

Examensarbete, Högskolan på Åland, Utbildningsprogrammet för Elektroteknik

ÖVERVAKNINGSSYSTEM WÄRTSILÄ 9L20

- För testning av givare och larmnivåer

Niclas Enberg, Lucas Eriksson



2022:04

Datum för godkännande: 14.05.2022

Handledare: Gideon Eklund

EXAMENSARBETE

Högskolan på Åland

Utbildningsprogram:	Elektroteknik
Författare:	Niclas Enberg, Lucas Eriksson
Arbetets namn:	Övervakningssystem Wärtsilä 9L20 - För testning av givare och larmnivåer
Handledare:	Gideon Eklund
Uppdragsgivare:	Allan Johansson

Abstrakt

I detta arbete kommer vi fokusera på testning och felsökning på givare specifikt för en Wärtsilä 9L20.

Bakgrunden och syftet med arbetet är att bygga upp en realistisk arbetsmiljö med testning av givare, larmnivåer och hur man ska gå tillväga för att göra E0-test, för elever på Högskolan på Åland och Ålands sjöfartsakademi.

Nyckelord (sökord)

Övervakningssystem, Wärtsilä, givare, ritningar, moduler, E0

Högskolans serienummer:	ISSN:	Språk:	Sidantal:
2022:04	1458-1531	Svenska	41

Inlämningsdatum:	Presentationsdatum:	Datum för godkännande:
20.04.2022	13.05.2022	14.05.2022

DEGREE THESIS

Åland University of Applied Sciences

Degree Programme:	Electrical Engineering
Author:	Niclas Enberg, Lucas Eriksson
Title:	Monitoring system Wärtsilä 9L20 - For Testing Sensors and Alarm Levels
Academic Supervisor:	Gideon Eklund
Commissioned by:	Allan Johansson

Abstract:
<p>In our thesis we will write about testing and troubleshooting sensors specifically for a Wärtsilä 9L20</p> <p>The background and purpose of this work is to create a realistic working environment with tests of sensors, alarm levels and how to proceed to do the E0-test, for students at Åland University of Applied Sciences and Alandica Shipping Academy.</p>

Key words:
Monitoring system, Wärtsilä, sensors, drawings, modules, E0

Serial number:	ISSN:	Language:	Number of pages:
2022:04	1458-1531	Swedish	41

Handed in:	Date of presentation:	Approved:
20.04.2022	13.05.2022	14.05.2022

INNEHÅLLSFÖRTECKNING/TABLE OF CONTENTS

Ordlista	6
1. INLEDNING	7
1.1 Syfte	7
1.2 Bakgrund	7
1.3 Vår uppgift	7
1.4 Eventuella problem	8
1.5 Metod	8
2. WÄRTSILÄ 9L20	9
2.1 Historia	9
2.1.1 Teknisk data	9
2.2 Placering	10
3. BESKRIVNING AV SYSTEMET	11
3.1 Olika typer av givare	11
3.1.1 Temperaturgivare	11
3.1.2 Tryckgivare	12
3.1.3 Positionsgivare	12
3.1.4 Nivågivare	13
3.1.5 Gränslägesbrytare	13
3.1.6 Hastighetsgivare	13
3.2 Wärtsilä Sensortechnics	14
3.3 Moduler	15
3.3.1 UNIC Control System	15
3.3.2 CCM	15
3.3.3 IOM	17
3.3.4 PDM	18
3.3.5 LDU	18
3.3.6 MCM	19
3.3.7 ESM	20
3.3.8 COM	20
3.4 CAN bus	21
3.5 Elsystemets uppbyggnad	21
4. E0	23
4.1 Syftet med E0	23
4.2 Test av E0	23

4.2.1 Testintervaller	24
5. ARBETE	26
5.1 Förarbete	26
5.1.1 Resultat av förarbete	26
5.2 Övervakning	27
5.3 Planering	30
5.4 Ritningar	30
5.4.1 Ritning över elsystemet	30
6. PRAKTISKT ARBETE	33
6.1 E0-Test	34
7. ANVÄNDNINGSSOMRÅDEN	37
7.1 Utbildningar	37
7.1.1 Övningar	37
8. RESULTAT	39
9. SLUTSATS	40
9.1.1 Syfte	40
9.1.2 Slutdiskussion	40
BILAGOR/APPENDICES	41
Bilaga 1	41
Bilaga 2	44
Bilaga 3	45
Bilaga 4	46
Bilaga 5	47
Bilaga 6	48
KÄLLFÖRTECKNING/REFERENCE LIST	49

Ordlista

ALM	Alarm
Bank	Åtskilja cylinder rader, bank A & bank B
CAN	Controller Area Network
CCM	Cylinder Control Module
COM	Communication Module
E0	Klassning för obevakade maskinutrymmen
ESM	Engine Safety Module
ETO	Electro-technical Officer
GT High	Gas Trip High
GT Low	Gas Trip Low
HFO	Heavy fuel oil
IOM	Input/Output Module
LCP	Local Control Panel
LDU	Local Display Unit
LFO	Light fuel oil
LR	Load Reduction
LVDT	Linear variable differential transformers
mA	Milliampere, mätstorhet
MCM	Main Control Module
Mätområde	Normalt omfång för drift, från lägsta kalibreringspunkten till högsta
PDM	Power Distribution Module
PT	Pilot Trip
SHD	Shutdown
SOLAS	Safety of Life at Sea, internationell konvention
STB	Low Start Block low

1. INLEDNING

1.1 Syfte

Detta arbete har utförts på den nya Wärtsilä 9L20 som har blivit deponerad till Ålands yrkesgymnasium. Meningen med denna maskin är att kunna erbjuda en realistisk arbetsmiljö i givartester och felsökning. Detta arbete kommer göra att eleverna i verklighet kommer kunna kontrollera givare i form av deras användnings- och mätområden.

1.2 Bakgrund

Vi valde detta arbete för att vi själva har gått på Åland sjöfartsakademi och vi anser detta som ett bra övningsobjekt för framtida studerande. Detta är ett jobb som elektriker och maskinister kommer utföra på sina framtida arbetsplatser. Genom de övningar som sker på motorn kommer studerande få en bättre uppfattning om elsystem på en fartygsmotor och dess kringutrustning.

Detta kommer även erbjuda ETO-studerande möjlighet att bekanta sig med utrustningen, vilket är en bra övning då detta kommer vara deras ansvarsområde i framtida jobb.

1.3 Vår uppgift

I detta arbete har vi fokuserat på testning av givare och felsökning av dessa. Detta är tester som utförs på fartyg för att kunna säkerställa att de fungerar som det är tänkt. Vår uppgift har varit att kontrollera elsystemet på motorn och spänningssätta detta. Vi har även undersökt möjligheterna för att simulera givarfel som skall agera som felsökningsmoment för de studerande. Genom testning och felsökning kommer studerande även kunna kalibrera givare.

En uppgift vi har haft är även att undersöka möjligheten för fortsatt arbete på motorn t.ex extern övervakningssystem samt simulera körning.

1.4 Eventuella problem

När vi började arbetet visste vi inte hur komplett motorn var. Detta kunde bidra till problem ifall någon av huvudkomponenterna som t.ex. en modul skulle varit borttagen eller sönder.

När motorn levererades var det delar borttagna från den. Detta kan resultera i att givare som har en viktig funktion vid körning även kan vara borttagna. För att kontrollera detta behöver vi ta del av dokument som visar den kompletta motorn och alla dess givare.

1.5 Metod

Vi började vårt arbete genom att undersöka elsystemet på motorn, kontrollera ritningar och spänningssätta moduler. Genom ritningarna kan vi undersöka vad som finns inkopplat på motorn och vad som eventuellt saknas. Eftersom denna motor kommer från Wärtsiläs laboratorium kan givare vara urkopplade beroende på vad Wärtsilä har gjort för tester på motorn.

Efter undersökning av elsystem måste modulerna undersökas, mäta vad dessa moduler ger ut för signaler, vart dessa signaler kommer och om vi får kontakt med alla delar. När denna del av arbetet är klart är det dags för undersökning av möjlighet för testning av givare och E0.

2. WÄRTSILÄ 9L20

2.1 Historia

Wärtsilä 20 är en fyrtakts dieselmotor som kan drivas med både LFO och HFO. Det finns även DF-modeller (Dual Fuel) vilket betyder att dessa även kan drivas på gas. Bränsletyper kan skiftas under drift utan att störa framdriften. Wärtsilä 20 är en pålitlig och robust motor som har sålt över 6000 exemplar sen den lanserades 1990 (Wärtsilä, 2017).

2.1.1 Teknisk data

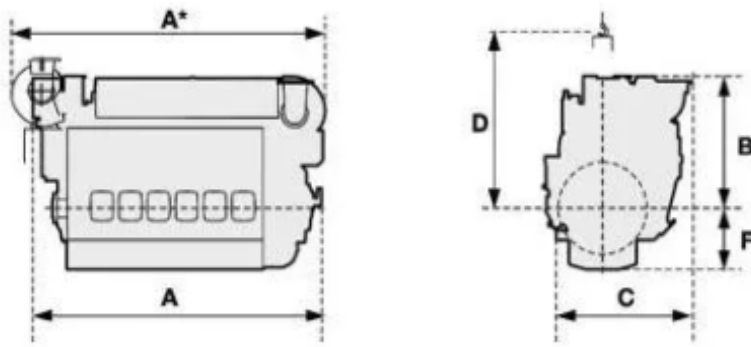
Den tekniska datan angående motorn kan ses i Tabell 1, 2 samt figur 1.

Tabell 1. Teknisk data på Wärtsilä 9L20 (Wärtsilä 20, n.d.).

Cylinder diameter	200 mm
Kolvslag	280 mm
Cylindereffekt	220 kW/cyl
Märkeffekt	1 980 kW/1 200 rpm
Hastighet	1 200 rpm
Kolvhastighet	11,2 m/s
Total höjd	2 424 mm
Total längd	4 261 mm
Total bredd	1 756 mm
Vikt	11,6 ton

Tabell 2. Dimensioner på Wärtsilä 9L20 (Wärtsilä 20, n.d.).

A*	A	B	C	D	F
4 261 mm	4 076 mm	1 449 mm	1 713 mm	1 800 mm	624 mm



Figur 1. Dimensioner på Wärtsilä 9L20 (Wärtsilä 20, n.d.).

2.2 Placering

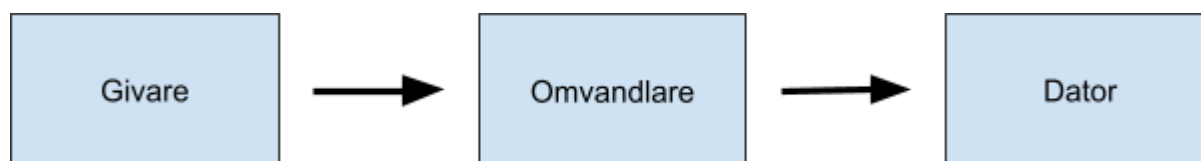
Motorn har blivit deponerad till Ålands yrkesgymnasium från Wärtsilä. Den har tidigare använts i deras laboratorium i Vasa. Motorn har blivit placerad i maskinverkstaden där den skall fungera som undervisningsmaterial för de studerande.

3. BESKRIVNING AV SYSTEMET

3.1 Olika typer av givare

Det finns många olika typer av givare. De vanligaste som brukar finnas på fartygsmotorer är temperaturgivare, tryckgivare, positionsgivare och nivågivare. En givare omvandlar ett fysiskt fenomen vilket kan till exempel vara en temperatur, ljusstyrka eller en kraft. Givarna omvandlar detta fysiska fenomen till en analog spänning eller till en digital signal som man sedan kan läsa av med hjälp av en dator (*Vad är En Sensor Och Vad Gör Den?*, n.d.).

Vanligast är att signalen från givaren går via en omvandlare. Signalbehandlingen i en omvandlare kan variera beroende på omvandlarens komplexitet. Det kan vara en analog signal direkt omvandlad till ett strömvärde eller ett spänningsvärde eller till en digital signal, processen för att avläsa en givare kan ses i figur 2 (*Signalomvandling*, n.d.).



Figur 2. Processen för att avläsa en givare

3.1.1 Temperaturgivare

De vanligaste typen av temperaturgivare på Wärtsilä motorer är termistor givare, termoelement och PT100-givare. PT100-givare används vid temperaturer inom -50 °C till +200 °C men det finns varianter som kan mäta temperaturer upp till +600 °C och så lågt som -200 °C. En PT100-givare ökar resistansen när temperaturen stiger. Vid 0 °C är resistansen 100 Ω, därav namnet PT100.

Sedan finns det även PT1000-givare där resistansen är 1000Ω vid $0 \text{ }^\circ\text{C}$ vilket gör att PT1000-givare är noggrannare än PT100-givare samt att problemet med långa kablar blir mindre eftersom kabelresistansen oftast blir obetydlig (*Temperaturgivare, Teknik Mm, n.d.*).

3.1.2 Tryckgivare

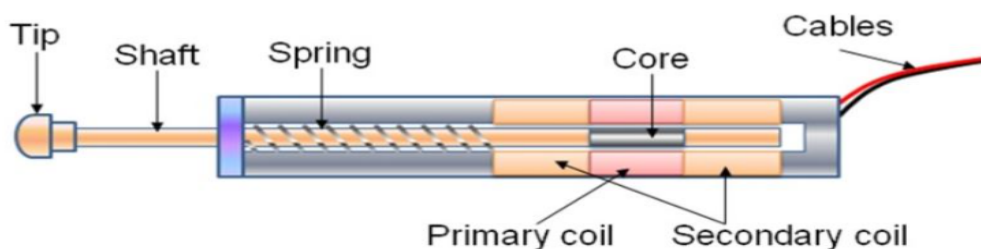
De vanligaste typen av tryckgivare på Wärtsilä motorer är tryckströmbrytare, 4-20 mA-givare och ratiometrisk givare. På en tryckströmbrytare finns det en reglerskruv som ändrar fjäderns styvhet. Vätskan trycker emot en kolv och fjädern. Ju styvare fjädern är desto mer tryck måste det vara för att brytaren ska antingen öppnas eller stängas (West, 2019).

Ratiometriska givare omvandlar det uppmätta trycket till en linjär utsignal. På de flesta ratiometriska givarna överförs signalerna som 10 till 90% av strömförsörjningsspänningen. Till exempel om matningsspänningen är 5V erhålls en linjär utsignal som är 0,5 V vid minsta tryck och 4,5 V vid max tryck (*Vad Innebär Ratiometrisk Utgång T.ex. 0,5...4,5V, n.d.*).

3.1.3 Positionsgivare

De vanligaste typen av positionsgivare på Wärtsilä motorer är kapacitiva givare och lägesgivare (LVDT). Kapacitiva givare består av en elektrod och en metallskärm som fungerar som motelektrod. Det blir ett läckande fält mellan elektroden och skärmen som gör att kondensatorns kapacitans ändras när ett föremål kommer i närheten. Kretsen detekterar förändringen i kapacitansen och ger utsignal när ett föremål kommer in i fältet (*Så fungerar en kapacitiv givare, 2004*).

LVDT-givare är uppbyggda med en magnetisk kärna som rör sig i ett magnetfält som bildas av en spole med två lindningar. Givaren matas med växelspanning för att skapa ett växlande magnetfält. I de flesta moderna LVDT-givare är kretsen inbyggd som skapar växelspanningen och som likriktar utsignalen, se figur 3 (*LVDT, 2019*).



Figur 3. Uppbyggnaden av en LVDT-givare (Thorat, 2019).

3.1.4 Nivågivare

De vanligaste typen av nivågivare på Wärtsilä motorer är tungelement och kapacitiva givare. Tungelement-givare använder man som till exempel på och av brytare för pumpar. Tungelementet är ingjutet i ett hölje av metall eller plast. Det är ett skyddsgasfyllt glaströr med två insmälta kontaktytor som sluter sig blixtnabbt när en magnet närmar sig (*Hemomatik - Magnetbrytare - Allmänt, n.d.*).

Principen för kapacitiv nivåmätning baseras på kapacitans-förändringar i en kondensator. Kapacitiva nivågivare har två stycken plattor med ett mellanrum där vätskan kan röra sig fritt upp och ner. När tanknivån sjunker blir kapacitansen lägre och när nivån stiger blir kapacitansen högre (*Kapacitiv nivåmätning, n.d.*).

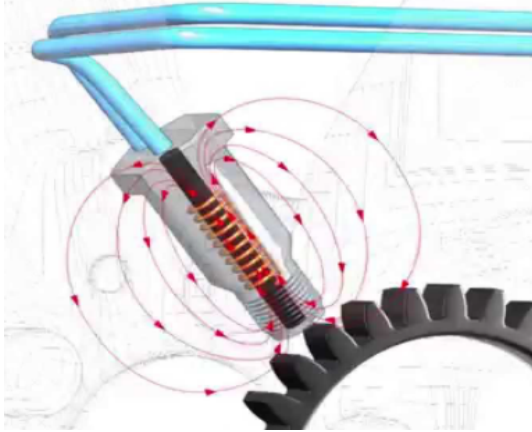
3.1.5 Gränslägesbrytare

De vanligaste typen av gränslägesbrytare på Wärtsilä motorer är induktiv givare och mekanisk brytare. Induktiva givare är uppbyggda med en oscillator och en spole där ett elektromagnetiskt fält bildas vid givarens front. Det induceras eddyströmmar när ett elektriskt ledande föremål kommer in i fältet vilket resulterar i att oscillatoren tappar amplitud. En elektrisk krets i givaren detekterar detta och ändra utsignalen (*Så fungerar en induktiv givare, 2006*).

En mekanisk gränslägesbrytare är uppbyggd med en rörlig del. Om den till exempel trycks in sluter den en brytare och tvärtom.

3.1.6 Hastighetsgivare

De vanligaste typen av hastighetsgivare på Wärtsilä motorer är induktiv givare. Den induktiva givaren består av en stavmagnet med spole runt om med två anslutningar. Varje gång en ferromagnetisk kugg från ett kugghjul svänger förbi givaren, genereras det en spänning i spolen som är proportionell mot det magnetiska flödet, kan ses i figur 4 (*Inductive_speed_sensor_is-C.pdf, n.d.*).



Figur 4. Uppbyggnaden av Induktiv hastighetsgivare.
(Autodata Training, 2015)

3.2 Wärtsilä Sensortechnics

Wärtsilä har en egen standard på hur dom namnger sina olika givare (Bilaga 5).

Bokstavskoderna följer ISO-standarden 3511 del 1 och 2 (Personlig kommunikation).

Första bokstaven berättar **vad** det är som mäts eller kontrolleras.

- PT**201, Lubrication oil inlet **pressure**
- LS**103, Fuel leakage **level** switch
- TEZ**504A, Cylinder A4 exhaust gas **temperature**

Andra bokstaven berättar **hur** det mäts eller kontrolleras.

- PT**201, Lubrication oil inlet pressure, **T** = Transmitting
- LS**103, Fuel leakage level switch, **S** = Switching
- TEZ**504A, Cylinder A4 exhaust gas temperature, **E** = Sensing element, **Z** = Emergency or safety acting

Första nummer kodningen bestäms av följande.

- PT**201, Lubrication oil inlet pressure, **200** serie = Lubrication oil
- LS**103, Fuel leakage level switch, **100** serie = Fuel oil
- TEZ**504A, Cylinder A4 exhaust gas temperature, **500** serie = Exhaust gas system

Sista nummer kodningen bestäms av följande.

PT20**1**, Lubrication oil inlet pressure
LS103, Fuel leakage level switch
TEZ50**4A**, Cylinder A4 exhaust gas temperature

- I vätske- och luftsystem: (serie: 100, 200, 300, 400 och 600)
 - **XX1** = In
 - **XX2** = Ut
 - **XXXA** = Bank (eller B, V-motorer endast)
- I avgas- och andra system: (serie: 500 och 700 upp till 749)
 - **XX1** = Lager- eller cylindernummer (upp till 10)
 - XC1A eller XC2A, linjärgivare C = cyl, 1/2 = givare, A = bank
 - **XXXA** = Bank (eller B, V-motorer endast)

3.3 Moduler

3.3.1 UNIC Control System

Wärtsiläs nya automationssystem heter UNIC. Detta system hanterar säkerheten på motorn, kontroll- och övervakningssystem. Detta automationssystem har byggts upp för att klara svåra och krävande miljöer som det blir runt en marinmotor, vilket Wärtsilä har fokuserat på temperatur- och vibrationstålighet. Detta gör att systemet kan vara monterat direkt på motorn och minska mängden kablar runt maskinen och storleken av installationen.

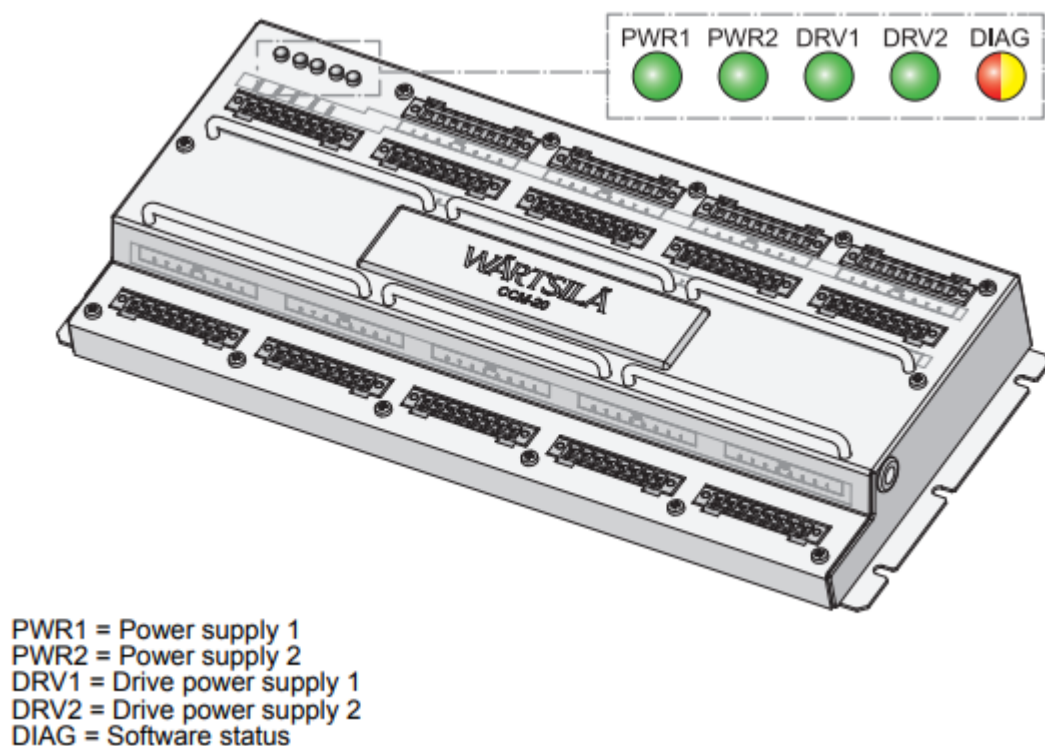
Detta system gör att mätning av redundans och feltoleransen blir bättre. Sensorer och ställdon är designade att vara pålitliga, lätta att kalibrera och göra service på. Kablar som har en god motståndsförmåga mot temperaturer, vibrationer och elektrisk störning används (Wärtsilä, Marine Solutions, 2020).

3.3.2 CCM

För att styra insprutning av bränsle i motorn används så kallade CCM-moduler. Detta står för *Cylinder Control Module* som övervakar och styr allting som har med förbränningen av

bränsle att göra till exempel tryck och knackningar. Dessa moduler varierar i antal beroende på antalet cylindrar, på denna motor finns det 3 stycken. Dessa styr även öppning och stängning av insugsventiler (Wärtsilä, 2016).

Hur denna modul och dess indikeringslampor ser ut kan ses i figur 5.



Figur 5. Bild på CCM samt dess indikeringslampor (Personlig Kommunikation)

På de flesta moduler (*CCM, IOM och MCM*) finns det indikeringslampor. Dessa indikerar om modulen har matning (Figur 5).

De fyra första dioderna lyser endast grönt om de är spänningssatta. Den femte dioden har olika färger och sken beroende om bootloader körs (Figur 6).

Table 23-5 Hardware-controlled LEDs

LED	Indication	Description
PWR1	Green	Power supply 1 to the module and sensors is working.
PWR2	Green	Power supply 2 to the module and sensors is working.
LOG	Green	Power supply to module logics and microprocessor is working.
I/O	Green	Power supply used for module's I/O is working.

Table 23-6 Software controlled two-colour LED (DIAG)

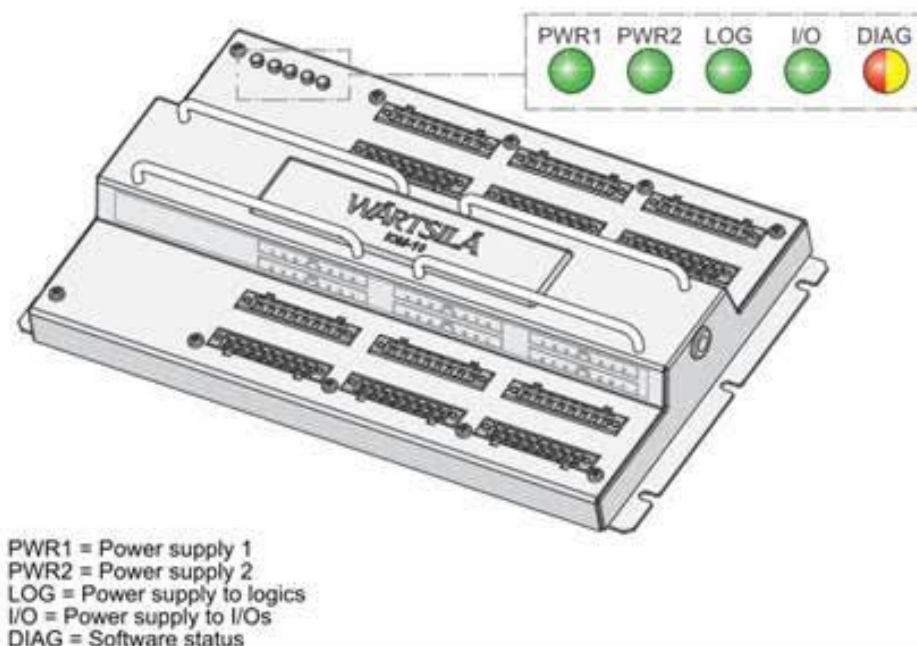
Indication	Description
Yellow, flashing	Application software is running.
Red	Bootloader 1 is running and waiting for connection.
Red, flashing	Bootloader 1 has established connection with the downloading tool/Wärtsilä maintenance tool.
Yellow	Bootloader 2 is running and waiting for connection, or software is in lockup.
Yellow and red, flashing	Bootloader 2 cannot find application; waiting for connection.
Off	No software is running.

Figur 6. Beskrivning av dioder (Personlig kommunikation)

3.3.3 IOM

Input/Output Modules används för att samla in analoga, binära och frekvenssignaler. Denna modul styr också ventiler såsom waste-gate och LT/HT-termostaten (Wärtsilä, Marine Solutions, 2020) .

Hur denna modul och dess indikeringslampor ser ut kan ses i figur 7.

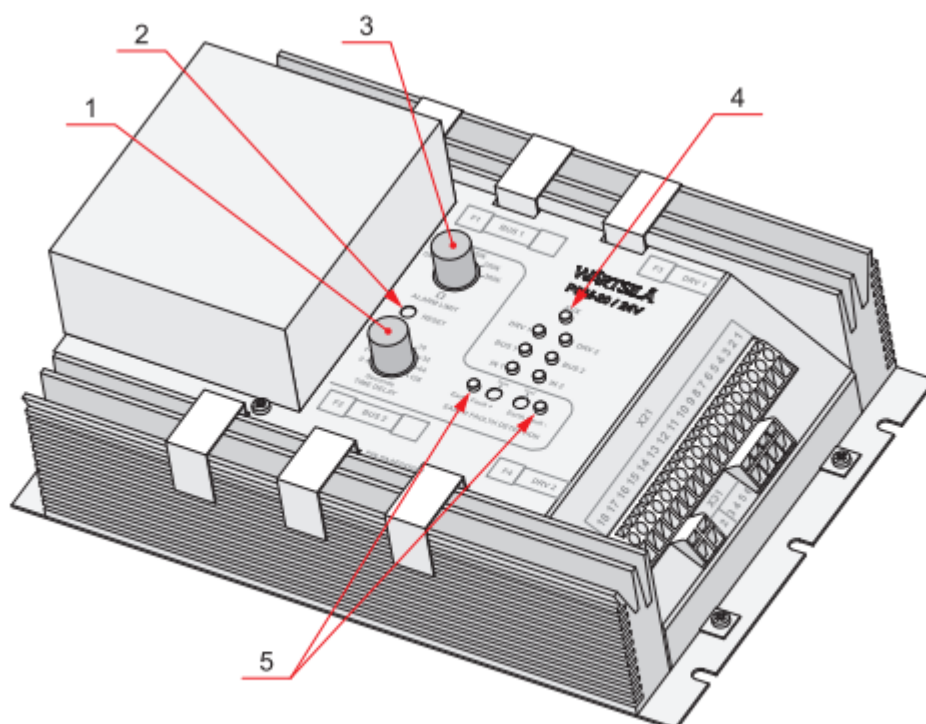


Figur 7. Bild på IOM samt dess indikeringslampor (Personlig kommunikation)

3.3.4 PDM

Power Distribution Module är en modul som spänningssätter systemet, den filtrerar spänningen och skyddar elsystemet och dess komponenter mot höga strömmar. Denna modul mäter även jordfel och skyddar kretsarna mot eventuella jordfel (Wärtsilä, 2016).

Hur denna modul ser ut kan ses i figur 8.

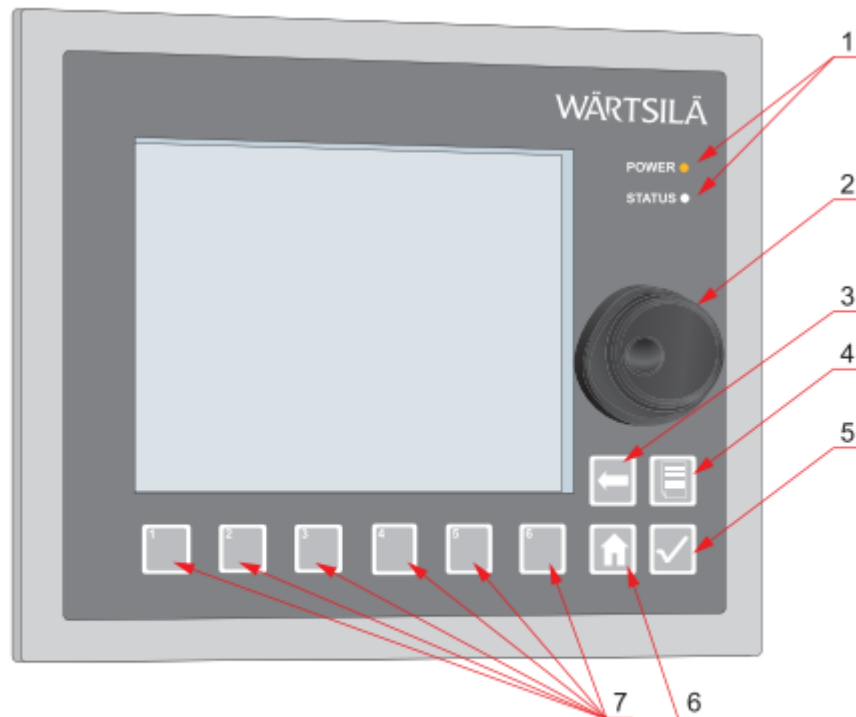


- | | |
|----------------------------|---|
| 1 Time delay | 4 LED indicators for input supply voltage and fuses |
| 2 Reset button access hole | 5 LED indicators for earth faults |
| 3 Alarm limit | |

Figur 8. Bild på PDM (Personlig kommunikation)

3.3.5 LDU

Local Display Unit är den lokala kontrollpanel som är monterad på motorn. Vid denna är det möjligt att lokalt köra motorn och övervaka den. Övervakningssystemet presenteras i kapitel 5.2 . Hur den lokala kontrollpanelen ser ut kan ses i figur 9.

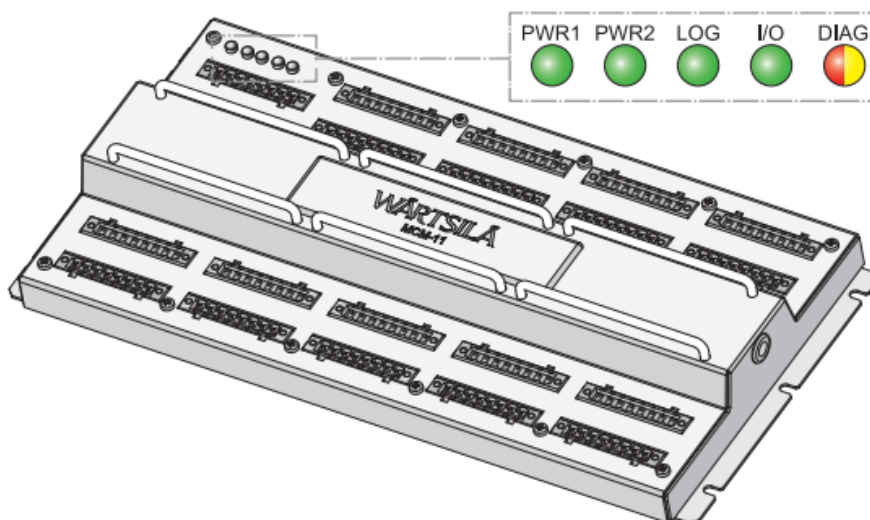


- | | |
|-------------------------|--------------------|
| 1 Power and status LEDs | 5 Accept/enter |
| 2 Rotary knob | 6 Main page |
| 3 Escape/back | 7 Dynamic function |
| 4 Alarms page | |

Figur 9. Bild på LDU (Personlig kommunikation)

3.3.6 MCM

Main Control Module är en modul som samlar in data och kontrollerar Speed/Load-kontrollen, Start/Stopp-hantering och bränslehanteringen. Den tar emot både analoga och digitala in- och utsignaler (Personlig kommunikation). Hur denna modul och dess indikeringslampor ser ut kan ses i figur 10.



Figur 10. Bild på MCM (Personlig kommunikation)

- PWR1 = Power supply 1
PWR2 = Power supply 2
LOG = Power supply to logics
I/O = Power supply to I/Os
DIAG = Software status

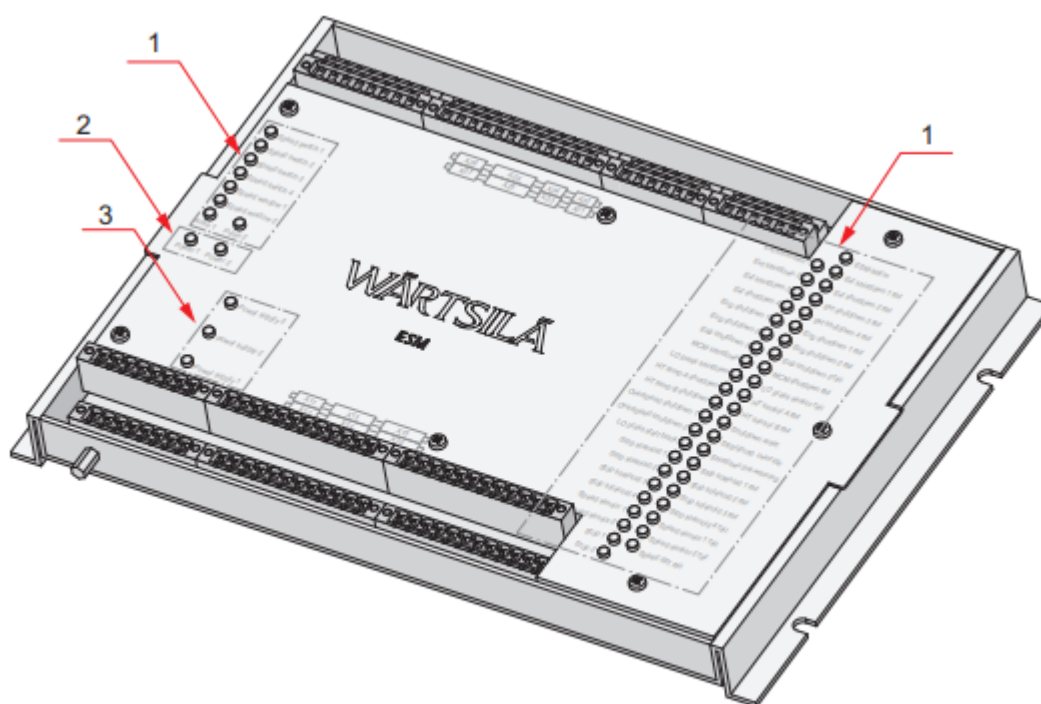
3.3.7 ESM

Engine Safety Module är en modul som används främst som skydd för motorn. Det är denna som gör att motorn stänger av om den känner av:

- Överhastighet
- Lågt smörjoljetryck
- Hög HT kylvattentemperatur

Om en givare går sönder eller får ett fel känner även denna modul av det (Personlig kommunikation).

Hur denna modul och dess indikeringslampor ser ut kan ses i figur 11.



- 1 LED indications for safety actions and the engine status
- 2 Power supply LEDs
- 3 Internal power supply LEDs

Figur 11. Bild på ESM (Personlig kommunikation)

3.3.8 COM

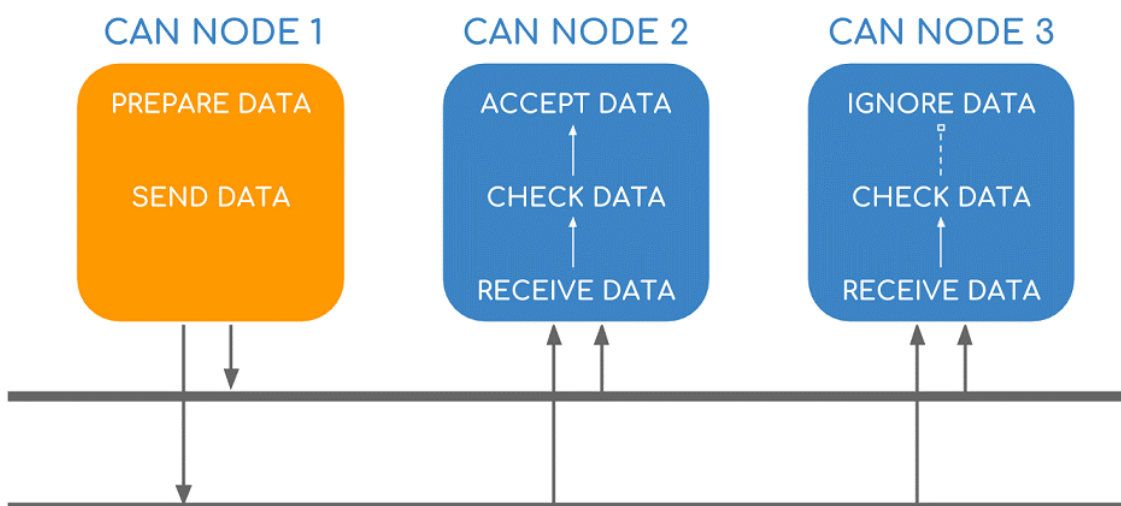
Communication Module används främst som gränssnitt till UNIC. Denna modul mäter även motorhastigheten och positionen. Vid inkoppling av externa kontrollsystem kopplas dessa in i COM-modulen (Wärtsilä, Marine Solutions, 2020).

3.4 CAN bus

Can bus (Controller Area Network) är ett system som gör det möjligt för olika delar av systemet att kommunicera med varandra. När en modul skickar ut information kommer alla moduler att kunna läsa av denna information. Endast den modulen som är programmerad att ta tillvara på den informationen kommer spara det och resten ignorerar det.

Fördelarna med CAN bus är att det är ett enkelt och billigt kommunikationssystem, kommunikationen skickas endast via en kabel och inte via enskilda kablar. Detta system är väldigt robust och passar bra i krävande miljöer (CSS Electronics, 2021).

Detta protokoll kommunicerar via två kanaler, en hög-kanal och en låg-kanal. CAN-bus uppbyggnad kan ses i figur 12.

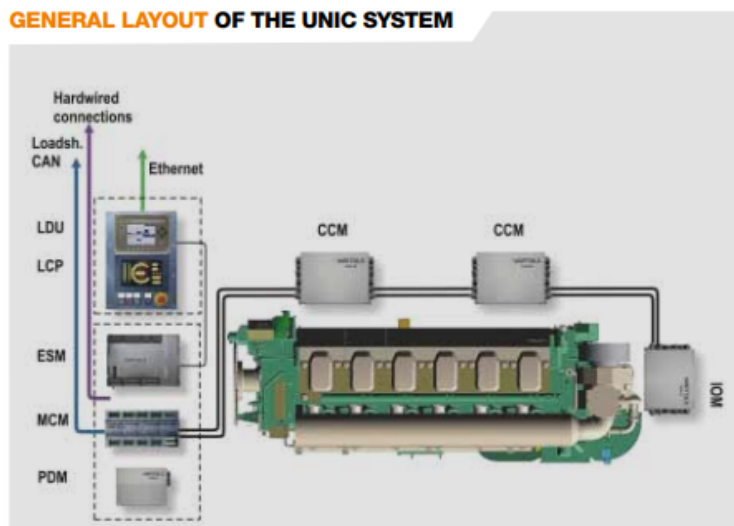


Figur 12. CanBus uppbyggnad (CAN Bus Protocol, n.d.)

3.5 Elsystemets uppbyggnad

För att kunna ha ett komplett automationssystem behövs som tidigare nämnt flera olika delar. Wärtsilä har då utvecklat sitt UNIC-system som tidigare nämnt. Detta för att få ett robust system för motorer som drivs med gas och dual-fuel. Exempel hur detta system är uppbyggt kan ses i figur 13.

I bilden (Figur 13) kan vi se att det enda som är monterat direkt på motorn är *CCM* och *IOM*. Resterande moduler hittas inuti skåp monterade i närhet eller på motorn. På 9L20-motorn är tre stycken *CCM* monterade på sidan av motorn samt en *IOM*. På framkant av motorn finns ett skåp monterade med *LDU* och *LCP* (*Local Control Panel*) samt *ESM*, *MCM* (*Main Control Module*) och *PDM*.



Figur 13. Uppbyggnad av UNIC system (Wärtsilä, 2016).

4. E0

4.1 Syftet med E0

Klassbeteckningen E0 anses uppfylla bestämmelserna i den internationella konventionen för SOLAS för obevakade maskinutrymmen. Alarm måste automatiskt vidarebefordras till bryggan och maskinchefens hytt. Det måste även finnas ett vaktansvarig-överföringssystem och sedan ett övervakningssystem över huvudmaskinerna uppe på bryggan, arrangerat enligt Pt.4 Ch.1(DNV, 2011).

Med E0-klassade fartyg kan man ha obemannade maskinrum vilket underlättar på mindre fartyg då man inte måste ha någon som går vakt nere i maskin, vilket leder till att man kan ha färre personer i besättningen.

4.2 Test av E0

Alla givare som krävs enligt E0-klassningen ska testas regelbundet enligt planen för periodiskt test. Planen för periodisk testning ska identifiera alla givare relaterade till E0-kraven. Planen ska dessutom beskriva hur varje givare ska testas. Där skall de förväntade resultaten även finnas med och även identifiera testintervall enligt D301 (DNV, 2011).

I planen för periodisk testning skall följande information finnas:

- Endast de givare som krävs enligt E0-klassningen och eventuella givare som rekommenderas av tillverkaren av motorn.
- Unika givar-identifiering (tag nummer).
- Servicebeskrivning.
- Mätområde och enhet.
- Larmnivåer, slowdown och shutdown.
- Testintervaller.
- Testmetod (kan vara en hänvisning till en detaljerad beskrivning som även beskriver nödvändig testutrustning).
- Förväntat resultat.
- Journal/logg över utförda tester.

Testandet av givare skall inkludera den fysiska givaren och hela signalslingan, verifiera korrekt funktionalitet, indikering och larm.

4.2.1 Testintervaller

Alla givare för kritiska larm skall testas var sjätte månad, såvida inte mer frekventa tester specificeras av tillverkaren av motorn eller systemet. Detta gäller *shutdownlarm* för huvudmotorer, generatorer och ångpannor. Testintervaller för alla andra givare som krävs av E0-klassningen får inte överskrida 12 månader. Se exempel på figur 14 eller bilaga 3 (DNV, 2011).

DNV E0 Part 6 Chapter 3. Table A5 Control and monitoring of auxiliary engines								
Page	System	Item	Gr 1 Indication alarm load reduction	Gr 2 Automatic start of stand-by pump with alarm ⁹⁾	Gr 3 Shut down with alarm	Comment	Sensor	Checked
22	1.0 Fuel oil system	Leakage from jacketed high pressure pipes	A			Level monitoring of leakage tank or equivalent		
		Fuel oil pressure				When fuel oil treatment system is provided	PT101	
		High/Low temperature or viscosity of heavy fuel oil					TE101	
		Common rail fuel oil pressure					X	
22	2.0 Lubricating oil system	Lubrication oil to main bearings, inlet pressure	IR or IL, LA, LR	AS	SH	Automatic shut down for electric power generating engines. LR is accepted as alternative to SH for auxiliary engines other than driving generators	PT201	
		Lubrication oil to main bearings, inlet temperature	IR or IL, HA				TE700, TE701, TE702, TE703, TE704, TE705, TE706, TE707, TE708, TE709, TE710	
		Common rail servo oil pressure	LA					X
22	3.0 Turbocharger	Speed of turbocharger	IR or IL, HA			Applicable only when the T/C is served by group of cylinders > 1000kW	X	
23	4.0 Cylinder cooling medium	Cylinder cooling inlet pressure or flow	IR or IL, LA	AS		Monitoring of expansion tank level, with alarm at low level, is an acceptable alternative for engines with cylinder power < 130 kW	PT471	
		Cylinder cooling outlet temperature	IR or IL, HA, LR		SH	Automatic shut down for electric power generating engines. LR is accepted as alternative to SH for auxiliary engines other than driving generators	TE402	
23	5.0 Starting air system	Start air pressure	LA				PT301	
23	6.0 Exhaust gas system	Exhaust gas temp after each cylinder ⁸⁾	IR or IL, HA, LR			SH may replace LR for electric power generating engines	TE5011A, TE5021A, TE5031A, TE5041A, TE5051A, TE5061A, TE5071A, TE5081A, TE5091A	
		Exhaust gas temp after each cylinder. Deviation from average ⁸⁾	IR or IL, HA, LR			Chosen LR depends on permissible misfiring condition. SH may replace LR for electric power generating engines	Check LDU	
		Exhaust gas temp before T/C ^{8),*}	IR or IL, HA, LR			The LR is only required when the T/C is served by group of cylinders > 2500 kW. SH may replace LR for electric power generating engines	TE511	
23	7.0 Hydraulic oil system	Leakage from jacketed high pressure pipes for hydraulic operation of valves	A			Level monitoring of leakage tank or equivalent		
23	8.0 / 9.0 engine speed/direction of rotation	Engine speed	IR			For engines other than for electric power generation, local indication is an acceptable alternative	ST198P, ST198S	
		Over speed protection			SH			
23	10.0 Crankcase explosive condition ^{9) *)}	Oil mist detection ⁹⁾	HA		SH	One oil mist detector having two independent outputs for detecting alarm and shutdown is acceptable.	X	
		Other systems than oil mist detection	LR		SH	LR is accepted as alternative to SH for auxiliary engines other than driving generators		

Figur 14. Lathund för testning av E0

5. ARBETE

5.1 Förarbete

Arbetet började med att bekanta sig med motorn i sin helhet, hur system fungerar och hur dessa hänger ihop. Efter detta kunde vi börja med en genomgång av elsystemet. Detta gjordes för att få en uppfattning om vad som fanns inkopplat på motorn och vad som hade tagits bort. Det arbetet gjordes genom att titta i ritningarna modul för modul vad som skulle vara inkopplat på denna. Efter det kunde vi jämföra i verkligheten vad som fanns inkopplat och dokumentera detta. Vid genomgång av ritningar kunde det märkas att en stor del av givarna inte var inkopplade. Detta var förväntat då motorn saknar turbo och motorn även varit en testmaskin. Det vi även kunde se var att alla tryckgivare samt *pilot fuel*-givarna till cylindrarna hängde lösa på motorn.

Efter kontroll och tillbakasettning av lösa kablar kunde vi spänningssätta moduler. Detta gjordes med en 24VDC transformator. Det vi upptäckte var att det saknades kablar mellan modulerna. När systemen var ihopkopplade märkte vi snabbt att en större transformator behövdes. Den vi använde för testning var på 4 ampere. När vi sedan fått tag i en 10 amperes transformator kunde vi använda denna för att mata hela systemet. Totalt drog motorn runt 6 ampere.

Vid spänningssättningen kunde vi konstatera att den lokala panelen på motorn var mera komplett än vi trott. I denna panel kunde vi se alla givare samt deras värden i realtid. Larmgränser kunde även kontrolleras från denna panel.

5.1.1 Resultat av förarbete

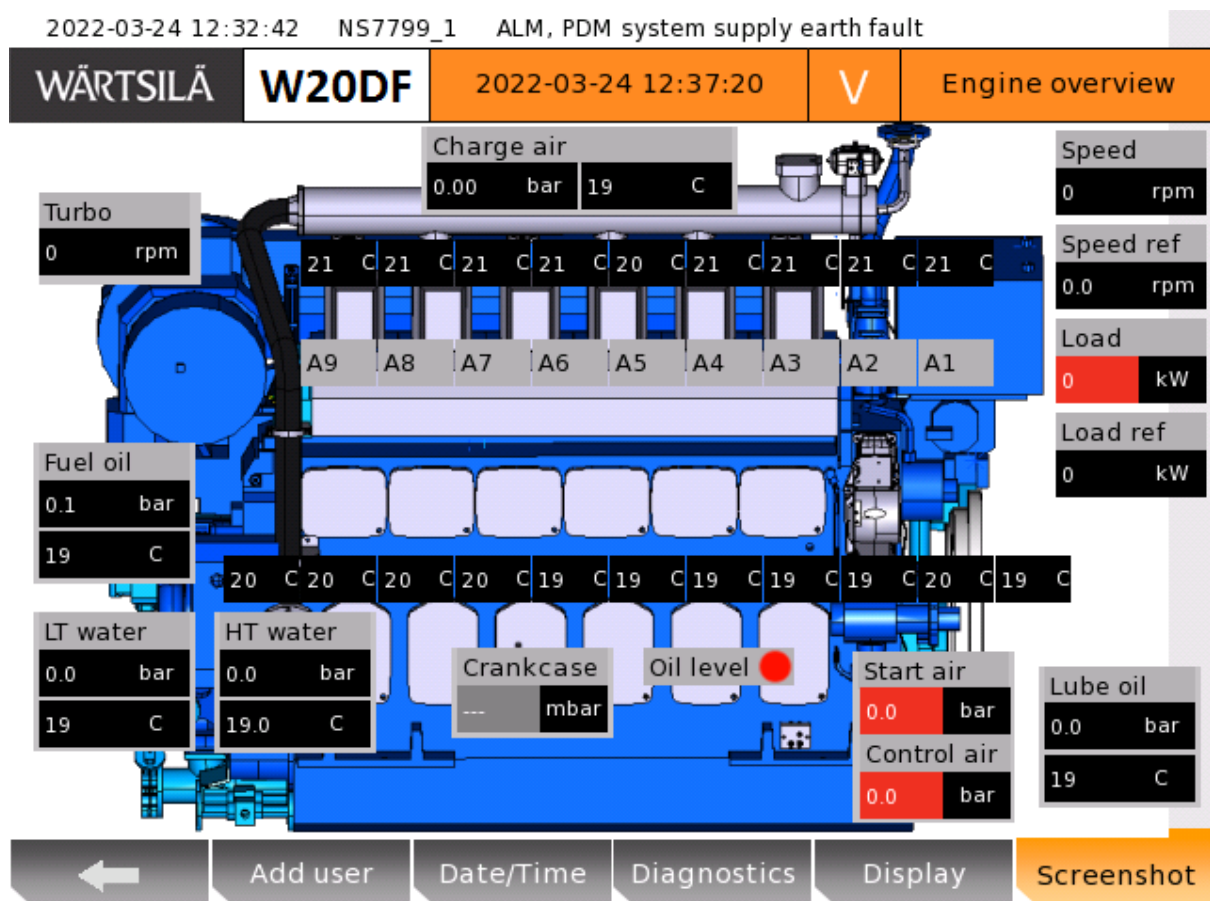
Resultatet av vårt förarbete var lyckat. Vi kunde nu konstatera att elsystemet fungerar med de komponenter som fanns monterade på motorn. Detta var en stor framgång då sjömansskolan inte visste från tidigare om det var möjligt att ha motorn spänningssatt samt om systemet skulle fungera. Detta gjorde att vi kunde fortsätta undersöka de parametrar som skulle vara

intressanta för våra framtida tester. Dessa kunde t.ex vara temperaturgivare och dess gränsvärden.

5.2 Övervakning

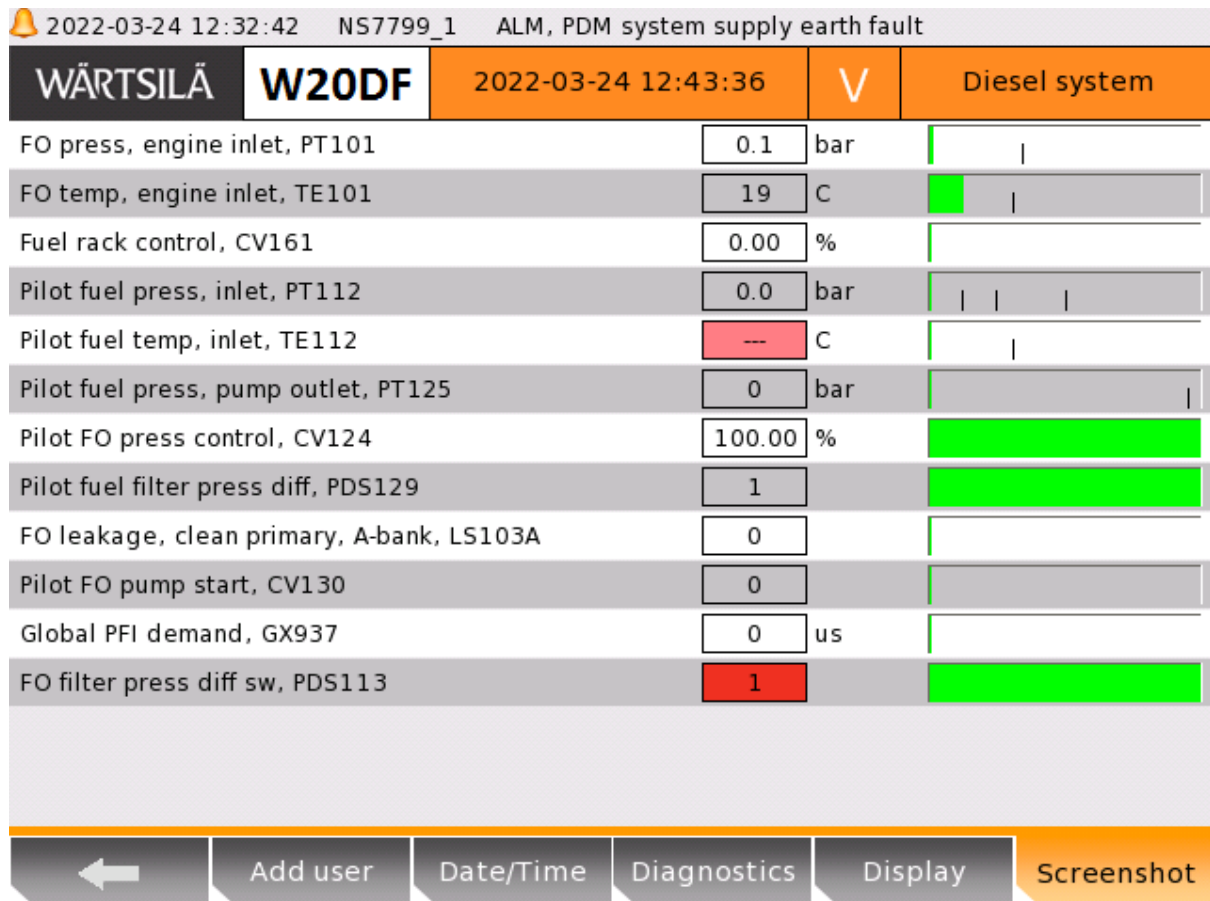
När vi spänningssatt motorn och kunde se att det övervakningssystem som fanns lokalt på motorn var ett system som gav bra översikt över alla mätvärden, tog vi beslut med vår uppdragsgivare att inget externt övervakningssystem skulle byggas i detta läge.

I den lokala panelen eller *LDU* kunde vi nu se på startsidan (Figur 15) en överblick över hela motorn.



Figur 15. Bild över startsidan på den lokala panelen (Wärtsilä övervakningssystem).

På denna bild kan man se de viktigaste värdena vid drift. För en mer ingående övervakning kan man välja vad man vill titta på. I denna vy finns även undermenyer som kan väljas, vid dessa kan man se olika system t.ex bränslesystemets givare och dess värden (Figur 16).



Figur 16. Bränslesystemets lokala sida (Wärtsilä övervakningssystem).

Under denna flik kan man se de givare som finns på bränslesystemet. Här kan man se att det finns olika typer av mätvärden och varje givares larmgräns.

Om vi tittar mera på givare PT112 (*Pilot Fuel Press, Inlet*) kan vi se att denna mäter tryck (*därav sitt namn PT*) och har tre larmgränser. Dessa är ALM low < 4 , ALM High $\Rightarrow 8$ och $PT \leq 2$. Vad detta betyder är att denna ger larm om bränsletrycket ligger under 4 bar och om bränsletrycket ligger över eller lika med 8 bar. PT alarmet står för **Pilot Trip** och betyder att det trippar när bränsletrycket når sin undre gräns på 2 bar. Alla alarm som ligger aktivt och även vilken tid dessa har kommit kan också ses i panelen.

De andra larmgränser som finns är :

- LR - Load Reduction
 - Vill sänka lasten på motorn då en givare ger LR alarm
- GT High - Gas Trip high
 - Höglarm vid gaskörning
- GT Low - Gas trip low
 - Låglarm vid gaskörning
- ALM - Alarm
 - Vanligt alarm
- STB - Low Start block low
 - Start blockerad på grund av för lågt värde t.ex. smörjolja
- PT - Pilot trip
 - Larm om fel på pilotbränsle vid användning av gas som bränsle
- SHD - Shutdown
 - Shutdown signal till motorn

I LDU:n finns även möjlighet att ändra vissa parametrar, detta kan utföras genom att logga in i den vyn som heter *Setup*. I denna kan man ändra inställningar som t.ex datum och tid och IPadressen.

I vyn *Diagnostic-page* är det möjligt att felsöka de olika kommunikationskanalerna (Figur 17).



I denna vy kan vi se att de kommunikationskanaler som finns är *Ethernet 1-3* och *CanBus 1-3* där kanal nummer tre inte används. Om en modul går sönder och behöver bytas ut och den nya modulen inte har rätt programvara kan man ladda ner det från *Download*.

Figur 17. *Diagnostic-page* (Wärtsilä övervakningssystem).

5.3 Planering

Vi pratade ihop oss med vår beställare och handledare vad de hade tänkt sig för idéer med den nya Wärtsilämotorn. Huvudsakligen ville de utnyttja motorn så att eleverna kan få en sån verklig som möjligt laborationsmiljö. Då kom vi fram till att test av givare och E0-test är något som skulle vara mycket lärorikt för eleverna.

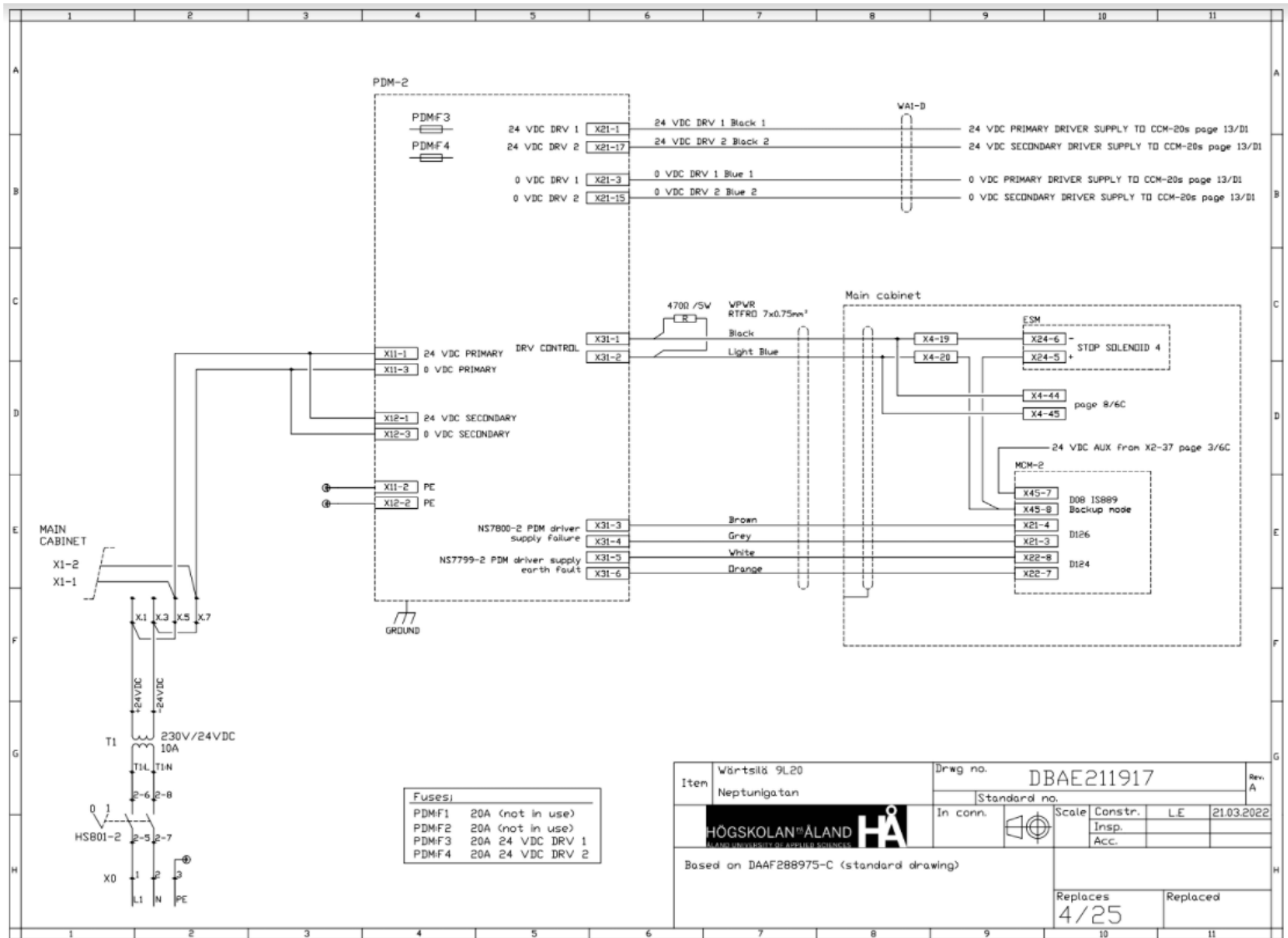
Vi tyckte att det bästa var att börja med att kolla om elritningarna stämmer överens med verkligheten så att vi sedan skulle kunna börja med att få igång övervakningssystemet för att sedan kunna testa de olika givare som finns och även göra ett E0-test.

5.4 Ritningar

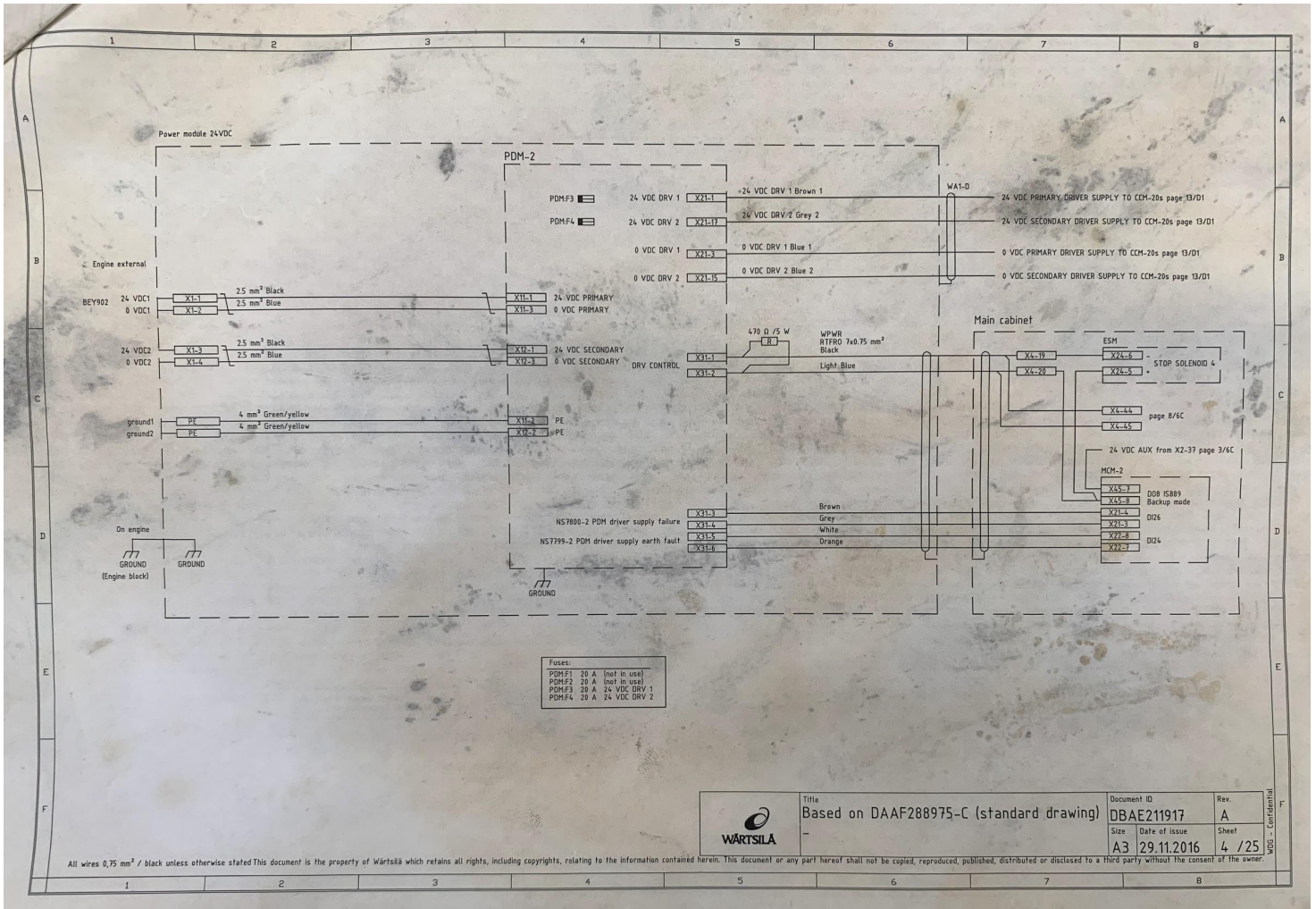
Det var meningen att vi skulle få tillgång till Wärtsiläs kundportal där de samlar alla ritningar och manualer men de hann aldrig få kundportalen klar. Orsaken till att de inte hann fixa kundportalen till oss är till stor del att de höll på och byta lokaler samt när vi var i kontakt med dem så berättade de att de har haft tekniska problem. Som tur var fanns det elritningar i det ena elskåpet som var nästan kompletta, så det underlättade för oss otroligt mycket.

5.4.1 Ritning över elsystemet

Med det nya elskåpet vi byggde (figur 21) fick vi rita upp en komplettering över det nya elsystemet (figur 18, bilaga 6) då vi bland annat la in en transformator som inte fanns tidigare.



Figur 18. Ritning över det nya elskåpet

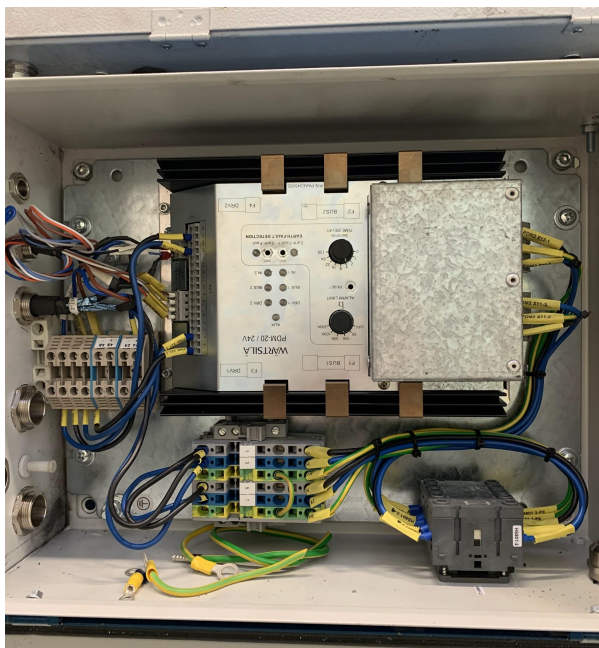


Figur 19. Ritning över det gamla elskåpet

6. PRAKTISKT ARBETE

Efter vårt förarbete kunde vi börja fokusera på den fasta installationen för matning till systemet. Vi valde att vi skulle installera ett nytt elskåp som skulle vara monterat på maskinen. Det fanns ett skåp tidigare monterat som var för litet för att få plats med den nya transformator vi behövde för att spänningssätta system. Det gamla skåpet kan ses i Figur 20.

Det nya skåpet skulle innehålla den 10A-transformator vi kontrollerat att skulle räcka för att försörja hela systemet, istället för att ha denna monterad på annan plats vid sidan om. Det nya skåpet vi använde var ett från Högskolan på Ålands maskinrumssimulator. Detta togs bort då simulatorm renoverades. Det nya skåpet med transformator kan ses i Figur 21. För att sedan få en fast installation tog vid hjälp av de studerande på Sjöfartakademin som drog matningen till skåpet.



Figur 20. Det gamla matningsskåpet som var för litet för den nya transformatorn.



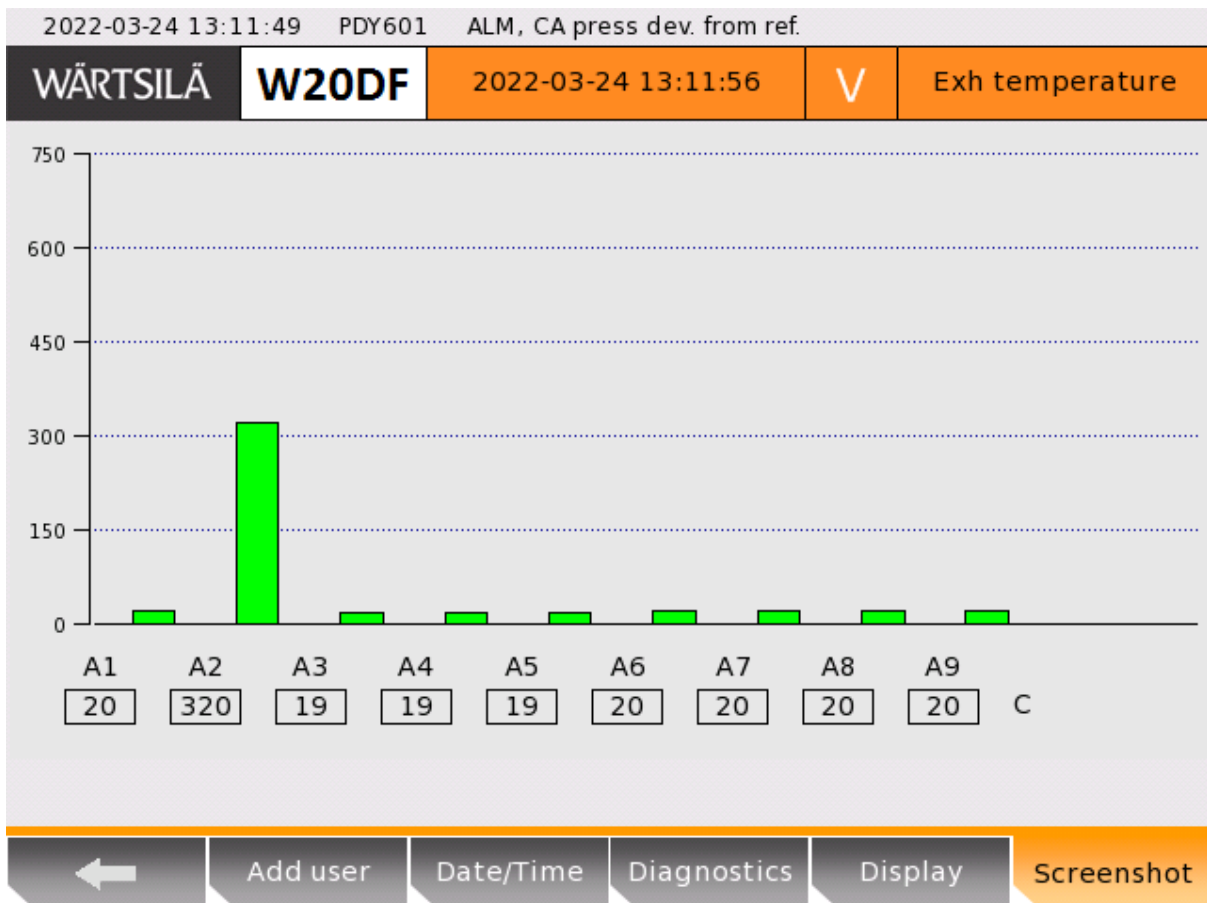
Figur 21. Det nya matningsskåpet med 10 amperes transformator.

Efter vi var klara med den elektriska biten kunde vi nu börjar fokusera på testning av givare. När vi började testa givare lade vi störst vikt på E0, då detta var en önskan av beställaren att eleverna skall kunna testa och få en förståelse över E0. Genom att kontrollera med dokument och tabeller kunde vi se vilka givare vi skulle testa först. För att testa de olika slags givarna finns det olika metoder. För att testa tryckgivare används ett verktyg som kopplas på där tryckgivaren sitter lokalt. När denna är kopplad pumpas ett tryck upp och på lokalpanelen kan man se detta tryck i realtid samt kontrollera om detta larmar vid larmgränserna.

På samma sätt kan man testa temperaturgivare. I det fallet skruvar man loss givaren och använder en ugn för testning. På sjömansskolan finns modellen Ametek Jofra MTC-320A, denna modell kan komma upp i 320 °C.

6.1 E0-Test

För testning av avgastemperatur kan vi avläsa att det behöver vara över 595°C för att ge ett höglarm. När vi inte hade en ugn som kunde komma upp i dessa temperatur vid det läget kunde vi endast kontrollera funktionen av givaren. Resultatet var att vi såg en ändrad temperatur i lokal panelen samt kunde konstatera att avgastemperaturgivarna är typ K-element. Resultatet av avgastesterna kan ses i figur 22.



Figur 22. Testning av avgasttemperaturgivare på cylinder 2 (Wärtsilä övervakningssystem).

Vid testning av avgasttemperaturgivarna märkte vi att givare TE5013A var trasig. Detta var givaren på cylinder tre. Vid test steg denna upp till 314 °C för att sedan dyka ner till > 100 °C och sedan stiga till 750 °C. För att testa att det var givaren som var felaktig bytte vi plats på denna till cylinder två och fick även samma resultat där och kunde då dra slutsatsen att givaren var trasig.

I figur 23 kan det ses att larmet ligger kvar på cylinder tre efter vi flyttat över givaren till cylinder två och att mätfelet konstateras på cylinder två.



Figur 23. Givarfel på cylinder 3.

När vi sedan fortsatte med vår E0-testning kunde vi testa resterande givare som klassningen har gett ut (Bilaga 4) där vi testat tryckgivare och resterande temperaturgivare.

Efter vårt fullständiga test kunde vi se att temperaturer och tryck ändrar i realtid i LDU:n. Dock fick vi inte larm på t.ex hög temperatur på temperaturgivare. Detta berodde enligt Wärtsilä på att motorn inte var inställd på "Running Mode". Detta kunde simuleras men då via deras egna programvara som vi inte hade tillgång till under arbetets gång.

7. ANVÄNDNINGSSOMRÅDEN

7.1 Utbildningar

Målet med denna motor var ökade utbildningsmöjligheter både för maskinstuderande och elektrikerstuderande.

Genom att få göra ett praktiskt arbete på en motor ökar förståelsen om ens arbete jämfört med att endast visualisera detta när man läser om det i böcker. Det vi ville uppnå med vår del i detta examensarbete var att kunna möjliggöra att tester kan utföras på motorn.

För att kunna förstå E0 och givartester generellt är det viktigt att förstå varför man gör dessa och hur man går tillväga när det skall göras. Då det är en viktig del i driften av ett fartyg ansåg vi med våra uppdragsgivare att detta skulle vara en givande övning att utföra.

7.1.1 Övningar

När man skall utföra dessa övningar på motorn är det huvudsakligen tänkt att bekanta sig med motorn samt dess tillhörande dokument. Genom givartestning kommer de studerande lära sig hur man går tillväga för att testa en givare samt var på motorn de sitter.

Vi har gjort ett färdigt dokument som de studerande skall fylla i när de gör övningarna. Där skall de fylla i vilken givare de testat, larmgränser, givarnummer, vilken sorts givare det är och vad denna har för funktion.

För att kunna kontrollera vilken givare som mäter vad har vi gjort en ritningskontroll och jämfört de gamla ritningarna med vad som verkligen finns på motorn. Detta kan ses i bilaga 1. Alla givares larmgränser har vi kontrollerat och sammanställt i bilaga 2, här kan ses alla givare med larmgränser från LDU:n.

Som tidigare nämnt fanns ett fel på cylinder tre avgastemperaturgivare. Detta kan även göras till en bra övning för de studerande att kunna mäta och kontrollera funktionen av den och undersöka vad som är sönder.

8. RESULTAT

I detta arbetet har vi gjort en grundundersökning av den nya motorn. Detta undersöktes för att kontrollera möjligheterna för övningsprojekt och framtida möjligheter med motorn. När vi påbörjade vårt arbete var det mycket oklarheter runt motorn. Detta gjorde att vårt förarbete blev en stor del av hela arbetet. Kontrollen av systemet och dess funktion har lagt en grund till vidareutveckling av möjligheter på motorn.

Undersökningen har gjort att vi har fått en komplett lista med komponenter som sitter på motorn och möjlighet att utföra övningar på denna.

Möjligheten att ändra larmgränser är något vi inte har kunnat forska djupare i då vi behövde Wärtsiläs egna programvara, som vi inte kunnat tagit del av under arbetets gång.

Vi har även sett att fortsatta examensarbeten kommer kunnas utföras på motorn, det är arbeten som t.ex. installera ett extern övervakningssystem. Med vårt arbete hoppas vi kunna lägga en grund till vidareutveckling av systemet.

9. SLUTSATS

9.1.1 Syfte

Efter våra inledande diskussioner med beställaren började vi vårt arbete med en klar linje vad vi skulle utföra. Arbetet vi skulle utföra var kontroll av motorn och dess system, samt möjliggöra övningar till undervisning. Efter genomgången av elsystemet har vi kunnat dokumentera vad som stämde med de originalritningar vi hade tillgång till.

Efter vi fortsatte vårt arbete med testning av givare har vi haft kontinuerlig kontakt med beställaren och de har varit nöjda med de dokument och övningar vi tagit fram.

Vi känner att vi lyckats med vårt arbete då vi har möjliggjort övningar och har fört vidare den information vi har fått fram. De arbete vi gjort har satt grund till framtida undervisning för elever på motorn.

9.1.2 Slutdiskussion

I början var det lite svårt att veta var vi riktigt skulle börja med vårt arbete men efter en del samtal med våran handledare, beställare och lärare från Ålands sjöfartsakademi blev det lättare för oss att veta vad vi behövde fokusera på. När vi väl fick en början och hade gjort en plan flöt vårt arbete på bra. Vi hade ganska få motgångar under vårt arbete. De motgångar vi bland annat hade var att Wärtsilä inte hann ordna sin kundportal till oss så vi hade inte tillgång till manualer som beskriver motorns olika system. Detta löste vi med att ta kontakt med personer från Wärtsilä men det var inte alltid det lättaste då vi ofta fick vänta ett tag på svar och vi fick inte alltid svar på de frågor vi hade.

Beställning av material gick smidigt via vår handledare. Det var inte mycket vi behövde beställa då det mesta vi behövde fick vi från Ålands sjöfartsakademi, så vi behövde nästan aldrig vänta på material utan vårt arbete flöt därför på bra. Detta var en stor lättnad för oss. Med vårt sista möte vi hade med våran beställare förklarade de att vi hade gjort ett bra arbete och att de var nöjda med det vi åstadkommit vilket var roligt att höra.

IOM-DE				Kablar som hänger löst utanför			
Givare / Relä	Ritning	Verklighet	Funktion	Givare / Relä	Ritning sida	Verklighet	Funktion
CV381	Ok		VIC control valve	GS947	9/25	MCM-1 X13-1-4	MCC, Degasing valve pos.
CV124	Ok	Hänger utanför	Pilot FO pressure control	CV947	9/25	MCM-2 X35-1-2	MCC, degasing valve ctr.
CV656	?	Hittar ej	Air WG control	PDS129	20/25	CCM20-A1 X21-1-2, X22-25	Pilot fuel filter press diff
CV643	?	Hittar ej	CA by-pass calve control	PT125		IOMDE-X11-7, X11-8	Pilot fuel pump press.
GS792	Ok		Turning gear engaged	CV124			Pilot FO press. ctrl.
PT301	Ok		Start air pressure, engine inlet	PT112			Pilot fuel filter press. inlet
PT311	Ok		Control air press	TE511			Exhaust gas TCA Inlet
PT201	Ok		LO press, engine inlet	TE517			Exhaust gas A Inlet
PT241	Ok		LO press, filter inlet	EWG CB519			
TE201	Ok		LO temp, engine inlet	TE600			Air temp TC inlet
PT112	Ok	Hänger utanför	Pilot fuel press, engine inlet	SE6094A			Knock, cyl A09
PT125	Ok	Hänger utanför	Pilot fuel press, pump outlet	PDS113			FO filter pr. diff sw
TE482	Ok		LT water temp, LOC outlet	PT5091A			Cylinder press. cyl A09
TE112	Ok		Pilot fuel temp, engine inlet	PT5061A			Cylinder press. cyl A06
PT312	Ok		Instrument air press	PT5081A			Cylinder press. cyl A08
PT291A	Ok		Ctrl oil press, aft VIC valve A-bank	PT5071A			Cylinder press. cyl A07
PT601	Ok		CA press, engine inlet	PT5051A			Cylinder press. cyl A05
				PT5041A			Cylinder press. cyl A04
				PT5031A			Cylinder press. cyl A03
				PT5021A			Cylinder press. cyl A02
				PT5011A			Cylinder press. cyl A01
				CV1083A			Pilot fuel inj. cyl A08
Finns ej i ritningen				SE6084A			Knock, cyl A08
Givare / Relä	Kabel	Plint	Funktion	CV1073A			Pilot fuel inj. cyl A07
				CV1063A			Pilot fuel inj. cyl A06
				CV1093A			Pilot fuel inj. cyl A09
				CV1083A			Pilot fuel inj. cyl A08
				CV1053A			Pilot fuel inj. cyl A05
				CV1043A			Pilot fuel inj. cyl A04
				CV1033A			Pilot fuel inj. cyl A03
				CV1023A			Pilot fuel inj. cyl A02
				CV1013A			Pilot fuel inj. cyl A01

Bilaga 2

I denna bilaga kan man se de larmgränser som finns på de olika givare listade på LDU:n

Larmgränser											
Givare	LR	GT HIGH	GT Low	ALM	STB low	PT	SHD (Shutdown)	Enhet	Modul	Pilnt	Beskrivning
GT1624	>70							%	?		Engine load
TE2402_1	>=108							°C	ESM	X13-4,X13-5,X13-6	HT water temp jacket outlet A-bank
WY196_2				>250				mDeg	?		Torsional vibration level,peak
TE5011A	>595	> 590		>580				°C	CCM-A1	X12-1,X12-2	Exh gas temp, cyl A01
TE5021A	>595	> 590		>580				°C	CCM-A1	X12-3,X12-4	Exh gas temp, cyl A02
TE5031A	>595	> 590		>580				°C	CCM-A1	X12-5,X12-6	Exh gas temp, cyl A03
TE700	>120			>110			>130	°C	CCM-A1	X14-3,X14-4	Main bearing temp 00
TE701	>120			>110			>130	°C	CCM-A1	X14-5,X14-6	Main bearing temp 01
TE702	>120			>110			>130	°C	CCM-A1	X14-7,X14-8	Main bearing temp 02
TE703	>120			>110			>130	°C	CCM-A1	X15-1,X15-2	Main bearing temp 03
TE704	>120			>110			>130	°C	CCM-A1	X15-3,X15-4	Main bearing temp 04
TE5041A	>595	> 590		>580				°C	CCM-A2	X12-1,X12-2	Exh gas temp, cyl A04
TE5051A	>595	> 590		>580				°C	CCM-A2	X12-3,X12-4	Exh gas temp, cyl A05
TE5061A	>595	> 590		>580				°C	CCM-A2	X12-5,X12-6	Exh gas temp, cyl A06
TE705	>120			>110			>130	°C	CCM-A2	X14-3,X14-4	Main bearing temp 05
TE706	>120			>110			>130	°C	CCM-A2	X14-5,X14-6	Main bearing temp 06
TE707	>120			>110			>130	°C	CCM-A2	X14-7,X14-8	Main bearing temp 07
TE5071A	>595	> 590		>580				°C	CCM-A3	X12-1,X12-2	Exh gas temp, cyl A07
TE5081A	>595	> 590		>580				°C	CCM-A3	X12-3,X12-4	Exh gas temp, cyl A08
TE5091A	>595	> 590		>580				°C	CCM-A3	X12-5,X12-6	Exh gas temp, cyl A09
TE708	>120			>110			>130	°C	CCM-A3	X14-3,X14-4	Main bearing temp 08
TE709	>120			>110			>130	°C	CCM-A3	X14-5,X14-6	Main bearing temp 09
TE710	>120			>110			>130	°C	CCM-A3	X14-7,X14-8	Main bearing temp 10
PT112				low<4, high>=8		<= 2			Ej inkopplad		Pilot fuel filter press. inlet
PDY901		0		0				mbar	Ej inkopplad		Main gas deviation
PDY243				>1000				mbar	Ej inkopplad		Lo filter press diff
PT201	< 2,5			< 3	< 0,3			bar	IOM-DE	X42-1,X42-2	LO press, engine inlet
PT601	> 4,5			>4,2				bar	IOM-DE	X12-5,X12-6	CA press, engine inlet
TE201	>80			>75				°C	IOM-DE	X33-2,X33-3,X33-4	LO temp, engine inlet
PT301				low <7, high>15					IOM-DE	X32-1,X32-2	Start air pressure, engine inlet
PT311				low <16					IOM-DE	X32-5,X32-6	Control air press
TE112				>50					IOM-DE	X13-2,X13-3, X13-4	Pilot fuel temp, engine inlet
PT125						>=1900			IOM-DE	X11-7, X11-8	Pilot fuel pump press.
PT312			<5	<5					IOM-DE	X13-5,X13-6	Instrument air press.
PT101				<5,5				bar	IOM-FE	X32-1,X32-2	FO press, engine inlet
TE101				>50				°C	IOM-FE	X33-2,X33-3,X33-4	FO temp, engine inlet
PT471				low = 0				bar	IOM-FE	X42-1,X42-2	LT water press, LT CAC outlet
TE471				> 60				°C	IOM-FE	X22-6,X22-7,X22-8	LT water temp, LT CAC inlet
TE401	0			0				°C	IOM-FE	X33-6,X33-7,X33-8	HT water temp, jacket inlet
TE402	>=108			>105				°C	IOM-FE	X43-2,X43-3,X43-4	HT water temp, jacket outlet A-bank
SE518				> 42055				rpm	Ej inkopplad	X41-7,X41-5,X31-1	TC A speed
TE601	>=75	>85	<25	<=35				°C	IOM-FE	X12-2,X12-3,X12-4	CA temp, engine inlet
PT271				<1,3				bar	IOM-FE	X42-5,X42-6	LO press, TC A inlet
TE272				>120					IOM-FE	X22-2,X22-3,X22-4	LO temp, TC A outlet
PT401				low = 0					IOM-FE	X32-5,X32-6	HT water press, jacket inlet
TE401				low < 60				°C	IOM-FE	X33-6,X33-7,X33-8	HT water temp, jacket inlet
TE517	High >=540			High >=520				°C	IOM-FE	X13-2,X13-3	Exh gas temp, TC A outlet
TE511	>640			>=600				°C	IOM-FE	X13-2,X13-3	Exh gas temp, A inlet
LR	Load Reduction Request										
GT High	Gas Trip High										
GT Low	Gas Trip Low										
ALM	Alarm										
STB Low	Start Block Low										
PT	Pilot Trip										
SHD	Shutdown										

Bilaga 3

Bilaga 3 är en lathund vi gjorde från DNV E0 Part 6 Chapter 3 som är meningen att det ska underlätta för lärare och elever när man ska göra ett E0-test på motorn.

DNV E0 Part 6 Chapter 3. Table A5 Control and monitoring of auxiliary engines								
Page	System	Item	Gr 1 Indication alarm load reduction	Gr 2 Automatic start of stand-by pump with alarm ⁹⁾	Gr 3 Shut down with alarm	Comment	Sensor	Checked
22	1.0 Fuel oil system	Leakage from jacketed high pressure pipes	A			Level monitoring of leakage tank or equivalent		
		Fuel oil pressure				When fuel oil treatment system is provided	PT101	
		High/Low temperature or viscosity of heavy fuel oil					TE101	
		Common rail fuel oil pressure					X	
22	2.0 Lubricating oil system	Lubrication oil to main bearings, inlet pressure	IR or IL, LA, LR	AS	SH	Automatic shut down for electric power generating engines. LR is accepted as alternative to SH for auxiliary engines other than driving generators	PT201	
		Lubrication oil to main bearings, inlet temperature	IR or IL, HA				TE700, TE701, TE702, TE703, TE704, TE705, TE706, TE707, TE708, TE709, TE710	
		Common rail servo oil pressure	LA				X	
22	3.0 Turbocharger	Speed of turbocharger	IR or IL, HA			Applicable only when the T/C is served by group of cylinders > 1000kW	X	
23	4.0 Cylinder cooling medium	Cylinder cooling inlet pressure or flow	IR or IL, LA	AS		Monitoring of expansion tank level, with alarm at low level, is an acceptable alternative for engines with cylinder power < 130 kW	PT471	
		Cylinder cooling outlet temperature	IR or IL, HA, LR		SH	Automatic shut down for electric power generating engines. LR is accepted as alternative to SH for auxiliary engines other than driving generators	TE402	
23	5.0 Starting air system	Start air pressure	LA				PT301	
23	6.0 Exhaust gas system	Exhaust gas temp after each cylinder ⁹⁾	IR or IL, HA, LR			Monitoring of expansion tank level, with alarm at low level, is an acceptable alternative for engines with cylinder power < 130 kW	TE5011A, TE5021A, TE5031A, TE5041A, TE5051A, TE5061A, TE5071A, TE5081A, TE5091A	
		Exhaust gas temp after each cylinder. Deviation from average ⁹⁾	IR or IL, HA, LR			Chosen LR depends on permissible misfiring condition. SH may replace LR for electric power generating engines	Check LDU	
		Exhaust gas temp before T/C ^{9),*}	IR or IL, HA, LR			The LR is only required when the T/C is served by group of cylinders > 2500 kW. SH may replace LR for electric power generating engines	TE511	
23	7.0 Hydraulic oil system	Leakage from jacketed high pressure pipes for hydraulic operation of valves	A			Level monitoring of leakage tank or equivalent		
23	8.0 / 9.0 engine speed/direction of rotation	Engine speed	IR			For engines other than for electric power generation, local indication is an acceptable alternative	ST196P, ST196S	
		Over speed protection			SH			
23	10.0 Crankcase explosive condition ^{9) *)}	Oil mist detection ⁹⁾	HA		SH	One oil mist detector having two independent outputs for detecting alarm and shutdown is acceptable.	X	
		Other systems than oil mist detection	LR		SH	LR is accepted as alternative to SH for auxiliary engines other than driving generators		

Bilaga 4

Bilaga 4 är en förkortad manual för E0 vi gjorde som är anpassad för Wärtsilä 9L20-motorn. Originallet är 35 sidor men vi kunde korta ner den till 18 sidor.



RULES FOR CLASSIFICATION OF **Ships**

PART 6 CHAPTER 3

NEWBUILDINGS
SPECIAL EQUIPMENT AND SYSTEMS – ADDITIONAL CLASS

Periodically Unattended Machinery Space

JULY 2011

The content of this service document is the subject of intellectual property rights reserved by Det Norske Veritas AS (DNV). The user accepts that it is prohibited by anyone else but DNV and/or its licensees to offer and/or perform classification, certification and/or verification services, including the issuance of certificates and/or declarations of conformity, wholly or partly, on the basis of and/or pursuant to this document whether free of charge or chargeable, without DNV's prior written consent. DNV is not responsible for the consequences arising from any use of this document by others.

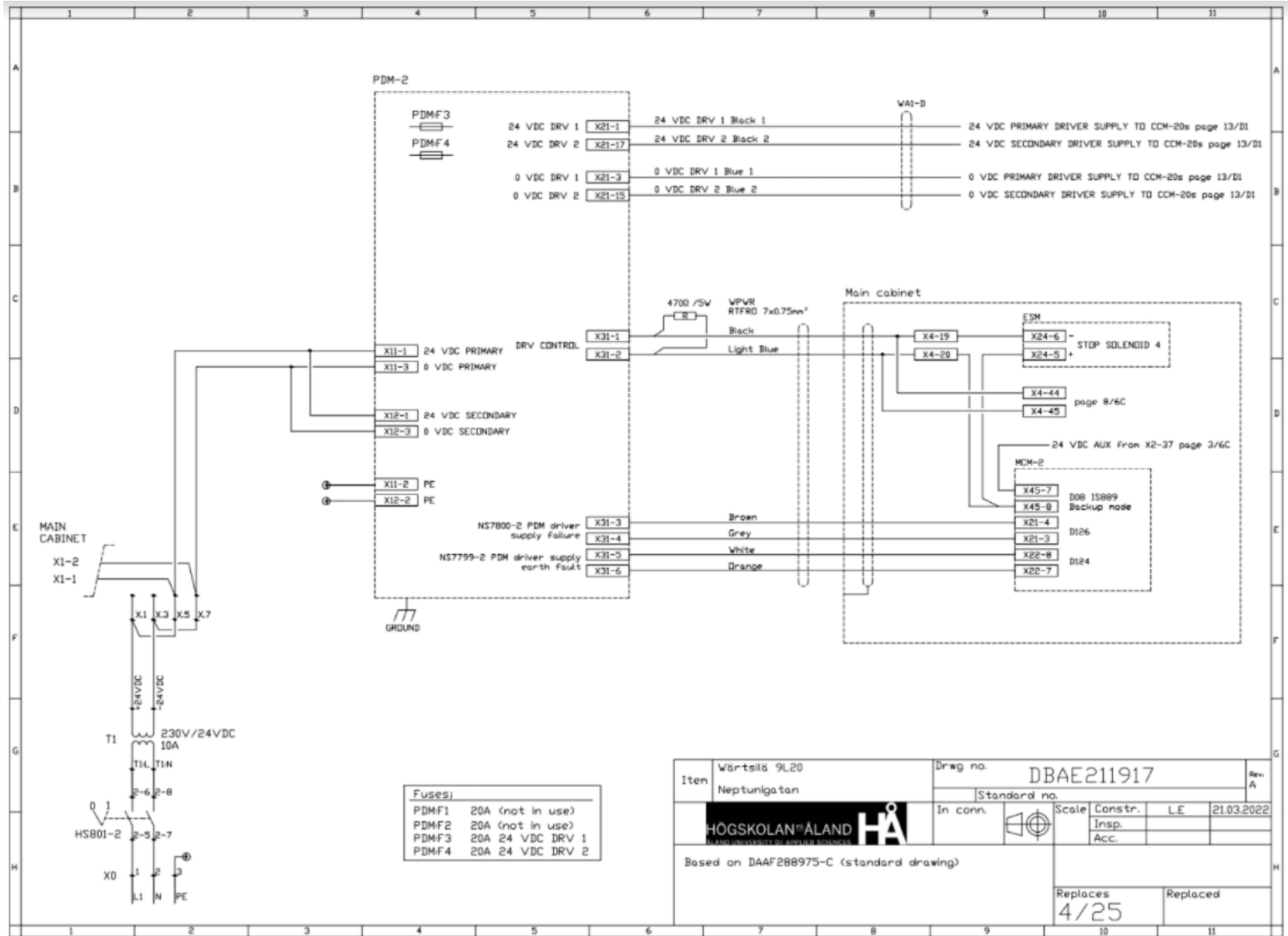
Bilaga 5

Bilaga 5 är ett 43 sidor långt dokument som beskriver beteckningarna på givare, hur de olika givarna fungerar och hur man går tillväga för att testa de olika givare som Wärtsilä använder.



Bilaga 6

Elritning över det nya matningskåpet.



FUSES	
PDMF1	20A (not in use)
PDMF2	20A (not in use)
PDMF3	20A 24 VDC DRV 1
PDMF4	20A 24 VDC DRV 2

Item	Wärtsilä 9L20	Drwg no.	DBAE211917		Rev. A
	Neptunigatan		Standard no.		
		In conn.	Scale	Constr.	LE
			Insp.		
			Acc.		
Based on DAAF288975-C (standard drawing)					
Replaces			Replaced		
4/25					

KÄLLFÖRTECKNING/REFERENCE LIST

Autodata Training. (2015, November 17). *Wheel Speed Sensor Operation & Testing*. Youtube.

<https://www.youtube.com/watch?v=YeXlmdlXp2s>

CAN Bus Protocol. (n.d.). Chipkin Automation Systems. Retrieved April 3, 2022, from

<https://store.chipkin.com/articles/can-bus-protocol-10-minute-lesson>

CSS Electronics. (2021, November 1). *CAN Bus Explained - A Simple Intro [2021]*.

<https://www.csselectronics.com/pages/can-bus-simple-intro-tutorial>

DNV. (2011). *E0*. DNV.

Hemomatik - Magnetbrytare - Allmänt. (n.d.). Retrieved December 28, 2021, from

https://www.hemomatik.se/docs/magnetbrytare_allmant.html

inductive_speed_sensor_is-c.pdf. (n.d.).

Kapacitiv nivåmätning. (n.d.). Retrieved December 28, 2021, from

<https://www.se.endress.com/sv/f%C3%A4lthinstrumentering-fl%C3%B6de-niv%C3%A5-tryck-temperatur-analys/Kontinuerlig-niv%C3%A5m%C3%A4tning-niv%C3%A5detektering-i-v%C3%A4tskor-och-bulkmaterial/kapacitiv-nivamatning>

LVDT. (2019, October 16). JoR AB / Measurement.

<https://jor.se/measurement/produkter/matgivare/positionsgivare/lvdt/>

Så fungerar en induktiv givare. (2006, May 6). Carlo Gavazzi.

<https://gavazzi.se/kunskapscenter/sa-fungerar-en-induktiv-givare/>

Så fungerar en kapacitiv givare. (2004, November 21). Carlo Gavazzi.

<https://gavazzi.se/kunskapscenter/sa-fungerar-en-kapacitiv-givare/>

Signalomvandling. (n.d.). Retrieved December 7, 2021, from

<https://www.krohne-inor.se/temperaturskolan/signalomvandling/>

Temperaturgivare, teknik mm. (n.d.). Retrieved December 7, 2021, from

<https://www.oemautomatic.se/produkter/elsk%C3%A5pskomponenter/temperatur-reglering/temp>

eraturgivare---fuktgivare-_-296594/mer-information-temperaturgivare-_-346872/temperaturgivar
e--teknik-mm-_-117580

Thorat, S. (2019, April 10). *LVDT – Diagram, working, Characteristics, Advantages, Application.*

Learn Mechanical Engineering.

<https://learnmech.com/what-is-lvdt-diagram-advantages-and-disadvantages/>

Vad är en sensor och vad gör den? (n.d.). Retrieved December 7, 2021, from

<https://dewesoft.com/se/daq/what-is-a-sensor>

Vad innebär ratiometrisk utgång t.ex. 0,5...4,5V. (n.d.). Retrieved December 8, 2021, from

<https://www.se.com/se/sv/faqs/FA379078/>

Wärtsilä. (2008). *Sensortechnics.*

Wärtsilä. (2016). *Wärtsilä UNIC Engine Control System.*

https://cdn.wartsila.com/docs/default-source/service-catalogue-files/electrical-automation-service/s/wartsila-unic-engine-control-system-for-gas-and-dual-fuel-engines.pdf?sfvrsn=94571e45_8

Wärtsilä. (2017). *Wärtsilä 20.*

https://cdn.wartsila.com/docs/default-source/product-files/engines/ms-engine/brochure-o-e-w20.pdf?utm_source=engines&utm_medium=dieselengines&utm_term=w20&utm_content=brochure&utm_campaign=mp-engines-and-generating-sets-brochures

Wärtsilä 20. (n.d.). Wartsila.com. Retrieved January 11, 2022, from

<https://www.wartsila.com/marine/products/engines-and-generating-sets/diesel-engines/wartsila-20>

Wärtsilä, Marine Solutions. (2020). *Wärtsilä 20 Product Guide.*

https://cdn.wartsila.com/docs/default-source/product-files/engines/ms-engine/product-guide-o-e-w20.pdf?utm_source=engines&utm_medium=dieselengines&utm_term=w20&utm_content=productguide&utm_campaign=msleadscoring

West, M. (2019, January 9). *How does a Pressure Switch Work? - PumpProducts.com.*

<https://www.pumpproducts.com/blog/how-does-a-pressure-switch-work/>

