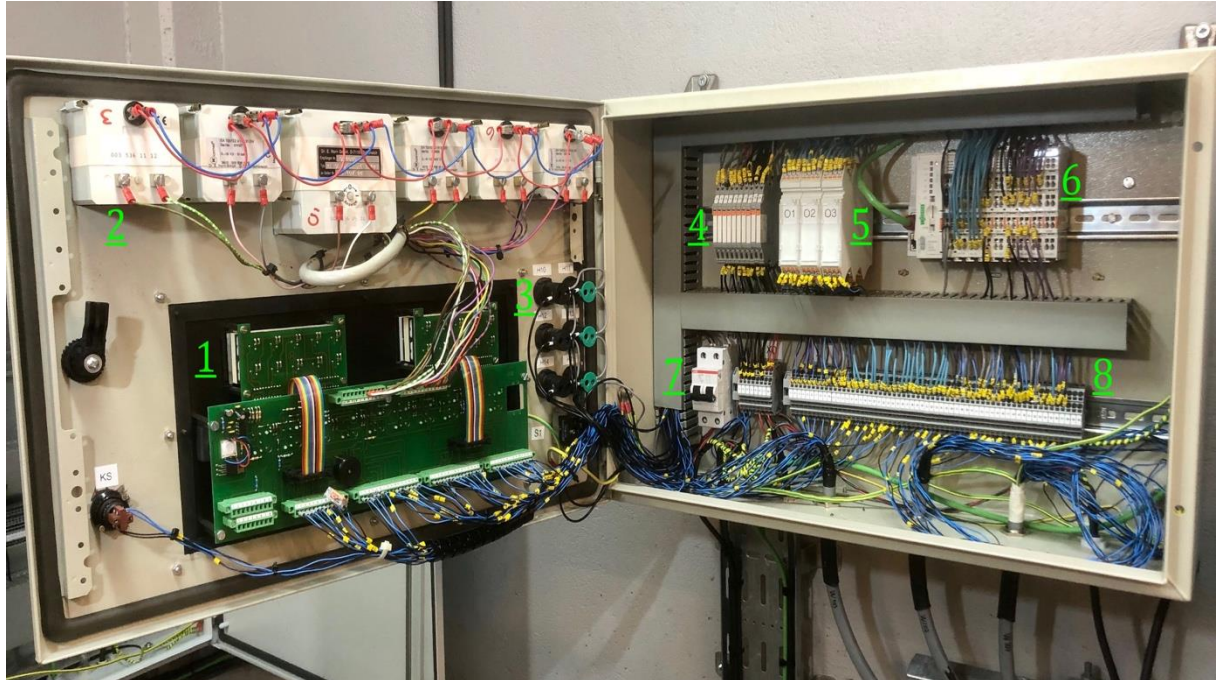
6.1.2. Main Control Stand



Figur 19. Main Control Stand, utvendig etter utvidelser.

Innvendig i MCS ble det gjennomført store endringer hvor det ble montert en WAGO PLS med 2 stk AI-moduler, 1 stk DO-modul, 3 stk DI-moduler og 1 stk endemodul. I tillegg ble det montert en 4A sikring, 3 stk optokoblermoduler, 10 stk releer og diverse rekkeklemmer. I fronten av MCS ble det satt opp lamper som indikerer om eksosspjeld, innløp og utløp kjølevann er helt åpne. Flippbryter benyttes når man ønsker å ha PLS-en i posisjonen aktiv eller test. Hvis bryteren

står til aktiv får man tilleggsfunksjonen at man kan bruke touchpanelet for å kontrollere dieselen.



Figur 20. MCS innvendig. 1.Kretskort. 2.Analogevisere. 3.Lamper til endebrytere. 4.Reléer. 5.Optokoblere. 6.WAGO PLS. 7.Sikring (F0). 8.Rekkelemme (X0 og X1)

Punkt 1 og punkt 2 er de eneste punktene på bildet over som ikke har blitt endret på. Punkt 1 er kretskortene og koblingene til MCS sitt brukergrensesnitt av signallamper og bryterpanel. Punkt 2 er de analoge viserene som benyttet 0-10V signalet og fremvises med temperatur/trykk eller turtall. Punkt 3 er baksiden av indikatorene som er koblet opp i den hensikt å kunne benytte informasjonen fra endebryterne selv om PLS-en ikke er aktiv. Dette gjøres ved hjelp av relé som er markert med punkt 4. Når endebryterne legges inn, blir det sluttet krets som kommer inn i skapet via rekkelemmer (X0 helt til venstre av punkt 8) og aktiverer reléet. Aktivert relé betyr at grønn indikator mottar spenning og PLS-en (markert med punkt 6) får signal inn på DI-modulene. Punkt 7 er sikringen (F0) som kan bryte spenningskretsen til PLS-en og relé, det muliggjør deaktivering av utvidelser og samtidig beholde eksisterende anlegg intakt. Punkt 5 er beholderne hvor printkortene med optokoblere er loddet sammen. Signalet fra LOP kommer inn igjennom rekkelemmene

Praktisk gjennomføring av utvidelser

(punkt 8), går videre igjennom optokobler dioden (punkt 5) og deretter til skapdørens kretskort (punkt 2). Optokoblerne er koblet til PLS-ens input moduler ved punkt 6.

6.1.3. Remote Control Stand



Figur 21. Remote Control Stand, utvendig etter utvidelser.

Utvendig har det ikke blitt utført markante endringer foruten et større webpanel av typen WAGO. Innvendig har Siemens PLS-en blitt byttet ut med en WAGO PLS som er tilknyttet 2 stk DI-moduler, 1 stk DO-modul og en endemodul. I tillegg er det plassert 2 stk releer som benyttes for å sette en øvre og nedre grense for turtallsregulering av dieselmotoren. Dette har som sagt ved en tidligere anledning vært benyttet som et reguleringsskap (figur 13) og mesteparten av utstyr som ble benyttet til dette har blitt fjernet.



Figur 22. RCS innvendig. 1.WAGO PLS. 2.Reléer. 3.Sikring (F1). 4.Rekkeklemmer (X0, X1 og X2). 5.WAGO webpanel.

Figur 22 fremstiller hvor romslig det nå er i RCS skapet, dette er grunnet at oppgaven i hovedsak er koblet i MCS skapet. Romsligheten egner seg bra ettersom eventuelle utvidelser av reguleringsystem vil trenge mer koblingsplass. Punkt 1 er RCS PLS-en som har to ethernet kabler tilkoblet. Den blå går over til webpanelet, punkt 5, mens den grønne kabelen går ut av skapet er tilknyttet MCS PLS. Videre på RCS PLS-en er det DI-modul som innhenter signaler fra bryterne fastmontert på skapdøren nederst ved punkt 5. DO-modulen ved punkt 1 sender ut signaler til lampene ved skapdøren ved punkt 5. Punkt 2 er reléer som brukes for å koble ut muligheten til å endre turtallet på dieselmotoren. Reléene styres av PLS-en og kan programmeres til ønskede grenser, det er DO-modulen som aktiverer reléene. Punkt 3 er sikringen som forsyner skapet med batterispennning. Punkt 4 er raden med de tre ulike

Praktisk gjennomføring av utvidelser

rekkeklemmene X0, X1 og X2. X0 er benyttet som forgreningspunkt for spenning til komponenter. X1 viderekobler nødstoppbryteren, øverst til høyre ved punkt 5, til MCS skapet. X2 viderekobler spenningen som styrer elmotoren for regulering av dieselinntak på dieselmotoren.

6.1.4. Koblingstabeller

For å ha en ryddig og konsis oversikt over oppgraderingen som er gjennomført har det blitt utviklet koblingstabeller. I koblingstabellene er det samlet komponenter som er like og det er i tillegg beskrevet hvilke signaler som går inn og hvilke som går ut. I tillegg er det delt inn i de to ulike skapene, vedlegg d) tar for seg MCS og Vedlegg e) er RCS.

6.1.5. Endebrytere



Figur 23.
Indikasjonslamper i
fronten av Main Control

De fem følgende bildene, figur 23-27, viser det vellykkede resultatet som er utarbeidet for å muliggjøre tilbakemelding fra ventiler. Figur 23 fremstiller indikasjonslampene som er fastmontert utenpå Main Control Stand (MCS) skapdøren sammen med resten av MCS sitt brukergrensesnitt. Som figur 23 viser er informerende skilter laget for å gi operatøren god informasjon over ventilenes tilstand. Den nederste flippbryteren gir mulighet til å deaktivere styring fra webpanelet. Ved å sette bryteren i PLS Test, deaktiveres releene som blir styrt DO modulene. Selv om utgangene er deaktivert, er DI modulene aktive. Dermed kan man fremdeles benytte panelet til å innhente informasjon til analysering. I bryterposisjon PLS aktiv, vil man kunne betjene de programmerte funksjonene fra webpanelet.



Figur 24. Endebrytere kjølevannsventiler, stengt stilling.



Figur 25. Endebrytere kjølevannsventiler, åpen stilling.

Figur 24 og 25 viser tilførselen og returveien av kjølevannet til dieselgeneratoren. Her er det lagt frem en kabel i rør til hver av endebryterne fra MCS, som er fastmontert på spesial tilpassede banketter. For å muliggjør at endebryterne blir aktivert av hendelen til ventilene er det sveiset fast en liten metallbrikke som står 90 grader på hendelen. Hendelen på innløpet, til venstre i figurene, har blitt modifisert ettersom braketten til returveien blokkerte for fullt utslag. Her er det kontrollert at endebryteren blir lagt inn ved 100% åpning av ventilen.



Figur 26. Endebryter eksosspjeld, posisjon lukket.



Figur 27. Endebryter eksosspjeld, posisjon åpen.

Figur 26 og 27 viser utløpsventilasjonen av eksos som kommer fra dieselmotoren. Kabelen er lagt i rør fra MCS skapet og frem til endebryteren. Endebryteren er synlig på figur 27, hvor festemetoden har vært å bore hull og skru braketten fast i godset til ventilen. Metallplaten som er festet til den bevegelige delen av ventilen, er festet med tilsvarende metode. Her er det kontrollert at endebryteren blir lagt inn ved 100% åpning av ventilen. Det blå tauet som er festet i endene er den eksisterende måten å operere ventilen fra bakkenivå.

6.2 Software / Programmering

Utarbeiding og funksjonen av softwaren som er brukt i prosjektet er beskrevet i dette avsnittet. Som nevnt i teorikapittelet er det e!Cockpit programmet som brukes, hvor det også har en visualiseringsfunksjon for å opparbeide en HMI. Programmet tar i hovedsak for seg overvåkning av anlegget, men også aktivering av brytere. Først kommer gjennomgang av programmets metoder for å innhente informasjon, for deretter hvordan informasjonen blir behandlet. Påfølgende av håndteringen av de analoge verdiene samt grunnlaget for HMI sitt design. Med tanke på videre utvidelser, feilsøking eller generell forståelse av programvaren, er programmet utarbeidet med alle variabelnavn og kommentarer på engelsk. Variabelnavnene er ikke tilfeldige, disse samsvarer med den engelske utgaven av styrestrømskjemaene som har vært vårt utgangspunkt.

For å programmere WAGO PLS-en PFC100 (750-8101) brukes software programmet e!COCKPIT, som er basert på IEC 61131-3 standarden. Det er fem ulike programmeringsspråk tilgjengelig (Strukturert tekst, Ladder, Funksjonsblokk, Continious Flow Chart og Sequential Flow Chart) som gjør programmet fleksibelt alt etter bruksområde. Interne variabler opprettes for å lage en behandlingsprosess for de ulike input-verdiene fra monterte moduler. Informasjonen som kommer og blir prosessert kan videre brukes til å påvirke anlegget ved hjelp av output modulene. Programvaren er altså en instruks til PLS-en om hvordan den skal respondere til informasjonen som blir innhentet. Fordelene med å samle informasjonen digitalt på en PLS, er utvidelsene man kan ta for seg.

6.2.1 Digital input

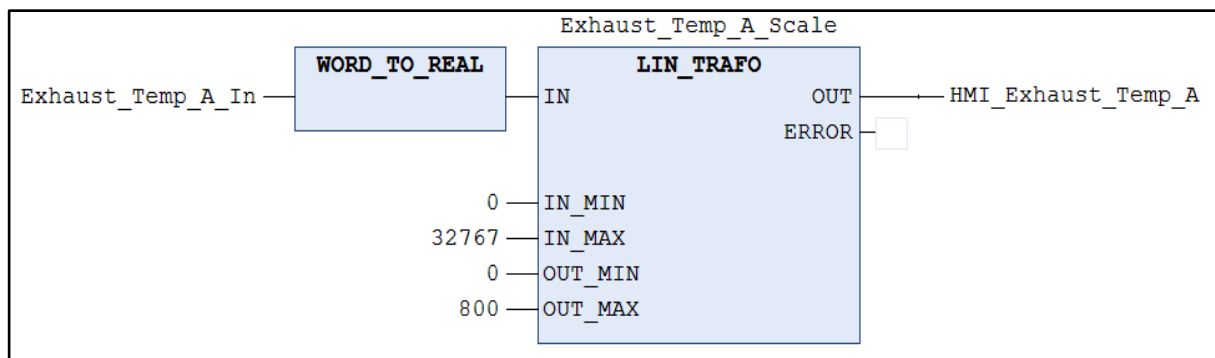
Koblingen for å innhente signalet til DI-modulene er beskrevet i hardware kapitelet. Her følger beskrivelse om hvordan disse signalene påvirker programmet. Det er tilkoblet tre moduler med 8 innganger hver til PLS-en, hvor alle er blitt benyttet. Dette medfører at anlegget har hele 24 inputssignal som kan brukes. 21 av disse er signaler som sendes fra LOP, dette er indikatorer for at motoren er klar til start, motoren går, alarmer og kritiske alarmer. Sikkerhetslogikken sitter altså ennå i LOP som er levert fra MTU og installert av fagkyndig personell. Disse signalene har blitt duplisert inn på PLS-en slik at de er digitalisert og klare til å loggføres. Viktigheten av dette kommer frem når man skal starte opp systemet.

Praktisk gjennomføring av utvidelser

Når indikasjonene er loggført digitalt, kan man kontrollere om det oppsto noen feil ved forrige oppstart og drift. Dette medfører at operatøren kan ta hensyn, utbedre eller starte opp anlegget som normalt. De 3 siste inngangene er tilbakemelding fra endebryterne som er montert på ventilene. Man kan bruke inputverdien fra endebryterne i programmeringen som ekstra kriterier for å ha en sikrere oppstart for eksempel ved fjernstyring.

6.2.2 Analoge input

De monterte AI-modulene innhenter 0-10V DC signal fra PT1000 elementene som er montert på sine respektive plasser rundt på dieselgeneratoren. AI-modulene fortar en AD-omforming slik at verdien som blir innlest til PLS-en kommer i et WORD-format. Ved hjelp av WORD_TO_REAL funksjonen endres verdien til en REAL-verdi. Dette er på grunn av LIN_TRAFO funksjonsblokken som er konstruert til å behandle REAL-verdier og ikke WORD-verdier. Figur 28 viser et utklipp av software-programmet hvor informasjonen for eksostemperaturmåler A blir behandlet. LIN_TRAFO får inn verdien fra AI-modulen sin adresse og skalerer den til en temperaturverdi mellom 0 og 800 grader som sendes videre til visualiseringen som illustrerer på HMI skjermen.



Figur 28. Utklipp fra program, skalering av eksos temperatur.

6.2.3 Visualisering

Ved oppretting av visualiseringen på e!Cockpit, ble rammene fastsatt til oppløsningen 1280x800, fordi dette er den optimale størrelsen til skjermen som er fastmontert på RCS. Hele visualiseringen er konstruert ut fra grunnbrikker som har fått tildelt en variabel som videre har en innvirkning på PLS-en sin software. Viktigheten av en visualisering er å få nødvendig informasjon til operatøren, men også virkemidler tilgjengelig for å ha innvirkning på systemet.

6.2.3.1 Oppsett

Oppsettet som er utarbeidet baserer seg på inntrykk som har blitt opparbeidet fra MTU sitt oppsett av LOP og MCS, men også vår erfaring knyttet til drift av marine fartøy. Med dette utgangspunktet ble det tatt avgjørelser for hva som trengtes av informasjon og funksjoner i samarbeid med oppdragsgiver. Resultatet ble et hovedbilde, vedlegg f), som forholdsvis er et oversiktsbilde. Grunnen til at det ikke er noen start- eller stoppknapp er fordi bryterne fysisk er montert på skapdøren hvor skjermen er installert. Dette gjør at hele skapdøren er en del av systemets HMI. Muligheten for mer synlig informasjon er derfor utnyttet optimalt på oversiktsbilde. Her har alle sensorer med analog tilbakemelding fått hver sin nivåindikator fremvist.

6.2.3.1 Knapper

På oversiktsbildet er det ikke bare informasjon å avlese. Siden det installerte webpanelet er en touchscreen, har det blitt programmert inn ulike knapper til forskjellige formål. Vedlegg f). Oversiktsbilde viser 8 forskjellige knapper og en rød lampe. Den røde varsellampen har til hensikt å indikere at det har gått en alarm, men den skal også trekke operatøren sin oppmerksomhet mot alarmliste knappen. Denne knappen er programmert å åpne opp vinduet for alarm listen hvor det er en «ACK all alarms» knapp som aktiverer «acknowledge-bryteren». Acknowledge-bryteren gir tilbakemelding til LOP om at operatøren har sett varslingen som igjen stopper buzzeren fra å lage varslingslyd. Knappene under de ulike nivåindikatorene på oversiktsbilde åpner opp vinduet hvor man kan se den grafiske fremstillingen av de analoge signalene over tid. Dette er slik at operatøren raskt kan kontrollere hva som har skjedd dersom operatøren ser det nødvendig. Eventuelt hvis instruktøren skal vise kurselevne hva som skjer med anlegget under ulike forhold som økt/senket turtall. «Menu» knappen åpner opp et vindu hvor man kan velge hvilken fremvisning man vil se. Hvis

man har kjennskap til hurtigknappene nevnt over, er ikke denne strengt tatt nødvendig, men er lagt inn og programmert hvis noen skulle ønske å utvide oppsettet og programmet. Unntaket er bildet for start kriteriene, ønsker man å se nærmere om de er oppfylt åpnes dette vinduet i «Menu» under knappen «Start Criteria».

6.2.3.2 Nivåindikatorer og loggføring

Hver av nivåindikatorerne er knyttet opp til sin verdi gitt fra sin respektive sensor og er innstilt til sine gitte nivåområder. Den nåværende tallverdien blir representert visuelt men den er også representert over tid ved hjelp av grafer. Dette er ønskelig for å se hvordan systemet endrer seg over tid i drift. Man kan se sammenligninger med økning i temperatur, sett opp mot økning i turtall. Ved hjelp av grafene kan man derfor se tendenser og med erfaring trekke konklusjoner på hva som er årsaken. Disse grafene er laget på fremvisningene kalt «Temperatur Tracer» og «Speed and Pressure Tracer», se vedlegg j) og k).

6.2.3.3 Alarmliste

Alarmliste er en viktig funksjon for å formidle til operatøren hva som holder på å gå galt eller har gått galt. Et forvarsel vil gi operatøren en mulighet til å utbedre eller kontrollert stanse systemet. Hvis dieselsaftey logikken slår inn og stanser systemet automatisk, får man opp en alarm som forteller operatøren hvorfor systemet stoppet. Her er det benyttet en alarmliste som med bruk av ord forteller operatøren hva som er galt. Når en alarm kommer, vil den varsles med blinkende lys ved RCS og på oversiktsbilde. Aktive alarmer vil påfølge nedover listen og varslingen vil stoppe når operatøren bruker acknowledge knappen ved alarmlisten. Ved ny alarm, vil varslingen gjenopptas. Alarmlisten har også en historikk knapp, når denne aktiveres får man opp en liste over alle alarmer som har vært aktive. Det gir mulighet for analyse av anlegget, selv etter dieselmotoren er stanset. På MCS og LOP er fremstillingen av varsling gjort ved symboler og varsellamper. Her er det en liten mulighet for at dioden har sluttet å virke, noe som resulterer i at operatøren ikke får varsel. Til normalt må enten operatøren ha kjennskap til de 20 ulike symboler eller slå opp i oversiktskartet for å lese av hva det symbolet indikerer. Derfor er det mer tidsbesparende at varslingen kommer med ord fortløpende. Tar det kortere tid for operatøren å forstå hva som foregår med anlegget, tar det kortere tid før utbedring finner sted. Dermed kan det argumenteres for at det er til anleggets beste at varslingen kommer i form av en alarmliste, som i tillegg kan analyseres i etterkant.

7 Drøfting

Dette kapittelet tar for seg drøftingen av hvilke valg og resultater oppgaven har medført og hvordan ulike valg er vektlagt. Når et prosjekt i denne skalaen skal bli utviklet vil det naturlig dukke opp en rekke utfordringer som må løses. Oppgaven har vellykket resultert i nye endebrytere, digitalisering av signaler, forbedret og modernisert brukergrensesnitt som gjør læringsplattformen sikrere og mer pålitelig.

7.1 Sikkerhet

Gjennom hele prosjektet har sikkerhet vært viktig og er en av grunnverdiene i beslutningene som har blitt tatt. Som tidligere nevnt i oppgaven er ikke nødstop bryteren, på Remote Control Stand (RCS) skapet, foreløpig digitalisert igjennom bus kommunikasjonen. Grunnlaget for å koble nødstop bryteren direkte med bruk av kabel og ikke digitalt signal ligger i ønsket om et mer trygt og sikkert anlegg. Nødstopbryteren på RCS-skapet er foreløpig den eneste tradisjonelle nødstoppen rundt læringsplattformen. Selvfølgelig er det også nødstop knapp på Main Control Stand (MCS) og på Local Operating Panel (LOP) skapene, men disse har gjennomiktig plastikk deksel foran og man må ha kjennskap til symbolet. Hvis det skulle forekomme at PLS-ene ikke er på, anser vi det risikofylt å ha en ikke funksjonell nødstop og derfor er denne bryteren utenom bus kommunikasjonen. Det er tilrettelagt output fra MCS PLS som styrer et relé for å aktivere nødstopfunksjonen. Det vil si at koblingen i MCS er klargjort for å kjøre nødstop fjernstyrt ved videre utvidelser uten å implementere noe nytt i MCS skapet.

Læringsplattformen har fått tildelt en ny 10 tommers skjerm for fremstilling av programmets visualisering. Læringsplattform kan nå brukes til mekanisk kjennskap og overvåkning av dieselgeneratoren. Det kan forekomme at står personell ved fjernstyring via skjerm, samtidig som undervisning foregår ved selve motoren. På MCS skapet har vi derfor montert en flipp bryter med valgene «PLS Aktiv» og «PLS Test», hensikt er å sikre dem som holder på med den mekaniske delen av undervisningen. Flippbryteren lager et brudd i kretsen som spenningssetter reléene som utfører handlingene styrt fra MCS PLS digitale utganger. Dette betyr at man kan trykke på HMI skjerm og brytere uten å bekymre seg for at dieselgeneratoren vil starte. Selvfølgelig er det flere kriterier som at nøkkelen til MCS skal

Drøfting

være vridd om, men vi anser dette som en ekstra barriere som øker sikkerheten. Unntaket er nødstopp bryteren som er nevnt over, her anså vi det viktigere å kunne stanse maskineriet i en nødsituasjon. Et tiltak vil være å aktivere nødstoppbryteren før undervisningsstart, ettersom denne må tilbakestilles for hånd på dieselmotoren.

En viktig del av sikkerheten er prosedyrer. Vi har utarbeidet start- og stansprosedyre som i utgangspunktet er en systematisk gjennomgang av tiltakene som skal gjøres før dieselen skal startes og etter at dieselen har stanset. Dette er konstruert i den hensikt å sørge for at maskineriet blir operert korrekt og sannsynligheten for at det skjer noe galt og at dieselen blir utsatt for unødvendig slitasje blir redusert. De dekker ikke bare sikkerheten til maskineriet men også sikkerheten for dem som skal bruke læringsplattformen. Her ivaretas sikkerheten ettersom rømningsveier skal klargjøres og området er merket med bruk av verneutstyr som for eksempel hørselvern.

7.2 Oppbygning av hardware

Plasseringen av komponentene av de nye komponentene i samspill med det allerede eksisterende anlegget kan være utslagsgivende for hvilke muligheter man har fremover. Her er det derfor viktig å tenke hva som skal komme og ikke bare hva vi trenger i første omgang. Skal man bruke en eller to Programmerbare Logiske Styringer (PLS-er)? Ved å bare bruke en PLS-er det mindre utgifter i komponenter, men reduserer mulighetene for utvidelser i fremtiden. Grunnlaget for dette ligger i den fysiske plasseringen av skapene på anlegget. Sensorer som nå er tilkoblet motoren går inn til Local Operating Panel (LOP) og er koblet videre til Main Control Stand (MCS) sammen med spenningsforsyning. Skulle PLS-en stått i Remote Control Stand (RCS)-skapet måtte vi ha videre koblet alle kabler og signaler videre til RCS-skabet fra MCS eller LOP. Sett fra et praktisk perspektiv ombord er dette en løsning som koster mye i antall meter med kabel og ikke minst vekt. Dermed ved å ha et samlingspunkt for signaler nært maskineriet, gjør at det blir mindre lenger med kabel som igjen resulterer i mindre vekt. Reduseringen skyldes at man kan bruke bus-kommunikasjon mellom PLS-ene og i vårt tilfelle var det 2 stk ethernet kabler. Dette er grunnlaget til hvorfor vi valgte å bygge om MCS skabet. Fra å være et skap med 60 rekkeklemmer har vi nå installert: nye rekkeklemmer, sikring, PLS, reléer og optokoblere. For utenom ethernetkabelen er det to andre kabler som forbinder MCS og RCS, dette er strømforsyning til PLS og

Drøfting

nødstoppbryteren. De gamle rekkeklemmene er byttet til WAGO sin type med et inntak og to uttak per rekkeklemme. Vi anså dette som en god løsning ettersom vi hadde materiellet tilgjengelig og forgreningene blir mer oversiktlige fysisk.

Etter ombygningen og utskifting av rekkeklemmene, benyttet vi oss av systemtegnene for å identifisere hva som var bakenforliggende ved hver enkelt rekkeklemme. De utleverte systemtegnene til anlegget inneholdt en kablingsoversikt fra LOP og til MCS sin skapdør. Dermed måtte vi ved hjelp av måleinstrument, måle ut og kartlegge hvilke rekkeklemmer i skapet som tilhørte de ulike inngangene ved klemmene på MCS-skapdøren. Dette var essensielt slik at vi fikk en oversikt over hvilke verdier vi skulle hente ut fra hver enkelt rekkeklemme. Alternativene våre var å hente signalene fra LOP eller fra MCS skapdøren. Koblingen i LOP er i hovedsak gjort på flere kretskort i kombinasjon med lite ekstra plass etter utvidelsen til MCS, dermed ble dette ikke et alternativ grunnet gitt tidsrom og ressurser. Å hente signalene fra skapdøren hadde medført flere ledninger som er i bevegelse når skapdøren åpnes og lukkes. Dette er ikke ønskelig ettersom bevegelsene over tid kan løsne ledninger fra koblingene. Normalt ville ikke døren opereres ofte, men siden dette er en læringsplattform vil døren naturligvis oftere bli åpnet i den hensikt for å oppnå mer forståelse av anlegget hos kursdeltagere.

Første tiltenkte plan var å koble de informative spenningsignalene¹ som går til MCS-skapdøren i parallell til de digitale inngangene på PLS-en. Parallellkobling gjør at vi opprettholder spenningsnivået i kretsen, for å påvirke LOP minst mulig. Etter vi testet dette viser det seg at disse spenningssignalene er fast tilknyttet batterispenning og LOP regulerer kretsen på returveien². Resultatet ble at diodene lyste opp uten at LOP hadde lagt inn relébrytere fordi spenningen fant vei til 0 V igjennom inngangene på PLS-en. Dette medførte at vi måtte gjøre endringer for å hente ut signalene. Enten måtte vi ta inngrep i LOP å hente signalene etter relébryterne. Denne løsningen hadde medført ekstra kabler mellom MCS og LOP, noe som også hadde vært tidkrevende. Løsningen vi gikk for var bruk av optokoblere, dette medfører et galvaniskskille³ mellom PLS-en og den eksisterende kretsen. Ved å koble

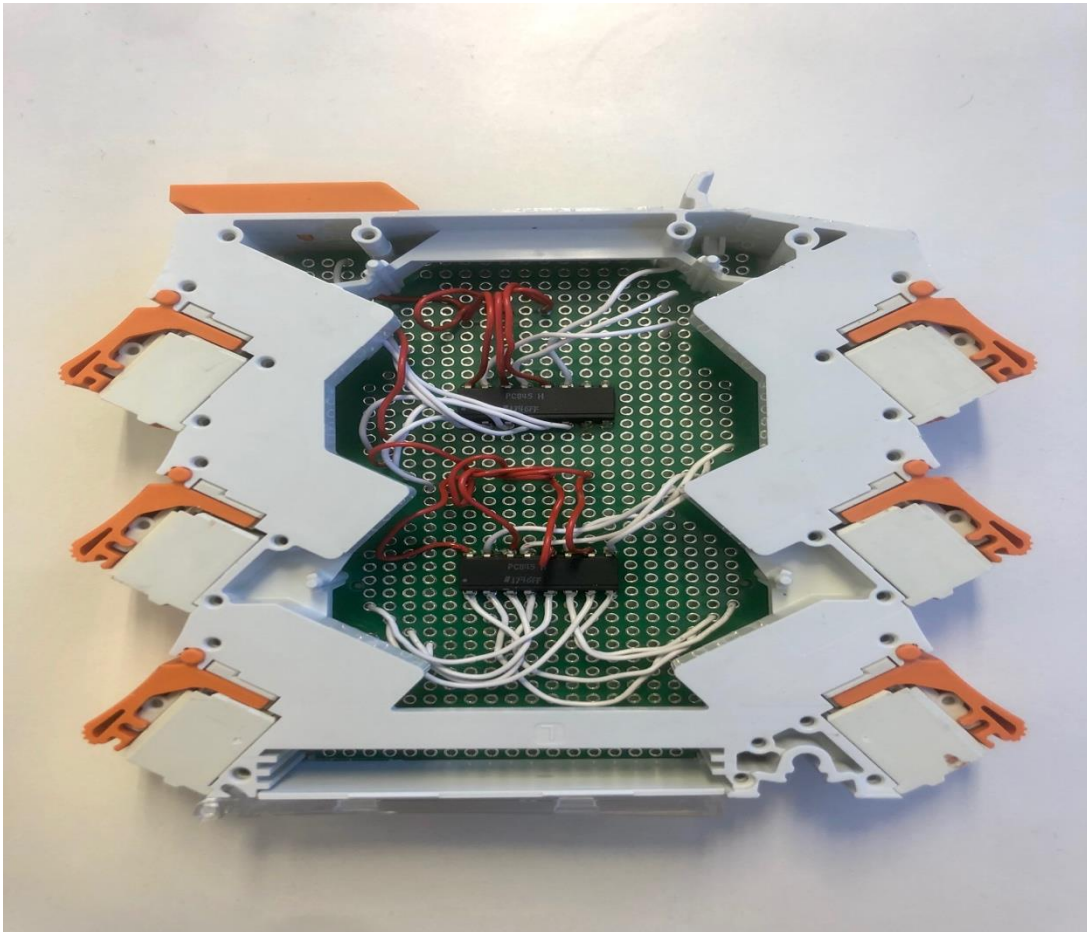
¹ Signalene som går til lampene for å indikere feil eller driftstilstand.

² Tilknytning til 0V.

³ To kretser som er isolert fra hverandre, men deler energi som påvirker hverandre (figur 17).

Drøfting

den eksisterende kretsen for hvert enkelt spenningsignal igjennom diodene til optokoblerene, kan vi duplisere signalet inn til PLS-en med en separat spenningskrets. På denne måten unngår vi å påvirke den eksisterende kretsen, i tillegg er det mindre farer for eventuelle feil som kan påvirke det motsatte systemet. Dette lar seg gjøre ettersom verdien vi skal hente ut kun har to tilstander, enten høy eller lav. På grunn av den fysiske plassen i MCS-skapet, har vi loddet tre printkort med optokobler (se vedlegg a) og b) for koblingsskjema og tabell for optokobler-modulene). Dette sparte oss plass ettersom moduler med optokoblere hadde tatt mer plass i bredden langs DIN-skinne⁴. For å beskytte printkortene mot støv og slitasje, er det plassert i egnede deksler som også er et produkt fra WAGO. Siden tilordningen har 24 stk tilkoblingspunkter per enhet med klemmefunksjon som tilkobling, kommer fordelene av minimalt med slitasje ved til- og frakopling samt dekker behovet vårt for antall tilkoblinger.



Figur 29. Resultatet av optokobler-modulen som ble laget. Det ble laget 3 stk.

⁴ Skinnen som er fastmontert i skapet og brukes som festepunkt til utsyr.

Drøfting

Dupliseringen av bryterne gjøres ikke likt som dupliseringen av indikatorene. Ettersom bryterne skal utføre en handling og ikke innhente informasjon, gjøres dette ved hjelp av Digital Output (DO) modulene. Vi hadde som ønske i starten å koble opp anlegget som fjernstyrt eller lokalt styrt. Ettersom vi ønsker å utvikle læringsplattformen mest mulig lik det kurskandidatene møter ombord. Etter litt testing og studering av styrestrømskjemaene, fant vi ut at dette ikke lot seg gjøre på en enkel måte. Anlegget har en kontrollspenning gående igjennom bryterne som en sikkerhet. Årsaken til dette er en forrigling som skal hindre vedkommende å starte dieselgeneratoren hvis for eksempel stoppbryteren ikke er intakt. Denne kontrollspenningen går over en motstand på 4,7k ohm og spenningen over motstanden varierer fra bryter til bryter. Etter målingene viser det å være mellom 2,5V og 4V DC. Det som gjør det vanskelig er kontrollspenningen i kombinasjon med DO-modulen, motstanden er montert på kretskortet ved sin gitte bryter. DO-modulen sender ut batterispenningen når den blir aktivert, denne spenningen kommer da i tillegg til spenningen som sendes ut fra LOP og blir derfor for høy. På grunn av sikkerheten og tidsbruk, besluttet vi å gå for en annen løsning. Igjen gikk vi for en løsning hvor PLS-kretsen ikke direkte påvirker kretsen som kommer fra LOP, altså galvanisk skilt. Dette løste vi ved bruk av relé som blir styrt ut ifra DO-modulen. Hver bryter har da sitt eget relé hvor den eksisterende bryter koblingen går igjennom NC-koblingen⁵ til reléet. Når reléet aktiveres ved hjelp av signal fra DO-modulen, lages en forbindelse og danner samme forbindelse som bryteren gjør når den aktiveres ved skapdøren. Funksjonaliteten blir derfor at anlegget kan opereres fjernstyrt og lokalt samtidig. Dette medfører fordelen med at kursholder kan bruke det lokale panelet som en sikkerhet mens kursdeltagerne opererer fjernstyrt, eller motsatt. Dersom læringsplattformen brukes for å lære om dieselgeneratoren mekanisk er det ikke ønskelig at noen skal kunne fjernstyre startfunksjonen. Derfor har vi koblet inn en flippbryter på MCS hvor man kan lage brudd i PLS-en sin krets til styring av reléene. Dette har to formål, hvor den ene er at kursholder sikkert kan undervise uten bekymring om oppstart. Den andre er at personell kan trykke seg rundt og bli kjent med HMI-en uten bekymring om uheldig oppstart.

Siden HMI-en vi har utarbeidet består av hele skapdøren på RCS, er det tilretteleggelse som gjør at vi har en egen PLS plassert her. PLS-en har digitale inputs som innhenter signal når de

⁵ Normalt lukket tilstand.

Drøfting

ulike bryterne aktiveres. Disse signalene sendes gjennom programmeringen til MCS PLS-en som utfører handlingen ved hjelp av DO-modulen. Skulle det bare vært en PLS, hadde disse bryterne vært koblet direkte til MCS PLS-en som igjen hadde ført til flere kabler mellom skapene.

7.3 Endebryter

Vi ønsket å utvide anlegget ved å integrere endebrytere som skal indikere når en ventil eller et spjeld er i en gitt posisjon. En problemstilling som ofte oppstår når man skal bruke endebrytere er til hvilket formål skal ventilen eller spjeldet brukes til? For eksempel hvis man skal kjøle ned batterier så er det viktig at temperaturen holdes stabil på et gitt område for å få best mulig utnyttelse av batteriet med tanke på effekt og holdbarhet. I et slikt tilfelle er det vesentlig å ha endebrytere som vet hvor mye ventilen er åpen for å kunne regulere hvor mye kjøling som skal være med tanke på å treffe den ønskelige temperaturen. I vårt tilfelle var det ikke så viktig å vite hvor mye kjøling eller eksos som ble sluppet igjennom, bare at ventilene og spjeldet var helt åpnet. Derfor valgte vi å implementere endebrytere som indikerte med grønt lys at de var 100% åpnet. Dette vil si at vi har rødt lys så lenge ventilene eller spjeldet ikke er helt åpnet.

Vi kunne med fordel ha satt endebrytere i posisjon helt lukket men på grunn av tid til rådighet og med tanke på systemets sikkerhet og pålitelighet anså ikke vi dette som en prioritet. Med systemets sikkerhet og pålitelighet så menes det at hvis ventilene til kjøling ikke skulle stå i posisjon helt lukket vil det sannsynligvis, med forbehold at nedstengningsprosedyren er fulgt, ikke være noen sirkulasjon på vannet fordi dieselmotoren er avskrudd og/eller kjølevannspumpen er avskrudd. Hadde dette vært om bord på et fartøy hadde det vært vitalt at man har kontroll på om ventilene er helt lukket fordi det er som oftest skrogventiler som blir benyttet. Hvis det da hadde blitt en lekkasje og skrogventilene ikke hadde vært helt lukket ville fartøyet fylt seg med vann og i ytterste konsekvens ville fartøy og/eller menneskeliv gått tapt. Når det gjelder at et eksosspjeld ikke er i helt lukket posisjon når anlegget ikke går så har det ingen betydning. En ekstra barriere som skal sørge for at verken eksosspjeld eller ventilene skal stå åpne etter at systemet har vært i drift er nedstengningsprosedyrene som har blitt utarbeidet (se vedlegg c)). Vi anbefaler fortsatt at det ville vært en fordel og hatt endebrytere som indikerte helt lukket i fremtiden med tanke

Drøfting

på å ha en bedre totaloversikt på anlegget. Da spesielt med tanke på ventilene for kjølevann hvis man ønsker at det skal simulere skrogventiler. En annen anbefaling som vil gjøre simuleringen mer komplett ville vært å programmere inn en flottør som indikerer om det er vanninntrenging i rommet hvor dieselen står. Da kunne man for eksempel kjøre en simulering hvor man får indikasjon på vanninntrenging og at temperaturen på dieselen stiger. Da ville det vært to sterke indikasjoner på at det kan være en lekkasje på kjølesystemet.

Hovedgrunnen til endebryterne er at de vil inngå som startkriterier og det vil ikke være mulig å starte dieselen fra Remote Control Stand før alle startkriteriene er tilfredsstillt. Det som er viktig å presisere er at disse kriteriene kun har innvirkning på systemet når man velger å starte dieselen fra RCS og ikke hvis man velger å starte dieselen MCS. Dette er fordi vi hadde avgrenset vår oppgave til at vi skulle duplisere overvåkningssignalene og utvide anlegget uten å interferere med det allerede eksisterende anlegget. På den ene siden ville det vært bra og hatt disse startkriteriene integrert med MCS for å minske sannsynligheten for at kjøling og eksos skal bli glemt i klargjøringsfasen. På den andre siden ønsker vi at dette systemet skal være så identisk som mulig opp mot systemene man finner om bord på KNM sine fartøy i dag. Dette vil si at hvis man velger å starte dieselen fra MCS så tilsvarer det en oppstart fra maskinrom og det vil være en form for manuellstart hvor man ikke ønsker å ha automatikken fra dieselsaftey involvert.

7.4 Tilbakemelding på kjølevannspumpe

Når en diesel er i drift vil det være kritisk at den har kjøling for å unngå at dieselen havarere på grunn av for høye temperaturer. Denne dieselen blir kjølt ved hjelp av en pumpe som sirkulerer vannet og leder med seg varmen som blir produsert når dieselen når den er i drift. Utfordringen med denne pumpen er at den er plassert i et annet rom, nærmere bestemt rom 123, fordi den forsyner ikke kun denne dieselen men også andre forbrukere som er plassert rundt på bruket. Dette medfører at man kun kan vite at pumpen går ved hjelp av at man fysisk har skrudd den på der den befinner seg. Vi har gjort tiltak som å utvikle en oppstartsprosedyre for å minke risikoen for at noen glemmer å starte pumpen, men skulle noe skje etter man har startet den og forlatt rommet har man ingen indikasjon på at den har stanset. Hvis pumpen skulle stanse så skal sikkerhetslogikken til dieselen slå inn hvis

Drøfting

temperaturen stiger og det vil bli varslet med lys og alarm. Med tanke på at dieselen ikke vil være utsatt for noen høy belastning så vil man ha litt ekstra tid på å få stanset diesel eventuelt startet pumpen før temperaturen blir alt for høy. Vi ønsker å presisere at det er ikke foretatt noe forsøk på dette og at tiden som det vil ta før dieselen blir overopphetet dermed er vanskelig å fastsette.

I utgangspunktet ønsket vi å oppgradere anlegget med tilbakemelding på at pumpen går og / eller at det er sirkulasjon i kjølesøyfen, men vi fikk ikke dette gjort på grunn av tidsklemmen. Vi anbefaler derfor at det i fremtiden ville helt klart vært en stor fordel og lagt opp en løsning som ville gitt en tilbakemelding på at det er gjennomstrømning i kjølesøyfen og / eller at kjølepumpen går. Dette kan for eksempel gjøres i både rommet hvor diesel står eller i rommet hvor pumpen befinner seg ved hjelp av en gjennomstrømningsmåler. En annen funksjon som ville vært å foretrekke med tanke på å skape en læringsplattform som gjenspeiler systemene om bord best mulig ville være at man hadde hatt muligheten til å fjernstyre pumpen fra for eksempel Remote Control Stand. Dette er det tilrettelagt for ved at det når står en WAGO PLS i skapet.

7.5 Siemens vs. WAGO

Ved oppstart av prosjektet var Remote Control Stand-skapet koblet opp for et annet prosjekt som hadde stått i samme undervisningsrom. Utgangspunktet var derfor et oppkoblet system som ikke var tilknyttet dieselgeneratoren. Dermed hadde vi to muligheter ved prosjektstart, enten kunne vi bruke Simens PLS-en og utstyret eller benytte oss av WAGO PLS med tilhørende utstyr. KNM/T SSS hadde begge tilgjengelig og til vår disposisjon. Simens PLS er benyttet ombord på fartøy i marinen og ville gjort læringsplattformen mer lik det som møter kursdeltagerne i praksis. Det som veide imot bruken av Simens PLS er vår manglende kunnskap om produktet og at vi ikke hadde tilgang til eksisterende program. Dermed måtte vi ha satt oss inn i produktene og programmeringen før vi begynte oppkoblingen, ettersom vi måtte kartlegge hvilke moduler vi hadde eller trengte. Siden tidsrommet var kort og vi ønsket å få gjort mest mulig, havnet avgjørelsen på at vi skulle benytte oss av WAGO systemet.

Drøfting

Vi har som sagt kjennskap til WAGO systemet igjennom undervisningen på Sjøkrigsskolen og KNM/T SSS hadde i tillegg mange midler tilgjengelig. Med vår bakenforliggende kunnskap, så vi mulighetene som lå rundt dette prosjektet og videre utvidelser som kan gjøres senere. Siden vi kjenner programmet fra før er det bedre forutsetninger for å oppnå vår mål.

7.6 HMI, brukergrensesnitt

Ved Remote Control Stand skapet har vi valgt å benytte oss av WAGO sitt webpanel 7300T, fordi det er designet for å lese visualiseringsprogrammet direkte fra PLS-en. For at læringsplattformen skal bli mest mulig optimal, har vi valgt den største skjermen på 10,1 tommer slik at kursdeltagerne kan få god oversikt. Visualiseringen får utnyttet hele bildet til overvåkning ettersom bryterne er installert på skapdøren. Bryterne kunne også vært programmet til visualiseringen, dette hadde vært en god løsning hvis skjermen var flyttbar. Siden anlegget er fastmontert har vi valgt å bruke ethernetkabel for å innhente informasjon som skal fremstilles på skjermen og benyttet RCS PLS til å innhente bryter signalene. Ethernetkabelen er for å ha mest mulig stabil og rask overføring av signaler. Hvis man skulle hentet visualiseringen trådløst må man koble skjerm og PLS-er til et nettverk. Dette krever også at det blir lagt opp nettverk til rommet hvor læringsplattformen står plassert. Ved å legge inn IP-adressen til PLS-en, vil webpanelet fremstille visualiseringen.

Utformingen av visualiseringsprogrammet er preget av HMI-en som er satt opp på Main Control Stand og Local Operating Panel. Ved utvidelser og utvikling skjer det endringer i fremstillingen, men det skal fremdeles være gjenkjennbart. På forsiden kunne vi programmert ruter som oppgav nåværende verdien til temperatur, trykk eller turtall. Vi besluttet å beholde fremstilling lik som LOP og MCS, altså med manometer. Baktanken er at man skal kunne gå fra det lokale panelet og til visualiseringen og raskere kjenne seg igjen i fremstillingen. Plasseringen av manometrene er heller ikke tilfeldig. Likt som på MCS er temperaturer til venstre, turtallviser er forstørret og i senter, mens trykk verdiene er til høyre. Hvis det er ønskelig å vite mer nøyaktig, kan operatøren klikke seg inn på tracer fanen. På tracer fanene er det brukt grafer for å visualisere hvordan verdiene har endret seg over tid. Dette anser vi som en oppgradering av læringsutbyttet, ettersom det da er mulighet å vise endringer over tid til kursdeltagerne.

Drøfting

Alarm listen er en videreutvikling og endring som vi anser som mer oversiktlig. Alarmene vises med en kort og beskrivende tekst og ikke med lysende symboler som på MCS og LOP. Teksten er ikke tilfeldig, men samsvarer med beskrivelsen av symbolene levert av MTU. På fanen får man opp en liste som viser aktive alarmer, men kan også endre bilde til historikk.

Her får man sett hvilke alarmer som har ligget inne tidligere. Dette anser vi som en oppgradering ettersom man kan se tendenser om hvilke alarmer som kommer jevnlig. Dette er til fordel på motorens levetid, men kan også videre utvikles til en feilsøkingsoppgave for kursdeltagere. Da kan kursholder i forkant simulere alarmer og dermed spørre kursdeltagere hva de tolker ut i fra historikken.

8 Konklusjon med anbefaling

Denne oppgaven har gjennomgått utredning av det eksisterende dieselgeneratorsystemet, konseptutvikling, funksjonstester før modifikasjon, praktisk gjennomføring av utvidelser og til slutt dokumentasjon av det utvidede anlegget. Under utvidelsene av KNM/T SSS sin læringsplattform har fokusområdet vært at dieselgeneratorsystemet skal bli mer sikkert, pålitelig, med et forbedret brukergrensesnitt samt bevare de eksisterende funksjonene. De nye utvidelsene egner seg bra til undervisning og er tilrettelagt for fremtidige bachelor oppgaver, hvor det ikke har gått på bekostning av de eksisterende funksjoner.

Systemtegninger er gjennomgått og kontrollmåling gjennomført for å skape forståelse av hvordan anlegget kan utvides. Systemet har nå et forbedret brukergrensesnitt med digital fremstilling av verdier og alarmer, fremvist på et moderne webpanel. Nå er det tilrettelagt for analysing av verdier over tid og en oversiktlig alarmliste med historikk. Fjernstyringen via Remote Control Stand har sikrere oppstarts kriterier og på Main Control Stand er det montert indikatorer for synlig tilbakemelding av endebrytere. De ny monterte endebryterne med tilbakemelding har vært avgjørende for å forbedre dieselsafety og gjøre læringsplattformen enda mer lik systemene om bord. Utvidelsene har jevnlig blitt testet igjennom prosjektet, slik at vårt sluttresultat er mest mulig pålitelig og for å kontrollere at anleggets eksisterende funksjoner er bevart. Dokumentasjon på utvidelsene er utarbeidet og vedlagt sammen med en komplett oppstart- og nedstengingsprosedyre som sikrer korrekt betjening av dieselgeneratoren.

Når det gjelder våre anbefalinger til videreutvikling av denne opplæringsplattformen ville det vært naturlig å kalibere og funksjons optimalisere det eksisterende anlegget i LOP for videre å konstruere og integrere regulering for dieselen i RCS skapet. Det ville også vært en fordel med tanke på anleggets helhet å konstruere flottører, endebrytere som gir tilbakemelding på helt lukkede ventiler og spjeld samt en gjennomstrømningsmåler for kjølesystemet. Dette ville ikke bare bidratt til systemets helhet men det ville gitt flere muligheter til simulerte øvelser og det ville gitt anlegget ennå mer likhet til anlegg som man vil finne om bord på fartøy.

Konklusjon med anbefaling

Vi anser oppgaven som vellykket nå som læringsplattformen er sikrere, mer pålitelig, modernisert brukergrensesnitt og er tilpasset forsvarets personell som ønsker å utvide eller fornye sin kompetanse.

Referanser

9 Referanser

Wago PFC 100 Kontroller Elementnr. 750-8101

<https://www.wago.com/no/controller/kontroller-pfc100/p/750-8101>

Wago Modul Digital Input 8-kanals 24V DC Elementnr. 750-430

<https://www.wago.com/no/io-systemer/8-kanals-digital-inngang/p/750-430>

Wago Modul Digital Output 8-kanals 24V DC Elementnr. 750-530

<https://www.wago.com/no/io-systemer/8-kanals-digital-utgang/p/750-530>

Wago Modul Analog Input 4-kanals 0-10V DC Elementnr. 750-468

<https://www.wago.com/no/io-systemer/4-kanals-analog-inngang/p/750-468>

Wago Relémodul 24V DC Elementnr. 857-304

<https://www.wago.com/no/relé-og-optokobler-moduler/relémodul/p/857-304>

Wago e!Display 7300T Elementnr. 762-3003

<https://www.wago.com/no/touch-panel/webpanel/p/762-3003>

Wago Endemodul Elementnr. 750-600

<https://www.wago.com/no/io-systemer/endemodul/p/750-600>

Datablad Sharp PC845 Optokobler:

<https://www.bucek.name/pdf/pc815,825,835,845.pdf>

Rosvold, Knut A.

2018. https://snl.no/galvanisk_sille

Lundheim, Lars

2018. https://snl.no/relé_-_elektronikk

Referanser

Fagerdal og Nilsen

2014. Bachelor oppgave: *Brukermanual for opplæringsgenerator*, Bergen: Sjøkrigsskolen.

Hanssen, Dag Håkon

2015. *Programmerbare logiske styringer*, Bergen: Fagbokforlaget Vigmostad og Bjørke AS

DaimlerChrysler Powersystems Off-Highway

2001. *Technical Specification and Scope of Supply 12V 183 TE72*, Germany

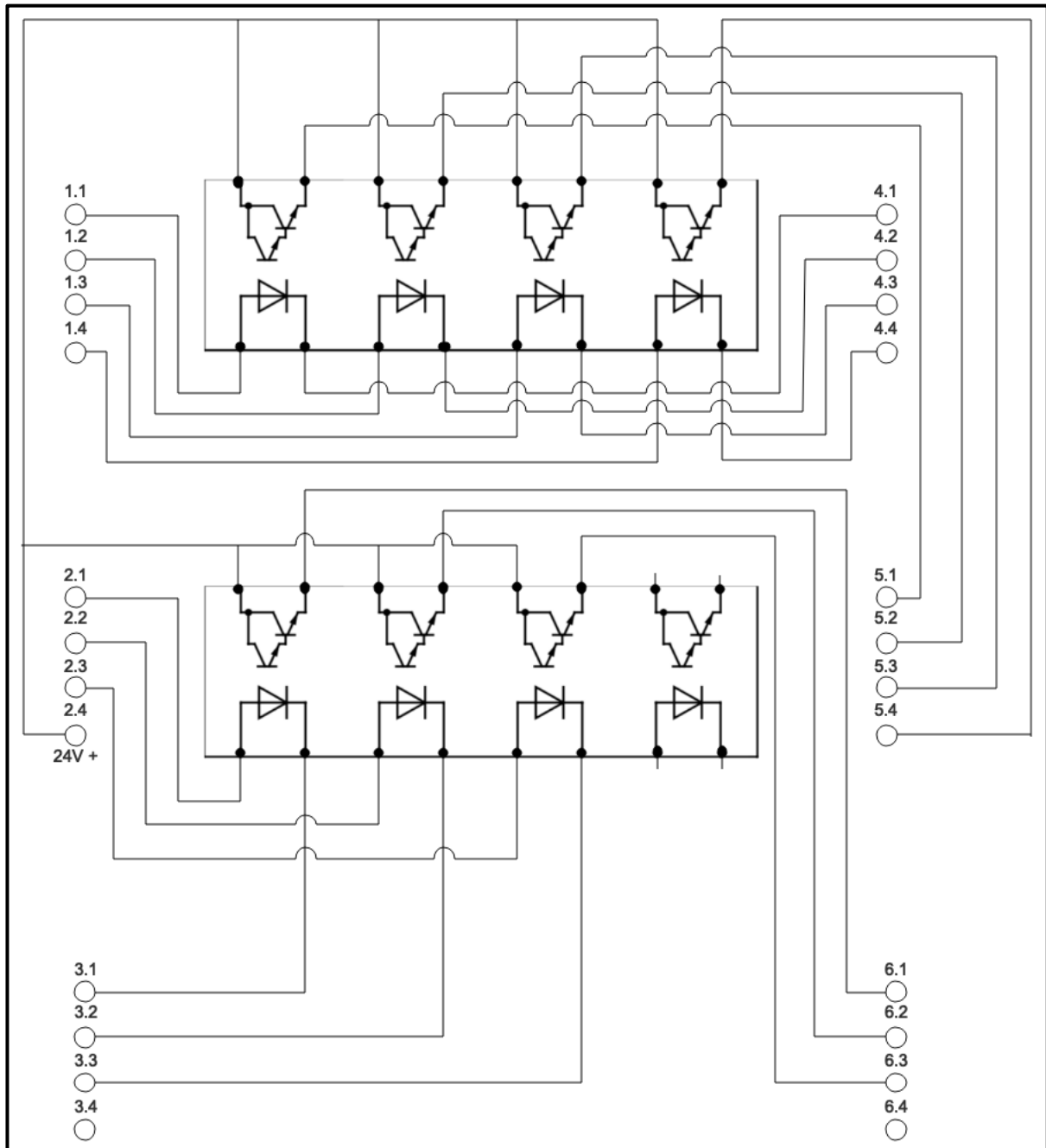
(Perm med dokumentasjon finnes på KNM T / SSS)

Informasjon angående funksjonsblokker og programmering:

e!Cockpit Online Help

10 Vedlegg

a) Optokobler koblingskjema



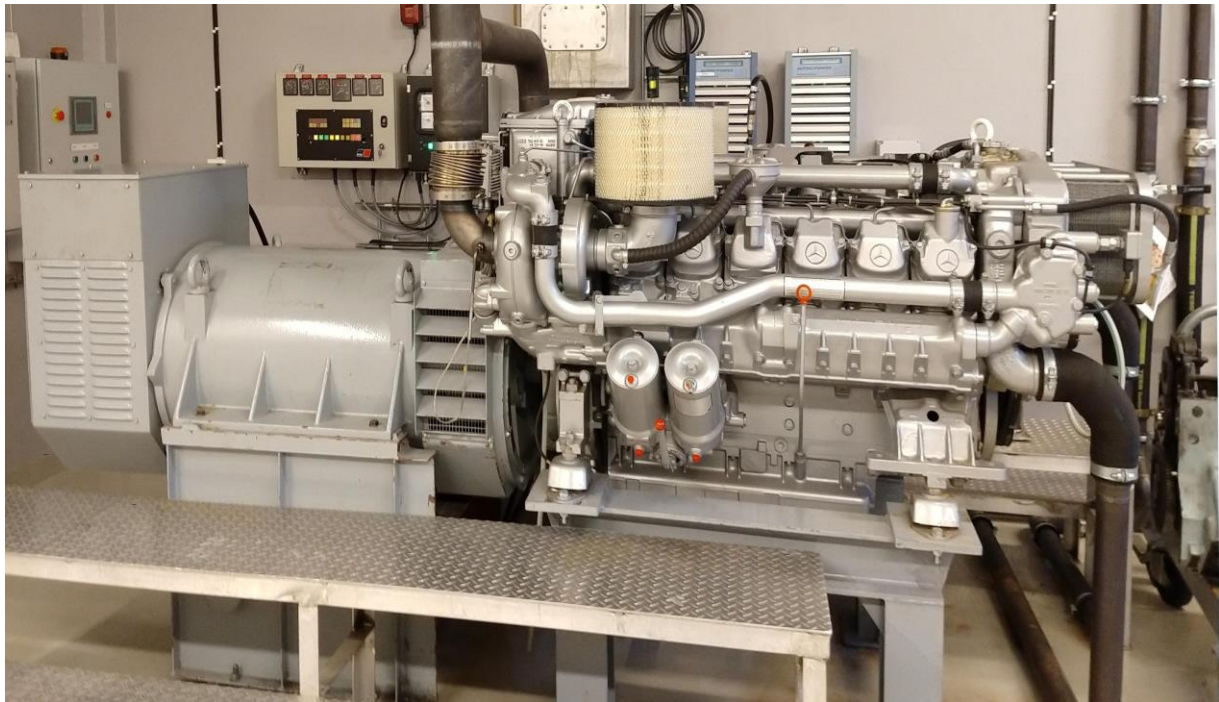
Figur 30. Koblingskjema optokobler.

b) Optokobler inn- og utganger

Benevnelse	INN	UT	Signal fra Optokobler	PLS DI
Optokobler 1				
Coolant Level	1.1	4.1	5.1	1.1
Exhaust Temperature A-Side	1.2	4.2	5.2	1.3
Exhaust Temperature B-Side	1.3	4.3	5.3	1.5
Water Level In Pre Oil Filter	1.4	4.4	5.4	1.7
Leakage Fuel Level	2.1	3.1	6.1	1.2
Gearbox Oil Temperature	2.2	3.2	6.2	1.4
Gearbox Oil Press	2.3	3.3	6.3	1.6
24V +	2.4			
Optokobler 2				
Engine Running n>300rpm	1.1	4.1	5.1	1.8
Gearbox Oil Press SISY	1.2	4.2	5.2	2.3
Raw Water Press Too Low	1.3	4.3	5.3	2.1
Ready For Operation	1.4	4.4	5.4	2.5
System Failure ALSY	2.1	3.1	6.1	2.7
Sensor Failure ALSY	2.2	3.2	6.2	2.2
Sensor Failure SASY	2.3	3.3	6.3	2.4
24V +	2.4			
Optokobler 3				
Airflaps Closed	1.1	4.1	5.1	2.6
System Failure SASY	1.2	4.2	5.2	2.8
Lube Oil Pressure Too Low	1.3	4.3	5.3	3.1
Overspeed	1.4	4.4	5.4	3.3
Temperature Coolant Stop	2.1	3.1	6.1	3.5
Temperature Coolant High	2.2	3.2	6.2	3.7
Pressure Lube Oil Stop	2.3	3.3	6.3	3.2
24V +	2.4			

Tabell 3. Koblingsliste for optokoblere.

Start / Stans-prosedyre for MTU Dieselgenerator (MTU 12V 183 TE 72)



Klargjort for: KNM/T SSS

Klargjort av: Snorre Fløysvik & Cato Solberg

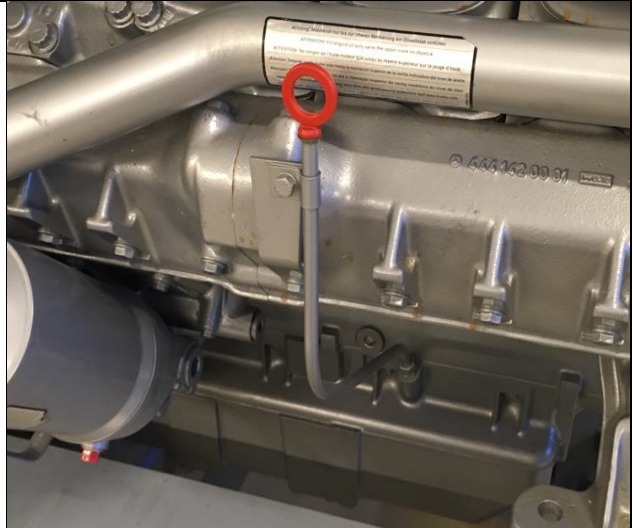
Dato: 29.05.2019

Vedlegg

Dette er en komplett start- og stans-prosedyre for MTU Dieselgeneratoren (MTU 12V 183 TE 72) som er plassert i rom 125 (forre maskinrom) på KNM/T SSS og har til den hensikt å sørge for at alle nødvendige kriterier er tilfredsstilt før dieselen startes.

Oppstarts prosedyre

Peile oljenivået på diesel. Her skal nivået ligge i mellom indikatorene på peilepinnen.



Kjølevannsinns- og utløp kontrollers åpne.



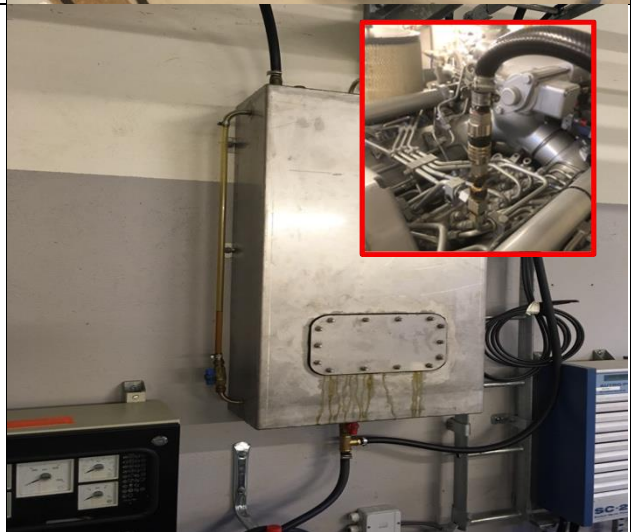
Vedlegg

Rom 123

Den blå ventilen til pumpe 31.03 skal åpnes.
Deretter skal pumpen startes ved at sikkerhets bryter (390.02.31.03) skrues på (settes til 1) og deretter trykkes "start" på panelet . Motoren skal ha en frekvens på 50Hz.
De små ventilene kan brukes til lesking, men dette skal ikke være nødvendig hvis stansprosedyren har blitt utført korrekt.



Sørg for at den røde ventilen i bunnen av dieseltanken er åpnet og at det er noe diesel i nivåindikatoren. Se også over at dieselslangen er hel og at hurtigkoblingen (oppe til høyre på bildet) er koblet til på dieselen.

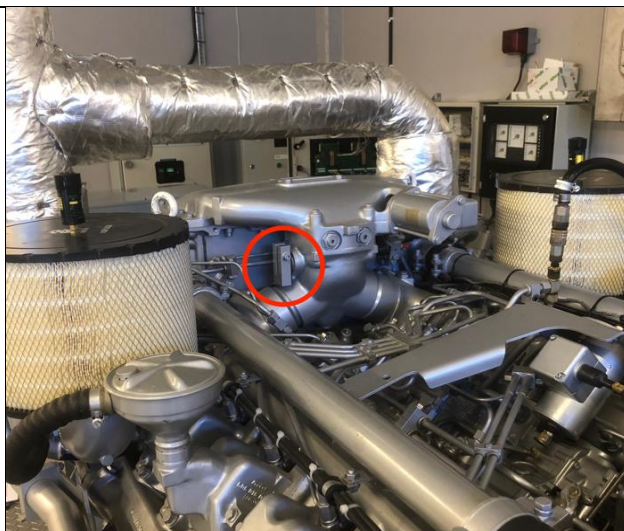


Eksosspjeld kontrolleres åpnet.

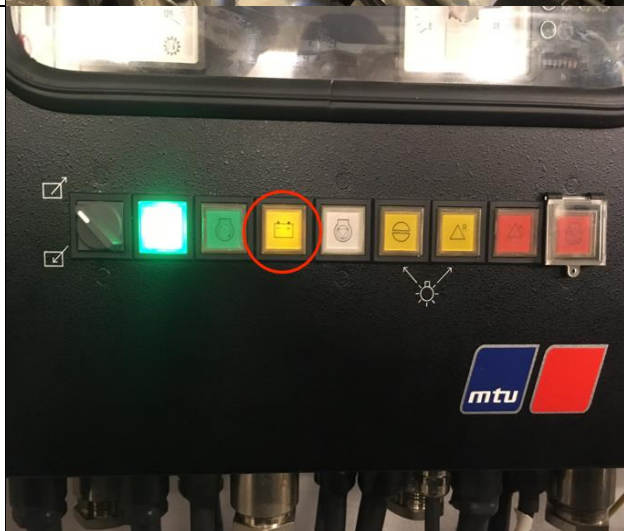


Vedlegg

Nødstop skal ikke være aktivert. Den tilbakestilles ved hjelp av hendelen på bilde.



Kontroller at 24V tilførsel til startermotor er tilstede.



Utkoblingsenheten for branddetektorer befinner seg ved døren. Følg prosedyrene som er festet på utkoblingsenheten.

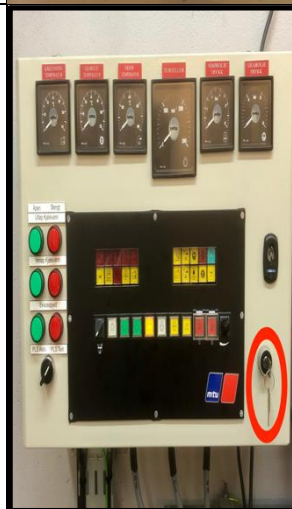


Vedlegg

Kontroller at rød sikring er tatt ut av inngrep og løft opp porten minst 1 meter fra bakken. Sørg for at det er fri rømningsvei.



Hvis det elektriske anlegget er helt skrudd av skal nøkkelteningen vises og en oppstarts sekvens (ca. 20sek) vil kjøres. Når den er gjennomført se over at det ikke er noen alarmer inne og at indikatorene viser ønsket verdi. Velg så om du ønsker å aktivere PLS for å starte systemet fra Remote Control Stand (RCS) eller fra Main Control Stand (MCS). Trykk start.






MCS



RCS

Nedstengnings prosedyre

<p>Når dieselen er <u>stanset</u></p>	
<p>Kjølevannsinns- og utløp skal stenges.</p>	 A close-up photograph of industrial piping. Two vertical pipes are visible, one labeled 'Bunkerflex' and the other 'TE'. Various valves, gauges, and electrical components are attached to the pipes. A blue valve handle is visible on the right side.
<p>Kjølevannspumpen stanses og ventilen (blå) stenges så fort pumpen blir stanset. Dette for å unngå lesking ved neste oppstart. Sikkerhets bryter skrues av (settes til 0). NB! Sørg for at ingen andre apparater bruker kjølevannspumpen når den blir avskrudd.</p>	 A photograph showing two industrial pumps mounted on a concrete base. The pumps are connected to a network of blue pipes. A prominent blue valve handle is in the foreground, partially open. The background shows more piping and a white wall.
<p>Steng av rød ventil i bunnen av dieseltanken.</p>	 A photograph of a large, rectangular metal tank, likely a diesel tank. It is mounted on a metal frame. Various pipes, valves, and electrical connections are visible around the tank. A red valve handle is mentioned in the text as being located at the bottom of the tank.

Vedlegg

Eksosspjeld stenges.



Lukk porten og sett sikring i inngrep.



Aktiver branndetektorene hvis lokalet er røykfritt.



d) Koblingstabell Main Control Stand

Bryter		
Benevning	1	2
S1	FO:1 / X0:1	A1 (RELE 10)

Tabell 4. Koblingstabell bryter, Main Control Stand.

LAMPER		
Benevning	X1	X2
H10	12 (RELE 7)	H11:X2 / H12:X2
H11	14 (RELE 7)	H13:X2 / H10:X2
H12	12 (RELE 8)	H10:X2 / H14:X2
H13	14 (RELE 8)	H15:X2 / H11:X2
H14	12 (RELE 9)	H12:X2
H15	14 (RELE 9)	A2 (RELE 10) / H13:X2

Tabell 5. Koblingstabell lamper, Main Control Stand.

Rele					
Nr.	A1	A2	11	12	14
1	DO 1	14 (RELE 10) / A2 (RELE 2)	X1:13		X1:12
2	DO 2	A2 (RELE 1) / A2 (RELE 3)	X1:39		X1:38
3	DO 3	A2 (RELE 2) / A2 (RELE 4)	X1:42		X1:41 / 14 (RELE 4)
4	DO 4	A2 (RELE 3) / A2 (RELE 5)	X1:44		14 (RELE 3)
5	DO 5	A2 (RELE 4)	X1:46		X1:45
6	DO 6	FO:3 / A2 (RELE 7)	X1:52		X1:51
7	X0:2	A2 (RELE 6) / A2 (RELE 8)	FO:1 / 11 (RELE 8)	H10:X1	H11:X1
8	X0:4	A2 (RELE 7) / A2 (RELE 9)	11 (RELE 7) / 11 (RELE 9)	H12:X1	H13:X1
9	X0:6	A2 (RELE 8) / A2 (RELE 10)	11 (RELE 8) / 24V PLS	H14:X1	H15:X1
10	S1:2	A2 (RELE 9) / H15:X2	0V PLS		A2 (RELE 1)

Tabell 6. Koblingstabell releer, Main Control Stand.

X0			
Ut av MCS	Klemmenr.	Internt MCS	Internt MCS
S90:13	X0:1	S1:1	X0:3
S90:14	X0:2	DI 3:4	A1 (RELE 7)
S91:13	X0:3	X0:1	X0:5
S91:14	X0:4	DI 3:6	A1 (RELE 8)
S92:13	X0:5	X0:3	
S92:14	X0:6	DI 3:8	A1 (RELE 9)
X1:2 RCS	X0:7		11 (RELE 6)
X1:4 RCS	X0:8		14 (RELE 6)

Tabell 7. Koblingstabell rekkeklemme X0, Main Control Stand.

X1			
LOP	MCS	Internt MCS	Internt MCS
X04:5	X1:1	J2:15	
X03:4	X1:2	J2:16	AI 7:3
X04:8	X1:3	J3:3	
X03:7	X1:4	J3:4	AI 6:3
X03:8	X1:5	J3:5	AI 6:4
X01:20	X1:6	J3:6	
X03:1	X1:7	J3:7	AI 7:2
X04:2	X1:8	J3:8	
X01:17	X1:9	J3:9	
X04:18	X1:10	O2:1.4	
X03:43	X1:11	J3:11	AI 6:5
X02:6	X1:12	J3:12	14 (RELE 1)
X02:27	X1:13	J3:13	11 (RELE 1)
X04:16	X1:14	J3:14	
X01:11	X1:15	J3:15	
X04:14	X1:16	O2:2.1	
X04:28	X1:17	O2:2.2	
X04:7	X1:18	O2:2.3	
X04:12	X1:19	O3:1.1	
X04:23	X1:20	O3:1.2	
X04:19	X1:21	O3:1.3	
X04:21	X1:22	O3:1.4	
X04:3	X1:23	O3:2.1	
X04:17	X1:24	O3:2.2	
X04:27	X1:25	O1:1.1	
X04:20	X1:26	O1:1.2	
X04:28	X1:27	O1:1.3	
X04:32	X1:28	O1:1.4	
X04:25	X1:29	O1:2.1	
X04:22	X1:30	O1:2.2	
X04:30	X1:31	O1:2.3	
X04:45	X1:32	O2:1.1	
X04:24	X1:33	O2:1.2	
X04:10	X1:34	O2:1.3	
X04:15	X1:35	J1:11	
X02:28	X1:36	J1:12	AI 7:1
X01:1	X1:37	J2:1	
X02:6	X1:38	J2:2	14 (RELE 2)
X02:10	X1:39	J2:3	11 (RELE 2)
X04:9	X1:40	J2:4	
X02:31	X1:41	J2:5	14 (RELE 3)
X02:14	X1:42	J2:6	11 (RELE 3)
X04:6	X1:43	J2:7	
X02:12	X1:44	J2:8	11 (RELE 4)
X02:5	X1:45	J2:9	14 (RELE 5)
X02:7	X1:46	J2:10	11 (RELE 5)
X02:3	X1:47	J3:2	
X02:1	X1:48	J4:14	
X02:4	X1:49	J3:1	
X02:2	X1:50	J4:13	
X02:17	X1:51	J2:11	14 (RELE 6)
X02:18	X1:52	J2:12	11 (RELE 6)
X04:4	X1:53	J2:13	
X04:11	X1:54	J2:14	
X04:10	X1:55	O3:2.3	
X03:2	X1:56	J4:11	AI 6:2
X03:3	X1:57	J4:12	AI 6:1
	X1:58		
	X1:59		
	X1:60		

Tabell 8. Koblingstabell rekkeklemmer X1, Main Control Stand.

Moduloversikt PLS		
Nr.	Navn	Tilkoblet
DI 1.1	Coolant Level	O1: 5.1
DI 1.2	Leakage Fuel Level	O1: 6.1
DI 1.3	Exhaust Temperature A-Side	O1: 5.2
DI 1.4	Gearbox Oil Temperature	O1: 6.2
DI 1.5	Exhaust Temperature B-Side	O1: 5.3
DI 1.6	Gearbox Oil Press	O1: 6.3
DI 1.7	Water Level In Pre Oil Filter	O1: 5.4
DI 1.8	Engine Running n>300rpm	O2: 5.1
DI 2.1	Raw Water Press Too Low	O2: 5.2
DI 2.2	Sensor Failure ALSY	O2: 6.2
DI 2.3	Gearbox Oil Press SISY	O2: 5.3
DI 2.4	Sensor Failure SASY	O2: 6.3
DI 2.5	Ready for Operation	O2: 5.4
DI 2.6	Airflaps Closed	O3: 5.1
DI 2.7	System Failure ALSY	O2: 6.1
DI 2.8	System Failure SASY	O3: 5.2
DI 3.1	Lube Oil Pressure to Low	O3: 5.3
DI 3.2	P. Lube Oil Stop	O3: 6.3
DI 3.3	Overspeed	O3: 5.4
DI 3.4	Exhaust valve	X01 : 02
DI 3.5	T. Coolant Stop	O3: 6.1
DI 3.6	Coolant in	X01 : 04
DI 3.7	T. Coolant High	O3: 6.2
DI 3.8	Coolant out	X01 : 06
DO 1	Start	A1 (RELE 1)
DO 2	Stop	A1 (RELE 2)
DO 3	Acknowledge	A1 (RELE 3)
DO 4	Reset	A1 (RELE 4)
DO 5	Override	A1 (RELE 5)
DO 6	Emergency Stop	A1 (RELE 6)
DO 7		
DO 8		
AI 6.1	T. Coolant	X01 : 57
AI 6.2	T. Gearbox Oil	X01 : 56
AI 6.3	T. Exhaust A-side	X01 : 4
AI 6.4	T. Exhaust B-side	X01 : 5
AI 6.5	System Ground	X01 : 11
AI 7.1	Engine Speed	X01 : 36
AI 7.2	P. Lube Oil	X01 : 2
AI 7.3	P. Gearbox Oil	X01 : 7
AI 7.4		
AI 7.5	System Ground	X01 : 11

Tabell 9. Moduloversikt Programmerbare Logiske Stylinger, Main Control Stand.

Vedlegg

e) Koblingstabell for Remote Control Stand

Brytere						
Benevning	1	2	3	4	X1	X2
S0	S3:3	D1:3	X1:2	X1:4		
S1	X1:5	DI 1			DO 8	H1:X2
S2			S3:3	DI 4	DO 7	S1:X2
S3			S1:1	DI 2		
S4 (NED)			S3:3	11 (RELE 2)		
S4 (OPP)			S4:3 NED	11 (RELE 1)		

Tabell 10. Koblingstabell brytere, Remote Control Stand.

LAMPER		
Benevning	X1	X2
H1	DO 1	S1:X2
H2	DO 5	X1:17

Tabell 11. Koblingstabell lamper, Remote Control Stand.

Rele					
Nr.	A1	A2	11	12	14
1	DO 3	X1:15	S4:4 OPP	X2:1	
2	DO 4	X1:17	S4:4 NED	X2:3	

Tabell 12. Koblingstabell releer, Remote Control Stand.

X0		
Fra	Klemmenr.	Til
F1:1	X0:1	X0:2
X0:1	X0:2	X1:1
F1:3	X0:3	X0:4
X0:3	X0:4	X1:11

Tabell 13. Koblingstabell rekkeklemmer X0, Remote Control Stand.

X1		
Fra	Klemmenr.	Til
X0:2	X1:1	X1:3
S0:3	X1:2	X0:7 (MCS)
X1:1	X1:3	PLS 24V
S0:4	X1:4	X0:8 (MCS)
X1:3	X1:5	S1:1
	X1:6	
	X1:7	
	X1:8	
	X1:9	
	X1:10	
X0:4	X1:11	X1:13
	X1:12	
X1:11	X1:13	PLS 0V
	X1:14	
X1:13	X1:15	A2 (RELE 1)
	X1:16	
X1:15	X1:17	A2 (RELE 2)
	X1:18	
X1:17	X1:19	H2:2
	X1:20	
X1:19	X1:21	H1:2
	X1:22	
X1:21	X1:23	X2:2
	X1:24	
	X1:25	
	X1:26	
	X1:27	

Tabell 14. Koblingstabell rekkeklemmer X1, Remote Control Stand.

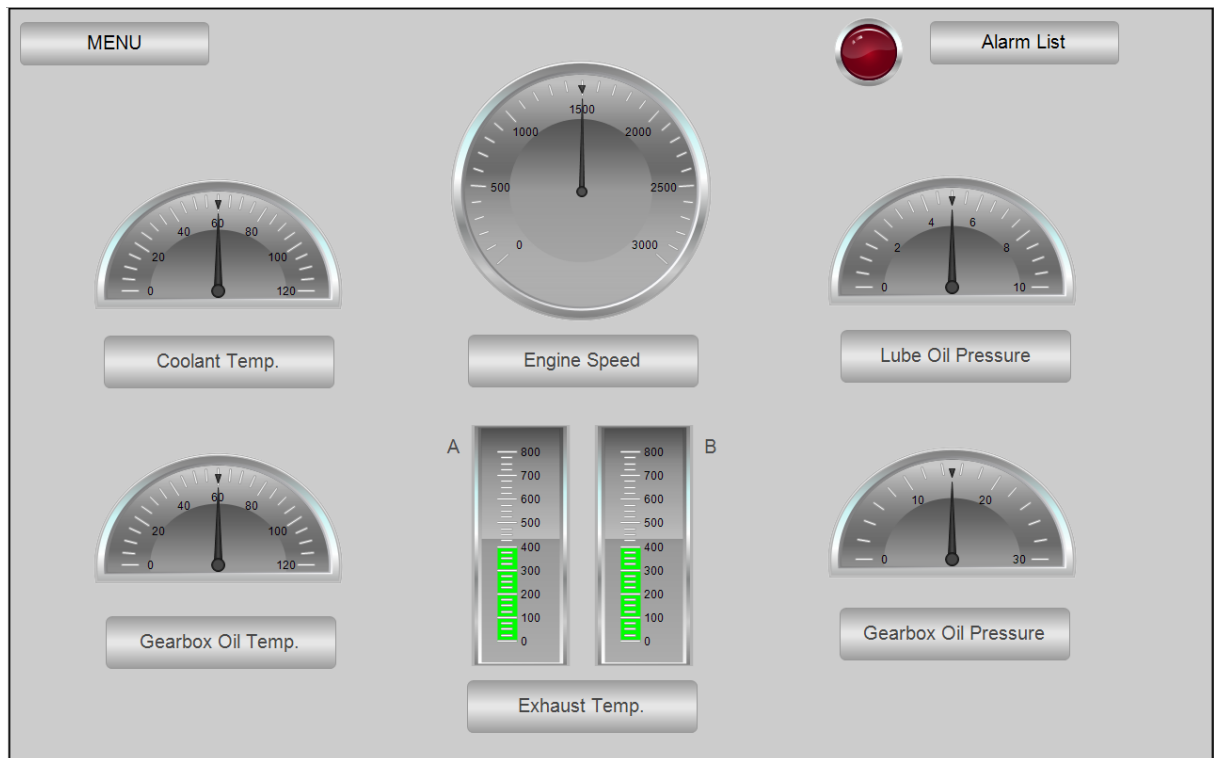
X2		
Fra	Klemmenr.	Til
12 (RELE 1)	X2:1	BRUN
X1:23	X2:2	HVIT
12 (RELE 2)	X2:3	SVART
	X2:4	
	X2:5	
	X2:6	
	X2:7	
	X2:8	
	X2:9	
	X2:10	
	X2:11	
	X2:12	
	X2:13	
	X2:14	

Tabell 15. Kablingstabell rekkeklemmer X2, Remote Control Stand.

Moduloversikt RCS PLS		
Nr.	Tilkoblet	Tilkob Nr.
DI 1	Stopp	S1 : 2
DI 2	Reset Alarm	S3 : 4
DI 3	Nød Stopp	S0 : 2
DI 4	Start	S2 : 4
DI 5		
DI 6		
DI 7		
DI 8		
DO 1	Alarm Lys	H1 : X1
DO 2		
DO 3	A1+ Turtall Opp	R1 : A1
DO 4	A1+ Turtall Ned	R2 : A2
DO 5	Alarmlys O/skap	H2 : X1
DO 6		
DO 7	Lys Start bryter	S2 : X2
DO 8	Lys Stopp bryter	S1 : X1

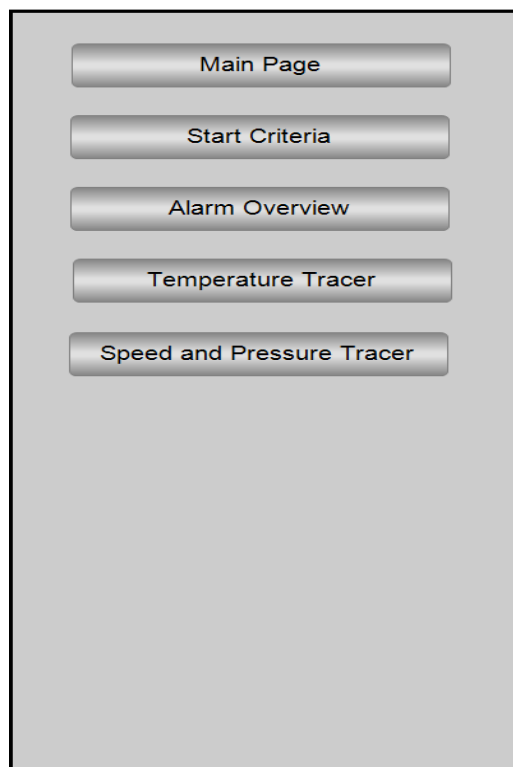
Tabell 16. Moduloversikt Programmerbare Logiske Stryinger, Remote Control Stand.

f) Oversiktsbilde, HMI



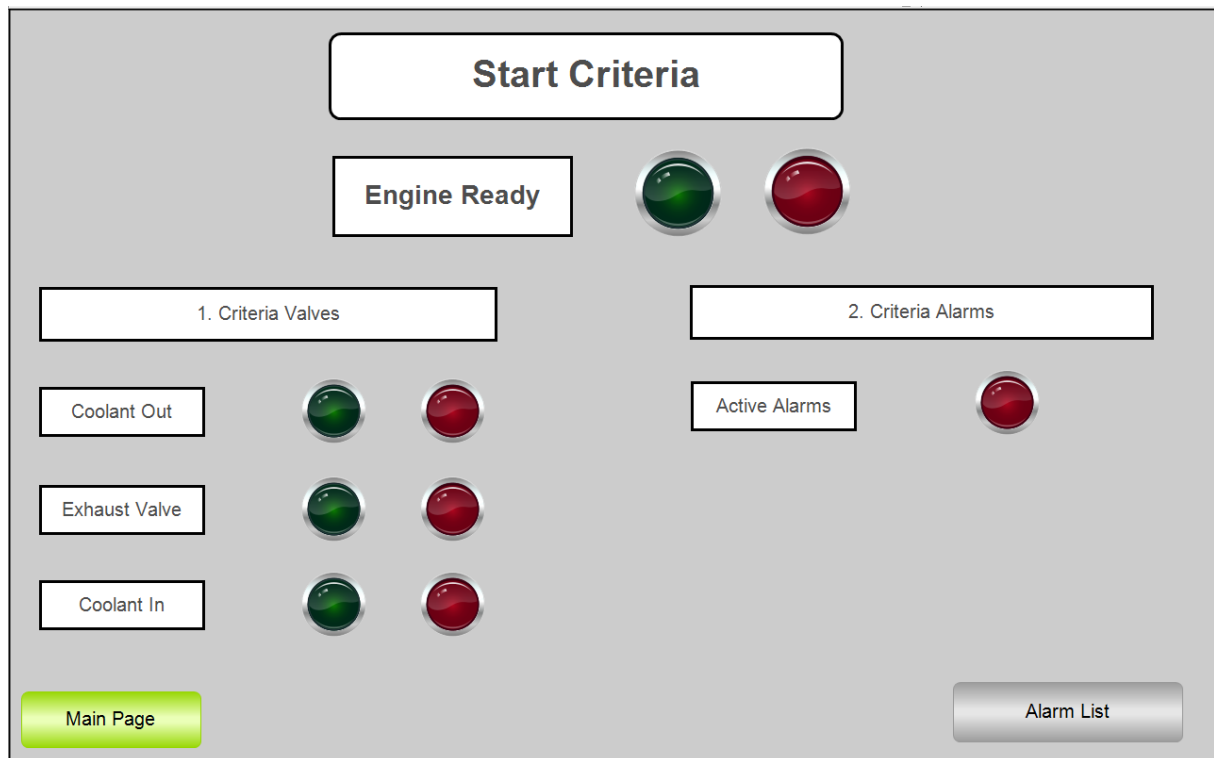
Figur 31. Oversiktsbilde, fremstilt på webpanel.

g) Meny, HMI.



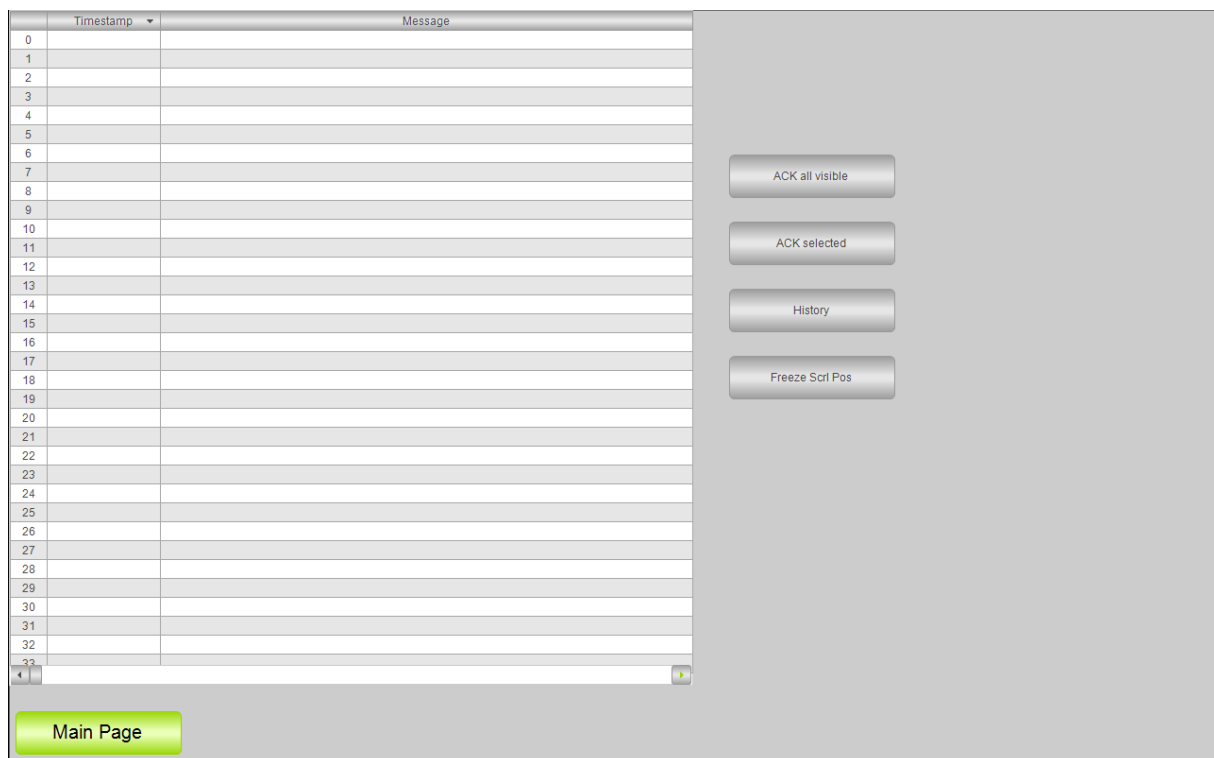
Figur 32. Meny, fremstilt på webpanel.

h) Startkriterier, HMI



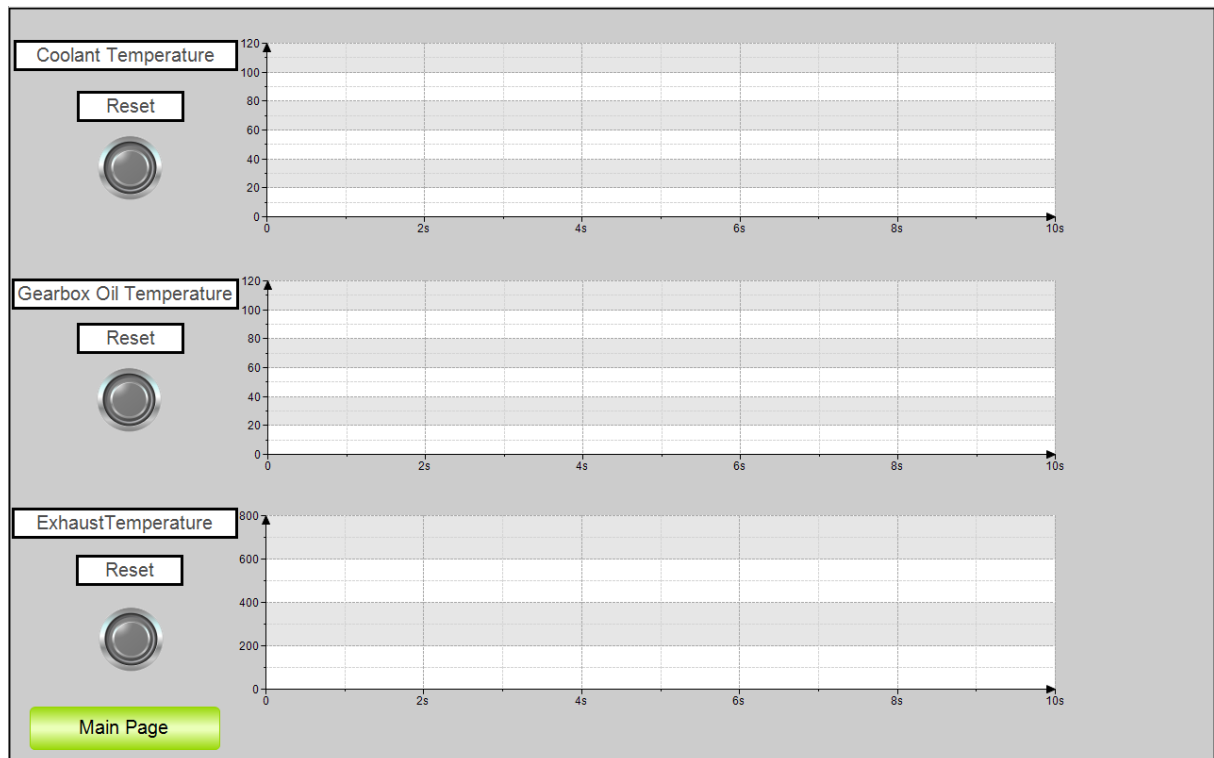
Figur 33. Startkriterier, fremstilt på webpanel.

i) Alarmliste, HMI.



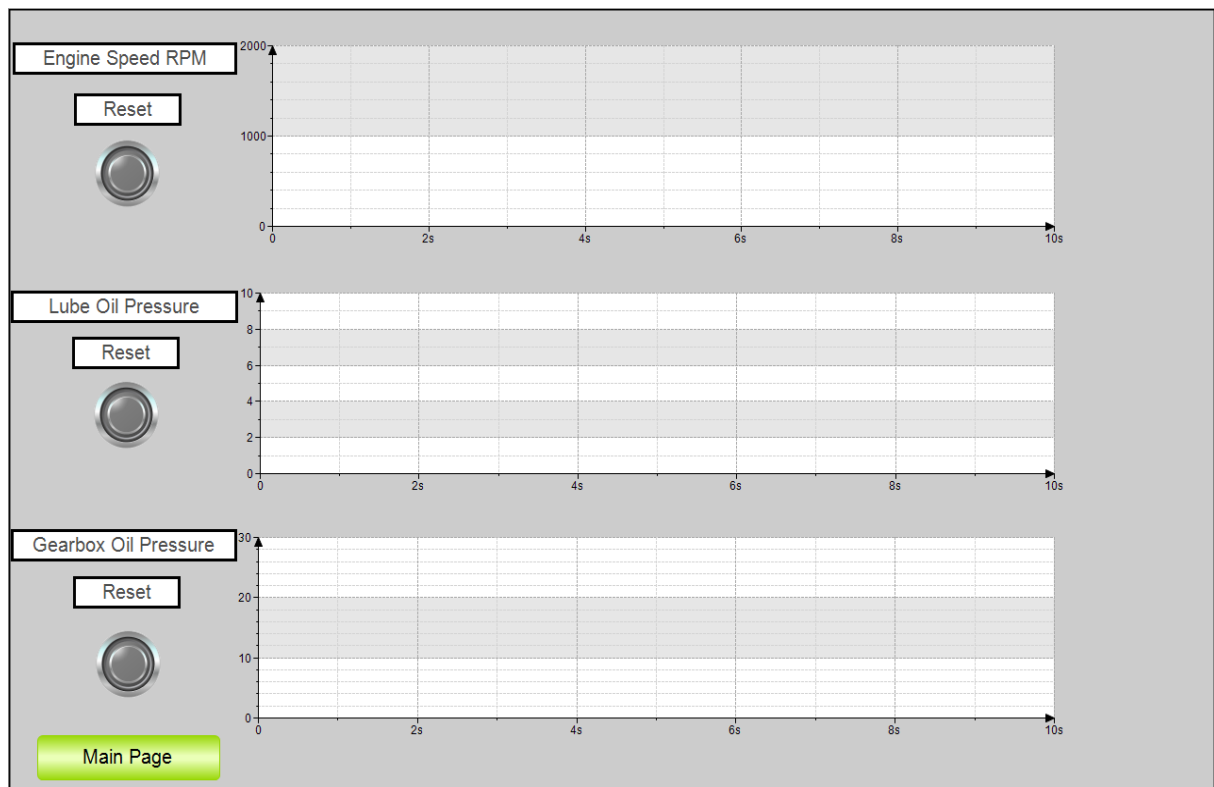
Figur 34. Alarmliste, fremstilt på webpanel.

j) Tracking av temperatur, HMI



Figur 35. Tracking av temperatur, fremstilt på webpanel.

k) Tracking av hastighet og trykk, HMI



Figur 36. Tracking av hastighet og trykk, fremstilt på webpanel.

l) Global variabel list, Main Control Stand

```
1  {attribute 'qualified_only'}
2  VAR_GLOBAL
3  //Variabels used in visualization program, their value is set from Scaling Prog.
4      HMI_Coolant_Temp      : REAL;
5      HMI_Gearbox_Oil_Temp  : REAL;
6      HMI_Engine_Speed     : REAL;
7      HMI_Gearbox_Oil_Press : REAL;
8      HMI_LubeOil_Press    : REAL;
9      HMI_Exhaust_Temp_A   : REAL;
10     HMI_Exhaust_Temp_B   : REAL;
11
12 //Reset buttons internal in Visualization
13     Reset_Coolant_Temp    : BOOL;
14     Reset_Oil_Temp       : BOOL;
15     Reset_Exhaust_Temp   : BOOL;
16     Reset_Engine_Speed   : BOOL;
17     Reset_Lubeoil_Press  : BOOL;
18     Reset_Gearbox_Oil_Press : BOOL;
19
20 END_VAR
```

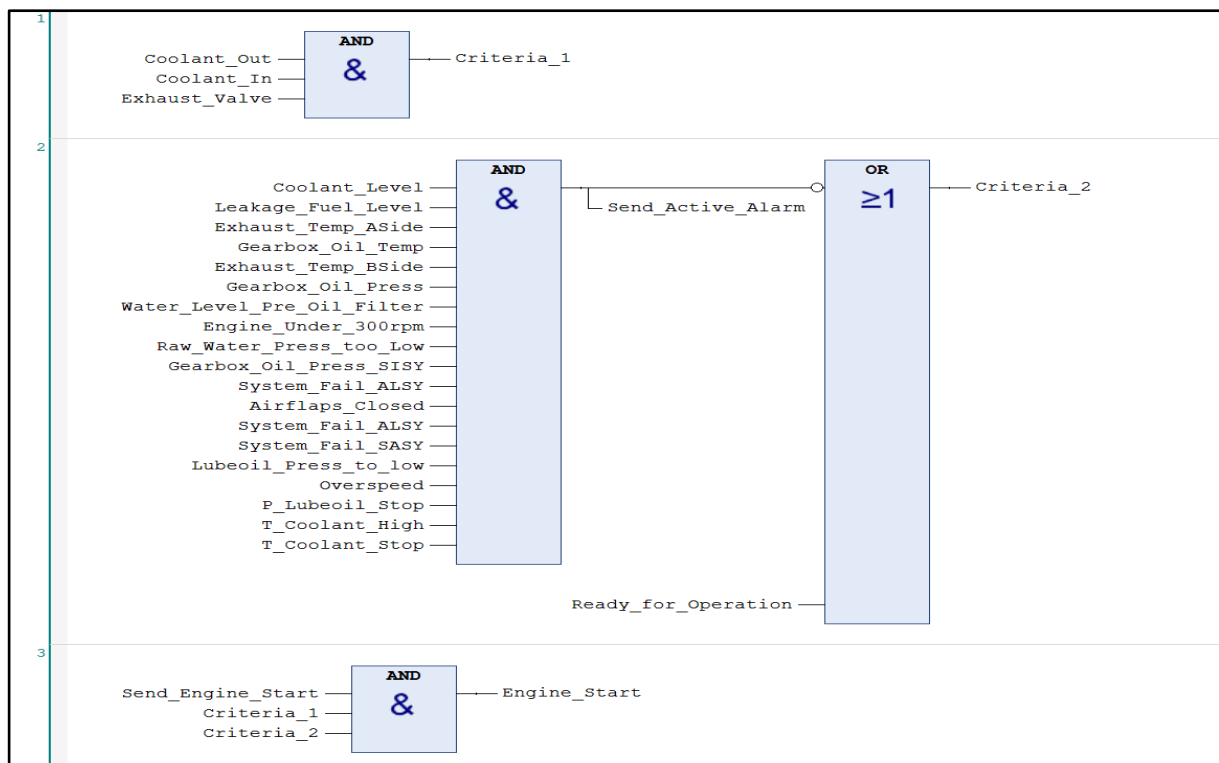
Figur 37. Global variabel list, programutsnitt fra Main Control Stand.

m) Felles variabler, Main Control Stand og Remote Control Stand

```
1  //{attribute 'qualified_only'}
2  VAR_GLOBAL
3  // Digital Input turned into global variables, then sent over to MCS
4  // This is how the two PLC communicate with each other
5      Send_Engine_Stop      : BOOL; // S1 On Door
6      Send_Emergency_Stop   : BOOL; // S0 On Door
7      Send_Alarm_Reset     : BOOL; // S3 On Door
8      Send_Alarm_Acknowledge : BOOL; // On WebVizu
9      Send_Engine_Start    : BOOL; // S2 On Door
10     Send_Override         : BOOL; // On screen
11
12     Send_Speed            : REAL; //Intern variable for engine speed
13     Send_Active_Alarm     : BOOL; //Variable to indicate active alarm
14     Ready_for_Start       : BOOL; //Variable to indicate engine ready for operation
15
16 // Buttons to the MCS alarmlist
17     bAckSel              : BOOL; // Button acknowledge the selected alarm
18     bAckVisible         : BOOL; // Button acknowledge every alarm
19     bHistory             : BOOL; // Button that switches between active alarm list and history list
20     bFreezeScrlPos      : BOOL; // Button that freeze the scroll bar
21
22 (* Internal value to register that the Acknowledge button has been pushed
23    and a SR block to hold the value, unless a new alarm has been activeted *)
24     Hold_Alarm_Acknowledge : BOOL;
25     SR_Acknowledge: SR;
26 END_VAR
27
```

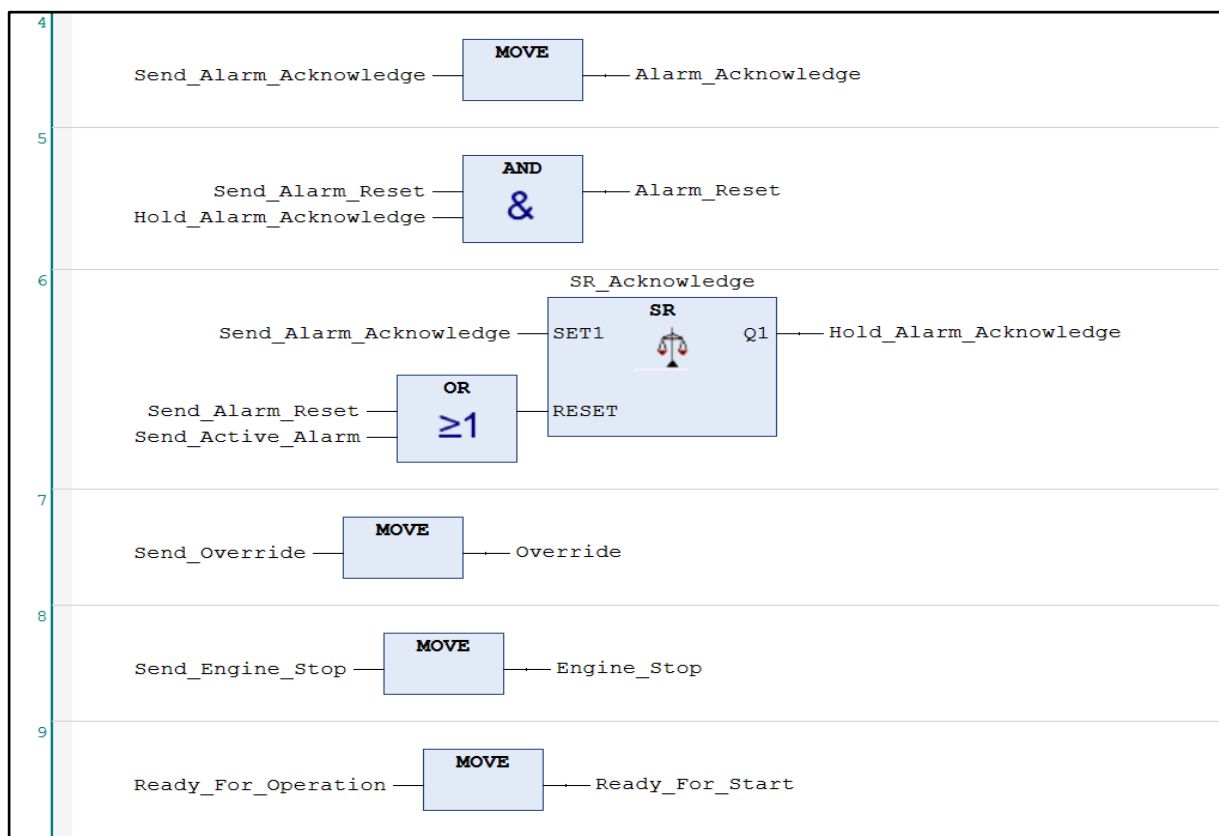
Figur 38. Felles variabelliste, variabler som overfører verdier mellom kontrollene.

n) Startkriterier, Main Control Stand



Figur 39. Startkriterier, programutsnitt av oppstarts kriterier funksjonsblokker.

o) Variabler til brytere, Main Control Stand



Figur 40. Variabler til brytere, programutsnitt funksjonsblokker.

p) Alarmliste, Remote Control Stand

Observation type	Details	Deactivation	Class	Message
🔊 Digital	Coolant_Level = TRUE	<input type="checkbox"/>	Info	Coolant Level
🔊 Digital	Leakage_Fuel_Level = TRUE	<input type="checkbox"/>	Info	Leak Fuel Level Too High
🔊 Digital	Exhaust_Temp_ASide = TRUE	<input type="checkbox"/>	Info	Exhaust Temperature A-Side Too H...
🔊 Digital	Gearbox_Oil_Temp = TRUE	<input type="checkbox"/>	Info	Gear Oil Temperature
🔊 Digital	Exhaust_Temp_BSide = TRUE	<input type="checkbox"/>	Info	Exhaust Temperature B-Side Too Hi...
🔊 Digital	Gearbox_Oil_Press = TRUE	<input type="checkbox"/>	Info	Gear Control Pressure Prewarning
🔊 Digital	Water_Level_Pre_Oil_Filter = TRUE	<input type="checkbox"/>	Info	Water In Pre Fuel Filter
🔊 Digital	Engine_Under_300rpm = TRUE	<input type="checkbox"/>	Info	Engine Running Under 300rpm
🔊 Digital	Raw_Water_Press_too_Low = TRUE	<input type="checkbox"/>	Info	Raw Water Pressure Too Low
🔊 Digital	Gearbox_Oil_Press_SISY = TRUE	<input type="checkbox"/>	Info	Gear Control Pressure Mainwarning
🔊 Digital	System_Fail_ALSY = TRUE	<input type="checkbox"/>	Info	Alarm System Failure
🔊 Digital	Airflaps_Closed = TRUE	<input type="checkbox"/>	Info	Airflaps Closed
🔊 Digital	Sensor_Fail_ALSY = TRUE	<input type="checkbox"/>	Info	Alarm System Sensor Fault
🔊 Digital	System_Fail_SASY = TRUE	<input type="checkbox"/>	Info	Safety System Failure
🔊 Digital	Lubeoil_Press_to_low = TRUE	<input type="checkbox"/>	Info	Lube Oil Pressure Prewarning
🔊 Digital	Overspeed = TRUE	<input type="checkbox"/>	Info	Overspeed
🔊 Digital	P_Lubeoil_Stop = TRUE	<input type="checkbox"/>	Info	Lube Oil Pressure Mainwarning
🔊 Digital	T_Coolant_High = TRUE	<input type="checkbox"/>	Info	Coolant Temperature Prewarning
🔊 Digital	T_Coolant_Stop = TRUE	<input type="checkbox"/>	Info	Coolant Temperature Mainwarning
🔊 Digital	Sensor_Fail_SASY = TRUE	<input type="checkbox"/>	Info	Saftey System Sensor Fault

Figur 41. Alarmliste, programutsnitt av variabelkriterier og alarmtekst.

q) Fjernstyring, Remote Control Stand

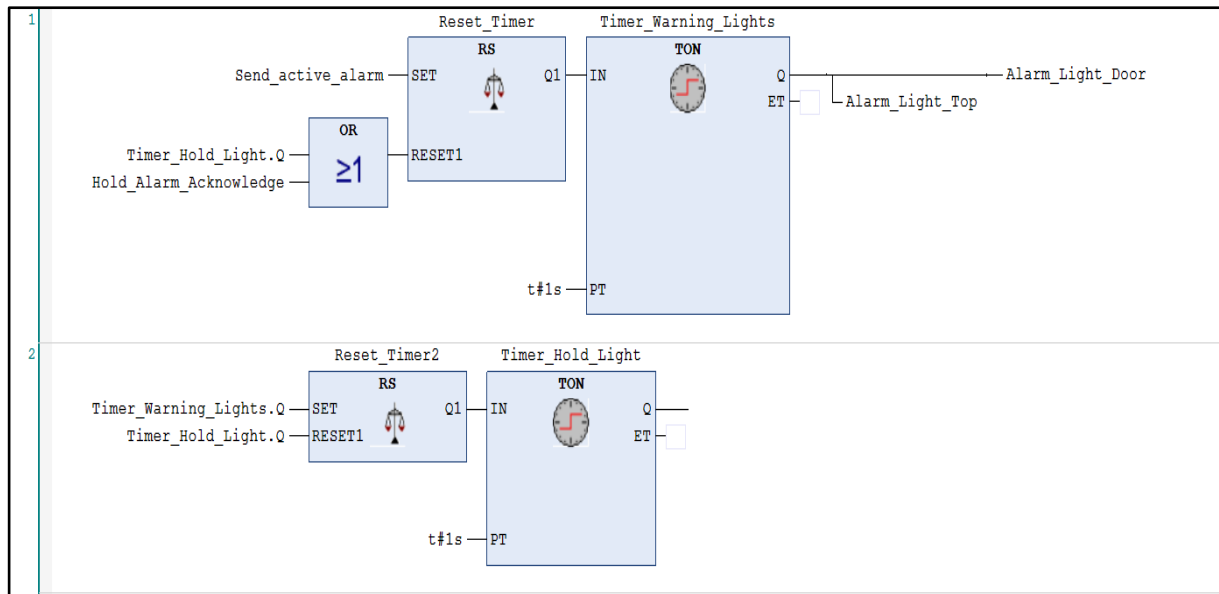
```

1 // The following lines connects the digital inputs to the internal variables
2   Send_Engine_Stop      := NOT Engine_Stop_Door;
3   Send_Emergency_Stop  := Emergency_Stop_Door;
4   Send_Alarm_Reset     := Reset_Alarm_Door;
5   Send_Engine_Start    := Engine_Start_Door;
6
7 //Activates the light in the start button when the engine criteria are fulfilled.
8   Light_Start_Switch   := Ready_For_Start;
9
10 // Saftey for the engine, stops the operator to turn the speed higher then 1900rpm
11   Engine_Speed_Up_Stop S= (Send_Speed > 1900);
12   Engine_Speed_Up_Stop R= (Send_Speed <= 1900);
13
14 // Saftey for the engine, stops the operator to turn the speed lower then 500rpm
15   Engine_Speed_Down_Stop S= (Send_Speed < 500);
16   Engine_Speed_Down_Stop R= (Send_Speed >= 500);
17
18 //Sets the value from button on visualization to the intern variable.
19   Send_Alarm_Acknowledge := bAckVisible;
20

```

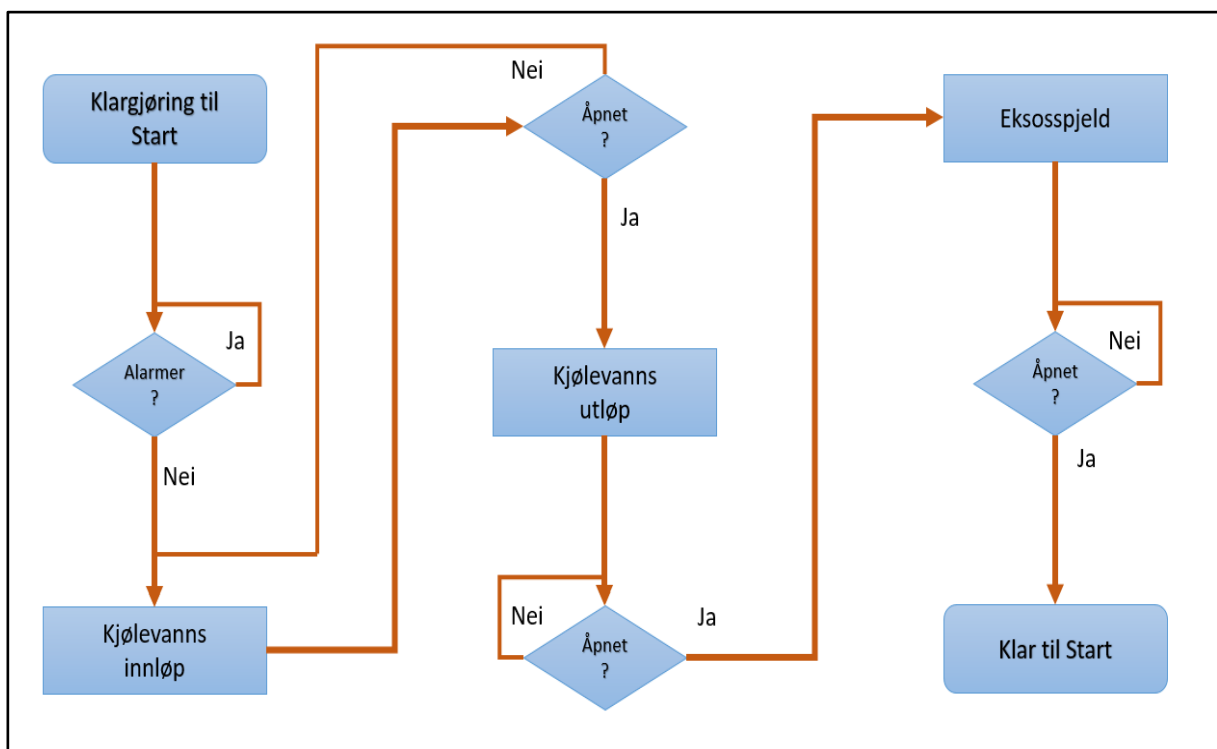
Figur 42. Fjernstyring, programutsnitt strukturert tekst.

r) Varsellamper, Remote Control Stand



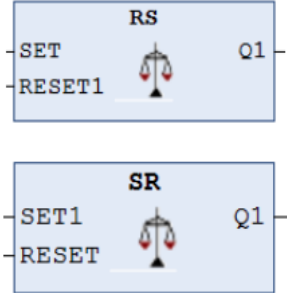
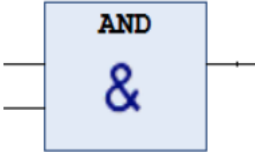
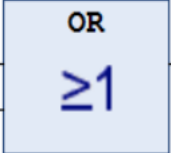
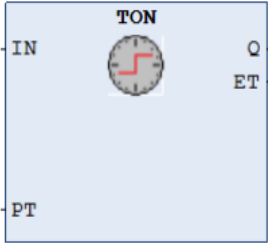
Figur 43. Varsellamper, programutsnitt varsellamper Remote Control Stand.

s) Flytskjema for dieselsaftey, Remote Control Stand



Figur 44. Flytskjema dieselsaftey, oppstarts kriterier ved fjernstyring.

t) Funksjonsblokker

Funksjonsblokker	Beskrivelse
	<p>Funksjonsblokkene RS og SR har relativt lik funksjonsmåte, med unntak av hvilken inngangsverdi som er dominant. «R» står for reset og «S» står for Set, hvilken bokstav som er først er dominerende hvis begge inngangene skulle fått høy verdi samtidig. Figuren under illustrer funksjonsblokken, det er to innganger og en utgang. Fordelen med vippene er at selv med et pulssignal på inngangen, holdes utgangen høy helt til et signal kommer på reset inngangen.</p>
	<p>AND er en funksjonsblokk som sammenligner inngangene. Hvis begge inngangene har høyt signal inn, vil utgangen bli høy. Når kriteriet ikke er oppfylt, blir utgangen lav.</p>
	<p>OR er en funksjonsblokk som kontrollerer alle inngangene. Hvis en er høy eller begge, blir utgangen høy. Når kriteriet ikke er oppfylt, blir utgangen lav.</p>
	<p>TON er en timer som krever at inngangen er høy i en gitt tidsperiode før utgangen blir høy. PT avgjør hvor lang denne tidsperioden er. Utgangen forblir høy til inngangen blir lav.</p>

Figur 45. Funksjonsblokker forklart RS, SR, AND, OR og TON.