

KYMENLAAKSON AMMATTIKORKEAKOULU
Merenkulun koulutusohjelma / merenkulkualan insinööri

Mikko Järvenpää

MIEHITTÄMÄTTÖMÄN KONEHUONEEN (E0) VAATIMUKSET JA
LUOKITUS

Opinnäytetyö 2014

TIIVISTELMÄ

KYMENLAAKSON AMMATTIKORKEAKOULU

Merenkulku

JÄRVENPÄÄ, MIKKO

vaatimukset ja luoki-

Opinnäytetyö

Työn ohjaaja

Toimeksiantaja

Lokakuu 2014

Avainsanat

Miehittämättömän konehuoneen (E0)

tus

44 sivua + 22 liitesivua

Lehtori Ari Helle

Merenkulun ja logistiikan painoala; KYAMK

E0, DNV, luokitus, anturit, laivat ja

konehuoneet

Opinnäytetyön tarkoituksena on tutustuttaa lukija luokituslaitoksen vaatimuksiin miehittämättömän konehuoneen osalta. Rahtilaivoja on jo 1960-luvulta lähtien voinut luokitaa siten, ettei konehuoneessa tarvitse olla jatkuvaa konevahtia meriajossa, elleivät olosuhteet toisin vaadi. Työssä käsitellään luokituslaitoksen vaatimuksia koneistojen vaatimille hälytyksille. Antureita käsitellään niiden toimimisen selvittämiseksi sekä niiden yksinkertaisia testauksia ja tarvittaessa kalibrointeja.

Vaatimukset on kerätty pääasiassa luokituslaitoksen kirjallisista säännöksistä. Anturien tekninen toiminta on kerätty anturien valmistajien ja jälleenmyyjien verkkoesitteistä sekä toiminnankuvista.

Vaikka miehittämätön konehuone käsitteenä on melko uusi verrattuna merenkulun käsitteeseen, on tekniikka kehittynyt siihen, että laivan konehuoneessa ei jatkuvasti tarvitse olla miehistöä ajamassa ja valvomassa koneistojen toimintaa. Tämä vähentää miehistön jatkuvaa työtaakkaa meriajojen aikana.

ABSTRACT

KYMENLAAKSON AMMATTIKORKEAKOULU

University of Applied Sciences

Marine Technology

JÄRVENPÄÄ, MIKKO

Classification and Demands of Unmanned Engine Room (E0)

Bachelor's Thesis

44 pages + 22 pages of appendices

Supervisor

Ari Helle, Senior Lecturer

Commissioned by

Merenkulun ja logistiikan painoala; KYAMK

October 2014

Keywords

E0, DNV, classification, sensors, ships and engine rooms

The objective of this thesis was to familiarize readers to principals and demands of vessel classification. Since 1960, freight vessels have been classified so that engine room can be unmanned unless the circumstances say otherwise. This study inspects the requirements of machinery alarms necessary to meet classification demands. Operating functions of sensors and also simple testing and calibration is revealed.

Object of this study was to introduce how many alarms are demanded for vessels sailing with E0-classification and how complex the system is and also the necessary functions of safety details.

Information was gathered from manufacturers' and distributors' technical manuals. In addition, experience from service onboard was also applied in this study.

Although the term periodically unmanned engine room is rather new compared to the term of seafaring. Technical experience has evolved to the situation that engine room can be unmanned. This significantly decreases work load of present seafarers.

SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ

ABSTRACT

KÄYTETYT LYHENTEET

1 JOHDANTO

2 MIEHITTÄMÄTÖN KONEHUONE ELI E0

2.1 Vaatimukset

2.2 Koneikkojen vaatimukset hälytyksien osalta

2.2.1 2- ja 4-tahtisten dieseliäen yhtäläisyydet ja eroavaisuudet

2.2.2 Propulsiolaitteisto

2.2.3 Apukattilat ja höyryntuotanto

2.2.4 Sähköntuotanto ja apukoneet

2.2.5 Paloturvallisuus

2.2.6 Tankki- ja muut hälytykset

3 ANTURIT

3.1 Palonilmaisint anturit

3.1.1 Optiset savuanturit

3.1.2 Ionisoivat savuanturit

3.1.3 Optiset anturit

3.1.4 Lämpötilahälytint anturit

3.2 Lämpöanturit ja -kytkimet

3.3 Paineanturit ja -kytkimet

3.4 Pinnakorkeusanturit ja -kytkimet

3.4.1 Ultraäänianturit

3.4.2 Ilmapulputusanturit

3.4.3 Hydrostaattiset paineanturit

3.4.4 Magneettiset kohoanturit

6

7

8

9

10

10

13

13

15

15

16

17

18

18

19

19

19

20

23

25

26

26

27

28

3.4.5	Pinnankorkeuskytkimet	28
3.4.6	Mekaanisesti nähtävät pinnan tasot	29
3.5	Muut anturit	29
3.6	Öljysumuhälyttimet	31
4	TESTAUS JA KALIBROINTI	33
4.1	Palonilmaisijat	35
4.2	Lämpöanturit ja termostaatit	36
4.3	Paineanturit ja pressostaatit	37
4.4	Pinnankorkeusanturit ja kytkimet	38
4.5	Muut anturit	39
5	LOPPUPÄÄTELMÄT	40
	LÄHTEET	41
	LIITE	

Periodically Unattended Machinery Space

KÄYTETYT LYHENTEET

Black Out= Laivan sähkötuotannon yllättävä keskeytyminen

E0= Det Norske Veritaksen käyttämä lyhenne miehittämättömästä konehuoneesta

EC0= Det Norske Veritaksen käyttämä lyhenne miehittämättömästä konehuoneesta, jossa konevalvontahuone erillään konehuoneesta

IMO= Kansainvälinen merenkulkujärjestö

ISM= Kansainvälinen turvallisuusjohtamisjärjestelmä

Loop= Anturijärjestelmässä tiettyjen anturien sarjoitus (lenkki)

NC= Normaalisti suljettu sähköpiiri

NiCr-Ni= nikkeli-kromiseoksen ja nikkelin välinen termopari

Nt= Platinan johtavuuteen perustuva lämpöanturi, negatiivinen vastus

NTC= Negative Temperature Coefficient, negatiivinen lämpötilakerroin

Pt= Platinan johtavuuteen perustuva lämpöanturi, positiivinen vastus

Shut Down= Koneikon sammuttamistoiminto vian esiintyessä

Slow Down= Koneikon hidastamistoiminto vian esiintyessä

Solas= Safety of Life at Seas

Stand By= Valmiudessa oleva koneikko, esim.pumppu

TraFi= Liikenteen turvallisuusvirasto

1 JOHDANTO

Tässä opinnäytetyössä pyritään selventämään E0-aluksen luokitusta ja luokitusten vaatimuksia konehuoneen osalta Det Norske Veritaksen aineistosta. Edellisen lisäksi tutustutaan erityyppisiin antureihin ja niiden tarkastuksiin ja kalibroimisiin tarpeen vaatiessa. Pressostaattien ja termostaattien kalibrointiin ja tarkastuksiin perehtyvään osioon joudun käyttämään omakohtaista kokemusta teknillisen aineiston vähyiden vuoksi.

DNV:llä on lisäksi vielä EC0-luokitus, johon ei tässä työssä perehdytä. Tämä tarkoittaa laivaa, jossa on konehuoneesta erillään keskusvalvontahuone, josta pystyy seuraamaan koneiden antamia tietoja ja vaikuttamaan koneikkojen käyttämiseen.

Materiaalissa käsitellään vain potkuriaksellisia malleja propulsiokoneiston osalta, joten en käsittele nykyisiä Azipod-, Azimuth- tai vastaavia propulsiotyyppisiä.

Höyry- ja kaasuturbiinaluksien vaatimuksia en ota mukaan työhöni niiden nykyisen vähäisen valmistusmäärän vuoksi. En myöskään käsittele koneteholtaan pieniä aluksia (alle 300 GT/1000 kW) niiden vähäisten valvottavien kohteiden vuoksi.

Työn tarkoituksena on antaa lukijalle käsitys siitä, kuinka monimutkainen konehuone on ja kuinka paljon erilaisia hälytyksiä ja toimenpiteitä propulsiio- ja sähköntuotantokoneistojen laivalla on suoritettava, että laivaa voi ajaa ilman jatkuvaa konevahtia meriajossa.

2 MIEHITTÄMÄTÖN KONEHUONE ELI E0

E0 eli miehittämätön konehuone on yleistynyt viime vuosisadan puolivälin jälkeen kaiken kokoisissa rahtilaivoissa lähinnä vähentämään laivojen henkilökunnan työtaakkaa ja myös lisäämään turvallisuutta. DNV julkaisi ensimmäiset luokitussäännöt 1966. Tekniikan kehittymisen ja hyväksymisen myötä yhä useampi varustamo on sääntöjen julkaisun jälkeen päättänyt asentamaan E0-luokituksen mukaiset laitteet aluksiin. Vuosituhannen vaihteessa oli noin 4000 alusta, joilla on E0-luokitus (2).

Matkustajalaivoja ei voida luokitaa E0:ksi, koska Solas vaatii, että laivoilla pitää olla jatkuvasti miehitetty konehuone matkustajien turvallisuuden takaamiseksi.

Miehittämättömän konehuoneen määritelmä on karkeasti, että konetiloihin on tehty riittäviä järjestelyjä laivan turvalliseen kuljettamiseen ja manoveerauksiin kaikissa tilanteissa sillä tavalla, että se vastaa miehitettyä konehuonetta (1).

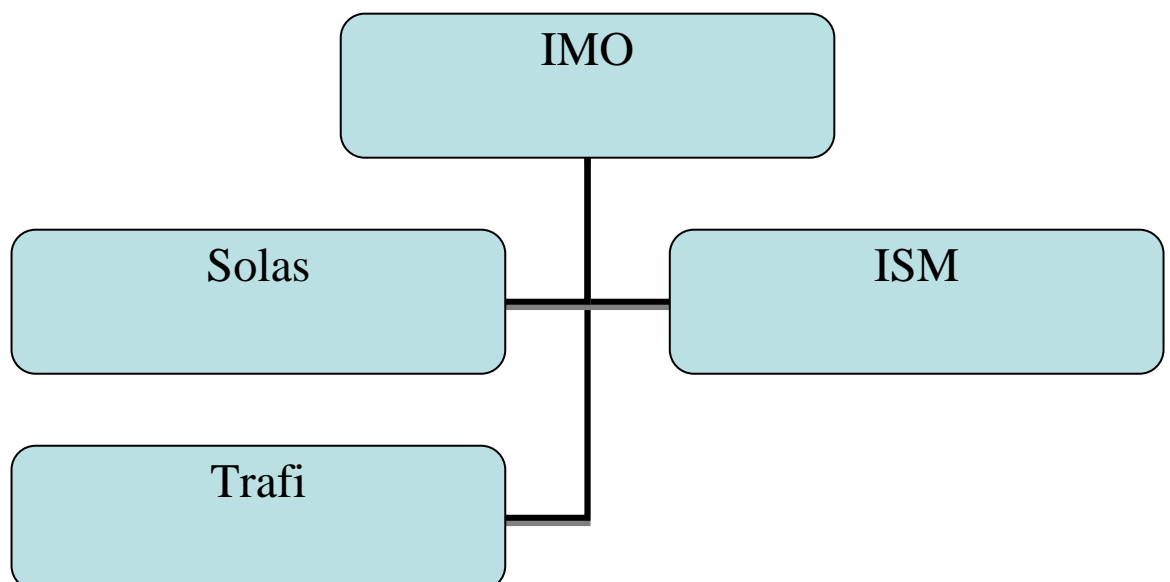
Luokituslaitoksen antamaan E0-tasoon riittää, että se täyttää Solaksen vähimmäismääritelmät miehittämättömän konehuoneen osalta, joita ovat konehälytysten välittäminen komentosillalle ja konemestareiden asuintiloihin sekä propulsio-järjestelmän kauko-ohjaus on asennettu komentosillalle (1).

Toisin sanoen laivalla tarvitsee olla konehuone, jossa on riittävä automaatio ja hälytysjärjestelmät. Tällä taataan propulsiokoneiston jatkuva toiminta kriittisten laitteiden ollessa varmennettuja niin sanotuilla stand by-pumpuilla. Stand by-pumput pitää myöskin kytkeä niin, että ne ovat erillään kriittisten laitteiden omasta käynnistyspiiristä ja jäävät käymään niin sanotulla pito-piirillä. Sähköntuotannon pitää olla myös varmennettu apukoneiden vikaantuessa automaattisilla käynnistyksillä ja sammutuksilla (1).

Muilla luokituslaitoksilla on samanlainen järjestelmä ja vaatimukset ovat kutakuinkin samoja kuin DNV:n E0, mutta ne käyttävät hiukan erilaisia termejä samalle asialle, esimerkiksi Loyds Register käyttää UMS-lyhennettä ja Bureau Veritas lyhennettä AUT-0S (2).

2.1 Vaatimukset

Solas määrittää asetukset ihmishenkien turvallisuudesta merillä, joten se myös vaikuttaa luokituslaitosten omiin vähimmäisvaatimuksiin turvallisuuden osalta. Osa Solasta on myös kansainvälinen turvallisuusjohtamisjärjestelmä (ISM, International Safety Management Code). ISM:llä standardisoidaan aluksien turvallinen toiminta merellä, yritetään estää ihmisten loukkaantuminen tai menetys sekä välttää ympäristölle ja omaisuudelle aiheutuvat vahingot (3). Solasta ja ISM:ää hallinnoi kansainvälinen merenkulkujärjestö (IMO). Alla olevassa kaaviossa IMO hallinnoi Solasta sekä ISM:ää ja Trafi vastaa paikallisesti säännösten valvonnasta (3).



Kaavio 1 Järjestelmien suhde

2.2 Koneikkojen vaatimukset hälytyksien osalta

Luokituslaitos vaatii tietyt hälytykset ja tietyt toimenpiteet osalle hälytyksistä, kuten esimerkiksi slow down- ja shut down-toiminnot. Slow down tarkoittaa luonnollisesti hidastamista eli esimerkiksi propulsiokoneikon tehon alasajoa, mikäli alukseen on asennettu säätösiipipotkuri. Mahdollisen ylikuumentumisen ilmetessä tai voitelyöljyn paineen laskiessa slow down pitää kyseisen koneikon vielä toimintakunnossa, jos häiriö on vähäinen. Shut down tarkoittaa koneikon alasajoa eli sammuttamista suuremman häiriön sattuessa, kuten jos koneikon slow down-toimenpide ei saavuta riittävää palautumista tiettyjen parametrien sallimiin rajoihin, kone sammutetaan, jotta vältetään mahdollinen rikkoutuminen. Pääasiassa keskitytään vain niihin paineen ja lämpötilojen parametreihin, jotka voivat johtaa koneikkojen rikkoontumiseen. Näitä ovat liian alhainen paine tai liian korkea lämpötila.

Tämän lisäksi pääkoneilla on yleensä hälytysjärjestelmä, joka hälyttää ja ohjaa stand by-pumppuja ja sen lisäksi koneilla on myös oma suojarjestelmä, joka suorittaa slow- ja shut downit.

Seuraavissa luvuissa on avattu DNV:n vaatimukset eri koneikoille liitteestä 1.

2.2.1 2- ja 4-tahtisten diesalien yhtäläisyydet ja eroavaisuudet

2-tahtinen diesel eroaa 4-tahtisesta kokonsa ja apulaitteiden määrän osalta hyvinkin paljon. Konetta jäähdytetään ja voidellaan usealla eri järjestelmällä, joten hälytysanturien määrä on erittäin kattava. Tehokkaampia 2-tahtisia moottoreita käytetään isommissa laivoissa niiden vaatiman propulsiotehon takia.

2-tahtisen dieselin käyntinopeus on verrattain alhaisempi kuin 4-tahtisen dieselin ja siksi 2-tahtikone on kytketty suoraan potkuriakseliin ja 4-tahtinen yleensä kytketään alennusvaihteen kautta tai jos on useampi kone

samalle potkuriakselille, yhdistetään ne kytkimillä alennusvaihteeseen. Molemmissa voidaan käyttää säätösiipipotkuria, mutta 2-tahtisissa näkee vieläkin kiinteäläpaisia potkureita, jolloin laivaa ajettaessa taaksepäin on kone laitettava pyörimään toisinpäin.

Jos edellä mainittuihin koneisiin on asennettu säätösiipipotkuri, hälytykset menevät seuraavasti:

Molemmissa konetyypeissä on jokaiselle voiteluöljyjärjestelmälle ylälämpötilahälytys ja alapainehälytykset sekä tämän lisäksi stand by-toiminnot mikäli paine laskee alle hälytysrajan. Jos paine laskee vielä alemmas stand by-pumpuista huolimatta, 2-tahtisissa on slow down-toiminto ennen shut down-toimintoa, kun taas 4-tahtisissa paineen lasku johtaa suoraan shut downiin. Molemmissa koneissa on oltava erillinen koneen suojajärjestelmä kyseisille toiminnoille hälytysjärjestelmän lisäksi.

Pakokaasuahditimet vaativat voiteluöljyn ylälämpötila- ja alapainehälytyksen, mikäli voitelu on järjestetty pääkoneen voiteluöljyjärjestelmästä. Jos ahtimessa on oma voiteluöljyjärjestelmä, kyseisiä hälytyksiä ei tarvita.

Sylinterien jäähdytysveden painehälytykset ovat samanlaiset molemmissa koneissa: alapaine, stand by- ja slow down-toiminnot. Tämän lisäksi jos koneen jokaisesta kannesta on jäähdytysveden ulostuloputki, niin jokaiseen on asennettava erillinen ylälämpötilahälytys slow down-toiminnolla. Jos jäähdytysvesi on otettu jokaisesta kannesta yhteen kokoomaputkeen, ei tarvita kuin yksi hälytys- ja slow down-anturi.

4-tahtisessa koneessa ei ole männän jäähdytystä vedellä, vaan se jäähdytetään koneen omalla voiteluöljyllä. 2-tahtisessa koneessa jokaisen männän jäähdytysaineen virtausta ja lämpötilaa valvotaan erikseen. Jos virtaus jostain syystä pienenee tai jäähdytysveden lämpötila nousee koneen muihin mäntiin verrattuna, aiheuttaa se slow down-toiminnon.

Alapaineesta tulee hälytys ja paineen laskiessa alemmaksi stand by-toiminto.

Polttoaineventtiilejä jäähdytetään, jos koneessa käytetään raskasöljyä. Jäähdytysveden alapaineesta, stand by-toiminnosta ja ylälämpötilasta koostuvat hälytykset ovat molemmissa konetyypeissä.

Meriveden lämpöä ei seurata kuin omaksi iloksi, mutta alapaineesta pitää tulla hälytys ja stand by-toiminto.

Polttoaineen ruiskutuslämpötilaa tai viskositeettia valvotaan hälytyksellä ja alapaineesta pitää tulla hälytys ja stand by-toiminto.

Ahtopaineen ylälämpötilasta pitää tulla molemmissa koneissa hälytys, mutta 2-tahtisissa koneissa pitää olla sylinterien lukumäärän verran lämpötila-antureita huuhteluilmavesiverin palovaaran takia ja niiden hälyttäessä kone suorittaa slow downin.

Pakokaasujen ylälämpötilasta pitää tulla hälytys ja 2-tahtisessa tulee olla slow down-toiminto. Myös 4-tahtisessa tarvitsee olla samat toiminnot, jos koneteho per sylinteri on enemmän kuin 500 kW. Suuresta sylintereiden välisestä lämpötilahajonnasta pitää tulla myös hälytys molemmissa koneissa samoista ehdoista.

Molemmissa konetyypeissä tulee hälytys myös käynnistysilman alapaineesta.

Jos molempien koneiden teho ylittää 2250 kW tai jos männänhalkaisija on suurempi kuin 300 mm, on niihin asennettava öljysumuhälytin tai laakereiden lämpötila-anturit.

Kuten aiemmin tuli jo ilmi, 2-tahtinen asennetaan suoraan potkuriakseliin. Silloin on oltava myös koneen shut down-toiminto painelaakerin ylälämpötilassa. Myös 4-tahtisissa on olemassa painelaakeri, mutta sitä ei

tarvitse mitata jatkuvasti, koska alennusvaihteen painelaakeria valvotaan jo.

2.2.2 Propulsiolaitteisto

Laivan liikuttamiseen tarvitaan propulsiolaitteistoa ja sen komponentteja. Potkuriakseliston paine- ja kannatinlaakereiden lämpötilojen ylärajahälytyksiä seurataan jatkuvasti akselin ollessa kytkettynä. Ennen alennusvaihdetta voi olla myös kytkin. Kytkimen ohjauspaineen alarajahälytyksen on oltava asennettuna, jos on useampi kuin yksi pääkone samalla potkuriakselilla. Potkuriakselihylsän paisuntatankissa tai painovoimaisessa tankissa on oltava riittävästi öljyä, ettei hylsän ulkopuolella oleva vesi pääse hylsän sisälle, jota valvotaan pintakytkimellä.

Säätösiipipotkurin koneikon valvomiseen ei tarvita kuin ylälämpötila-anturi, jos akseliteho ylittää 1500 kW. Lisäksi tarvitaan ohjauspaineen alarajahälytys, ja jos on mahdollista asentaa rinnakkain toimiva paineyksikkö, niin sille tarvitaan stand by-anturi.

Alennusvaihdetta käytetään yleensä vain keskinopeissa ja nopeissa nelitahtisissa pääkoneissa ja näissä on normaalisti oma keskusvoitelujärjestelmä, jonka painetta pystyy seuraamaan. Alapaineessa on oma hälytys, ja jos paine menee sen alle, käynnistyy yleensä ns. esivoitelupumppu, jota käytetään myös stand by-pumppuna. Alennusvaihteen suojana on myös shut down-anturi, joka sammuttaa joko pääkoneen, jos akselisto on ilman kytkintä, tai sitten avaa kytkimen alennusvaihteen vaurioitumisen ehkäisemiseksi.

2.2.3 Apukattilat ja höyryntuotanto

Ns. apukattiloita käytetään veden ja kuumaöljyn lämmittämiseen tai höyryn tuotantoon, joilla lämmitetään pysähdyksissä olevia koneita, asuintiloja, polttoainetankkeja ja etulämmittimiä.

Kaikista yksinkertaisin systeemi on ns. keskuslämmityskattila, jossa ei ole kuin alhaisen vedenpinnan hälytys ja polttimen häiriöhälytykset. Jos lämmitetään öljytankkeja, niin silloin tarvitaan kiertovesilinjastossa öljyn tunnistinanturia, jonka toiminta perustuu öljyn sähkönjohtavuuteen. Pääkoneen käynnissä ollessa ei kyseinen kattila ole lainkaan käytössä vaan lämpö, jota tarvitaan, otetaan pääkoneen jäähdytysvedestä.

Höyry- ja kuumaöljykattiloiden käyttöenergia otetaan ajossa pääkoneiston pakokaasujen lämmöstä ja pääkoneiston ollessa sammuksissa lämpö tuotetaan öljy- tai raskasöljypolttimilla. Kattiloihin tarvitaan oma vedenpinta-anturi hälyttämään keskushälytysjärjestelmään kattilan omien suojiensa lisäksi. Kattilalaitoksen vikaantuessa ei normaalisti tule kattilalaitoksesta kuin yksi hälytys ja varsinainen vika joudutaan menemään katsomaan kattilan käyttötaulusta. Luokka käy kaikki kattilahälytykset läpi niin keskus- kuin kattilajärjestelmästä.

Kattilan veden pintaa valvotaan ylä- ja alarajahälytyksillä riippumatta, mihin kattilaa käytetään. Jos kattilalla on tarkoitus pyörittää höyryturbiinia ei turbiiniin saa mennä vettä raakana vaan ainoastaan höyryn muodossa, joten liian korkea veden pinta aiheuttaa hälytyksen ja turbiinin shut downin, sekä liian matala veden pinta kattilassa johtaa kattilan shut downiin.

Polttoaineen paine, lämpötila ja viskositeetti on pidettävä tiettyjen rajojen sisällä varsinkin raskasöljyllä ajettaessa, dieseliä ei juurikaan lämmitetä.

Tuorehöyryn ala- ja yläpainetta sekä ylälämpötilaa valvotaan ja etenkin alapaineesta turbiini saa slow down-käskyn.

Syöttöveden täytyy olla muutenkin suolatonta, mutta yli 20 bar käyttöpaineelliselta kattilalta vaaditaan erillinen suolapitoisuusanturi. Kattilalla, jonka höyryllä lämmitetään polttoaineen ja voiteluöljyn esilämmittämiä, tarvitsee myös olla öljyntunnistinanturi. Syöttövesitankin paineen ja lämpötilan ylä- ja alarajahälytykset on myös oltava.

Polttimen syttymättömyydestä seuraa myös hälytys.

2.2.4 Sähköntuotanto ja apukoneet

Laivan sähköntuotanto tapahtuu yleensä ajossa akseligeneraattoreilla tai propulsiokoneiston ollessa pysäytettynä apukoneiden pyörittämällä generaattoreilla. Generaattoreita voi pyörittää myös höyryturbiini. Generaattoreiden sähkönlaatua valvotaan niiden tehdessä sähköä. Jännitteen ylä- ja alarajahälytykset sekä taajuuden alarajahälytykset saattavat olla pelkkiä hälytyksiä, mutta saattavat aiheuttaa myös toisarvoisen kuorman pudottamisen tai jopa generaattorin pudottamisen verkosta, mikä myös aiheuttaa hälytyksen. On myös olemassa generaattoreita, joissa on painevoidellut laakerit, jolloin myös voiteluöljyn paineen lasku aiheuttaa hälytyksen, mutta kestovoidelluin laakerein asennetussa generaattorissa ei tarvitse tällaista hälytystä olla.

Apukoneiden toimintaa valvotaan keskeytyksettä niiden ollessa käynnissä. Riittävät alapainehälytykset ovat: voiteluöljy, jäähdytysvesi ja käynnistysilma. Ylälämpöhälytykset ovat: voiteluöljy ja jäähdytysvesi. Näiden lisäksi koneiden valvonnassa on oltava sammutustoiminnot, kun voiteluöljyn paine laskee alle ja jäähdytysveden lämpö nousee yli hälytysrajan. Jos apukone on tehokkaampi kuin 2250 kW tai männän halkaisija on suurempi kuin 300 mm, on koneeseen asennettava öljysumuhälytin, joka hälyttäessään myös sammuttaa koneen rikkoutumisen estämiseksi.

2.2.5 Paloturvallisuus

Konehuoneessa on useita ns. kuumia kohtia, kuten pakosarjat, jotka voivat sytyttää öljysumun palamaan komponentin rikkoutuessa. Tällaisia komponentteja ovat polttoaineen ruiskutusputkistojen vuodot, joita seurataan vuotoantureilla. Putkistot on valmistettu siten, että varsinainen korkeapaineputki on suojattu ulkopuolelta ja koneen jokaisen

korkeapaineputken ja suoja-putken välisestä osastosta polttoaine valuu yhteiseen keräilyputkeen, johon on asennettu vuotoanturi.

Palonhälytysjärjestelmän häiriön sattuessa pitää hälytyksen seurata hälytystaulussa.

2.2.6 Tankki- ja muut hälytykset

Kaikille tankeille ei ole kustannuksien vuoksi asennettu kaukopeilauslaitteita, joten luokan vaatimuksiin riittävät tietyt ylä- ja alarajahälytykset kriittisimmissä tankeissa. Kyseisiin tankkeihin on asennettava ylärajahälytykset: sludge, jäteöljy ja polttoaineen valumatankit. Alaraja on asennettava seuraaviin tankkeihin: polttoaineen päivä-, settlinki- ja koneikkojen hydraulitankit sekä kaikkiin paisuntasäiliöihin. Jos alarajatankkien täyttö on automaattisesti järjestetty, hälytyksen on poistuttava, kun nesteen pinta ylittää riittävän tason täytettäessä tankkia.

Tankkien lisäksi pilssihälytyksessä on oltava vähintään kaksi ylärajahälytysanturia ja anturit on kytkettävä kahteen erilliseen hälytyspiiriin.

Separaattoreiden toiminta on myös varmistettava mahdollisten häiriöiden sattuessa. Polttoaine- ja voiteluöljyseparaattoreiden sisääntulevan nesteen lämpötilaa seurataan, ja siellä pitää olla ylärajahälytys. Lukkoveden mahdollinen häviäminen joko vuodosta tai separaattorin ”oksennuksesta” johtuen aiheuttaa hälytyksen. Lisäksi polttoaineseparaattoreissa tarkkaillaan tulevan nesteen alalämpötilaa.

Virransyöttöä tarkkaillaan automaatio-, hälytys-, suoja- ja kauko-ohjausjärjestelmissä. Sähkönsyöttö näille laitteille on kuitenkin varmistettu akkujen avulla. Jos päätaulusta katkeaa virta, vain syöttö akkujen lataukselle on keskeytynyt, mutta järjestelmän on silti hälytettävä.

3 ANTURIT

Anturit ovat konehuoneen informaation lähettäjiä hälytys- ja ohjailukeskuksiin. Propulsiokoneiston turvallista käyttämistä varten tarvitaan tietoa esimerkiksi sylinterien jäähdytysveden lämpötilasta ja paineesta. Tavallisimpia antureita konehuoneessa ovatkin juuri paine- ja lämpöanturit, mutta myös lämpö- ja painekeytkimiä eli termostaatteja ja pressostaatteja tarvitaan kahdentamaan tiettyjä koneikkoja ja varmentamaan pääkoneen mekaanisesti pyörittämiä pumppuja.

Anturit ovat niitä, jotka lähettävät tietoa keskusyksikölle, tavallisin tieto liikkuu 4 – 20 mA ja 6 – 35 V tietona sähköjohtoja pitkin. Kytkimet toisaalta saavat aikaan tietyn toiminnan, esim. paineen laskettua alle kytkimen säätörajan automaatio käynnistää lisäpumpun riittävän paineen varmistamiseksi. Lämpöanturien normaali käyttöalue on noin -50–120 °C ja paineanturien 0-10 bar.

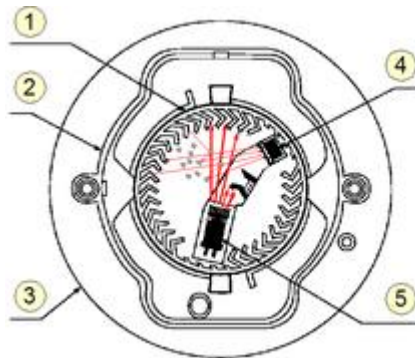
Hälyttävät ja turvatoimia ohjaavat anturit pidetään erillään siitä syystä, että järjestelmä ei olisi riippuvainen yhden anturin toimivuudesta. Anturit, jotka mittaavat paineita ja lämpötiloja, on kytketty sinällään hälytysjärjestelmään ja sen säätöarvojen, eli hälytysrajojen, mukaan hälyttää jos paine laskee tai lämpötila nousee. Hälytysanturien viereen asennetaan ns. stand by-anturit, jotka on säädetty hälytysrajoja hiukan edemmäs, ja ne ohjaavat esimerkiksi pääkoneen voiteluöljyn stand by-pumppua voiteluöljyn paineen laskiessa alle hälytysrajan. Näiden lisäksi on vielä koneiden omat turvatoimenpiteet eli slow- ja shut down-anturit, jotka on säädetty vielä hiukan stand by-antureiden kytkentärajoja pidemmälle.

3.1 Palonilmaisinanturit

Automaattisesti, palon syttyessä, hälyttäviä antureita on sijoitettu kriittisiin paikkoihin laivoilla, esim. apukoneiden päälle. Anturityyppejä on useita kuten on valmistajiakin, mutta yhteistä niille on, että ne on kytketty palonilmoituskeskukseen. Keskus sijaitsee yleensä laivan komentosillalla. Tiettyjen osastojen anturit ovat sarjoitettuja sähköjohtovetojen minimoimiseksi; esim. apukoneosaston kaikki anturit ovat samassa loopissa, jolloin yhden anturin antama hälytys ilmoittaa palon olevan apukonehuoneessa. Anturit on aina kytketty NC-tapaan eli normaalisti kiinni, jolloin sähköjohtimien katkeaminen tai anturin rikkoutuminen aiheuttaa hälytyksen. Savuhälyttimien toiminta perustuu joko optiseen tai ionisoivaan menetelmään.

3.1.1 Optiset savuanturit

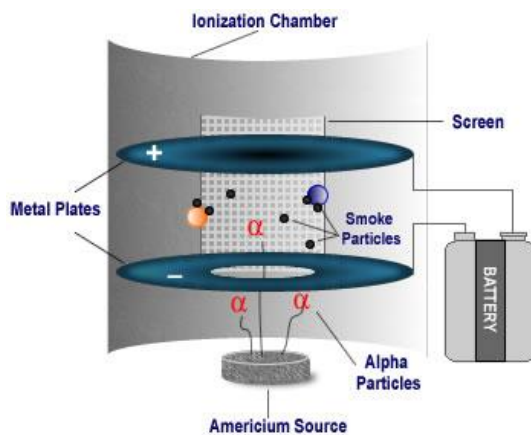
Optinen anturi sisältää valon lähettimen ja fotodiodin, joka vastaanottaa valoa. Lähetin ja diodi eivät osoita toisiaan vaan ovat ristissä anturin sisällä. Savun täyttäessä anturin lähettimen valo heijastuu savuhiukkasista fotodiodiin, joka kytkee hälytyksen keskukselle.



Kuva 1 Optisen, savuhiukkasiin perustuvan, palovaroittimen osat: 1. Optinen kammio 2. Kuori 3. Palovaroitin 4. Fotodiodi 5. Infrapunaledi (4)

3.1.2 Ionisoivat savuanturit

Ionisoivassa hälyttimessä on sisällä heikosti säteilevää amerikium-241 alkuainetta. Amerikium lähettää alfa-säteilyä, mikä ionisoi ilmaa säteilykammion vieressä olevissa raoissa, jolloin ilma muuttuu heikosti sähköä johtavaksi. Savuhiukkasten tultua anturille ilman sähkönjohtavuus häiriintyy ja sähköä johtavien ilmaionien määrä laskee, jolloin anturi hälyttää (5).



Kuva 2 Ionisoiva anturi (5)

3.1.3 Optiset anturit

Näkyvään liekkiin reagoivat hälyttimet toimivat optisesti. Liekin infrapunasäteily kytkee anturin optisen pään ja hälyttää palohälytyskeskukseen (4).

3.1.4 Lämpötilahälytinanturit

Osastojen lämpötilahälyttimet ovat joko yksinkertaisia eutektisten metallien sulamiseen tai lämpötilan nousunopeuteen perustuvia antureita.

Eutektinen metalli on useamman aineen seos, jolla on erittäin alhainen sulamispiste. Anturin johtimet on kytketty lämmössä sulavaan metallipalaan ja sulaessaan anturin piiri katkeaa, jolloin syntyy hälytys (6). Lämpötilan nousunopeusanturissa on sisällä kaksi lämpöanturia, joista toinen mittaa ympäristön lämpötilaa ja toinen säteily- tai johtavaa lämpöä. Kun säteilylämpöä mittaavan anturin lämpötila menee yli ympäristön lämpötilan, seuraa hälytys (7).

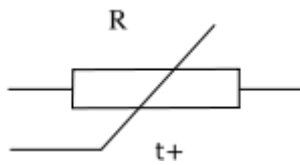
3.2 Lämpöanturit ja -kytkimet

Termoparit ovat kahden eri metallin liitos anturin sisällä. Toiminta perustuu kahden yhteen liitetyn metallilangan synnyttämään jännitteeseen, joka on riippuvainen lämpötilasta. Kyseinen ilmiö on nimeltään Seebeckin ilmiö fyysikko Thomas Seebeckin mukaan. Käytetyin näistä on K-tyypin anturi, jonka materiaaleina on NiCr-Ni. K-tyypin Seebeck-arvo on noin $40 \mu\text{V}/^\circ\text{C}$ (8). Anturia valittaessa on kompensoitava kuumen paikan liitos, mitattavan kohteen ja kylmän paikan mittalaitteen sijainnin lämpötila(9).

Yleisin vastuslämpöanturi on tyypiltään Pt100, jota voidaan käyttää useissa eri sovelluksissa koneistojen valvonnassa, kuten nesteiden ja kaasujen lämpötilojen mittaamiseen.



Kuva 3 Pt100-antureita eri kiinnikkeillä (10)



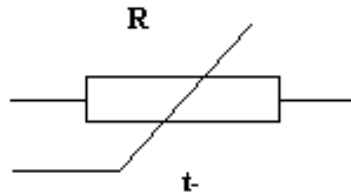
Kuva 4 Pt-anturin piirroskuva (11)

Anturin toimintaperiaate perustuu platinaelementtiin, jonka resistanssi eli vastusarvo kasvaa $0,385 \Omega$ jokaista lämpötila-astetta kohden. Platina-pohjaiset anturit voidaan jakaa kahteen eri ryhmään: platinalanka- ja platinakalvoantureihin. Nimi Pt100 tulee anturin vastusarvon standardista ominaisuudesta 100Ω $0 \text{ } ^\circ\text{C}$ (12). Taulukossa 1 on tyypillisen Pt100-anturin vastusarvot tietyille lämpötiloille.

Taulukko 1 PT-100-anturin vastusarvoja (13)

Lämpötila °C	Resistanssi Ω
-50	80,31
0	100,00
50	119,40
100	138,50
150	157,31
200	175,84

NT-termistorielementti on myös laajalti käytetty anturi, mutta toisin kuin platinaelementissä vastusarvo pienenee lämpötilan kasvaessa. Tämä anturi on kuitenkin vähemmän käytetty, koska se on epätarkempi kuin Pt-anturi (14).



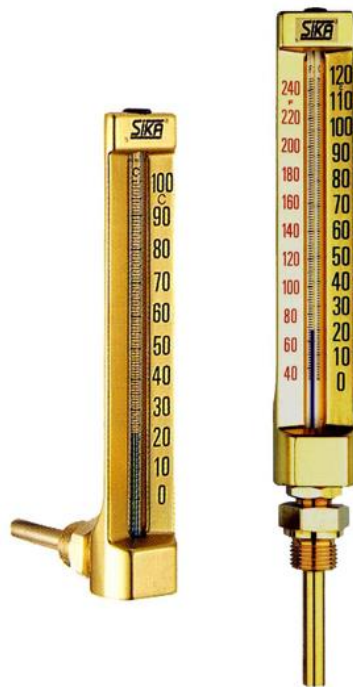
Kuva 5 Nt-anturin piirroskuva (14)

Lämpökytkimillä eli termostaateilla pyritään tietyn lämpötilan ylitettyä tai alitettua saamaan vastakkainen toiminta aikaan. Tämä toiminta joudutaan suorittamaan lämpöanturin ja ohjaavan releen yhteistoiminnalla, mutta voidaan myös ohjelmoida keskushälytysjärjestelmä antamaan impulssi ohjattavalle koneikolle (15).

Pakokaasujen lämpötila-anturit ovat tyypiltään puolijohdevastuksia, joiden lämpötilakerroin on negatiivinen (NTC). Materiaali perustuu perovskit-rakenteeseen, joka muodostetaan seostamalla titaanitrioksideja (TiO_3).

Anturien resistanssi on suuri pienessä lämpötilassa ja pieni suuressa lämpötilassa. Anturien toiminta-alue on varsin laaja -40-900°C (16).

Näiden lisäksi anturien vieressä on yleensä paikallisia lämpömittareita, joihin voi verrata anturin lähettämää tietoa. Lämpömittarit ovat yleensä lasiputkisia mittareita, joissa on elohopea tai värjätty sprii käyttöaineena. Mittarien näyttämä perustuu sisällä olevan aineen lämpölaajenemiseen, jolloin lämpötila voidaan lukea nesteen pinnan korkeudella olevasta mitta-asteikosta.



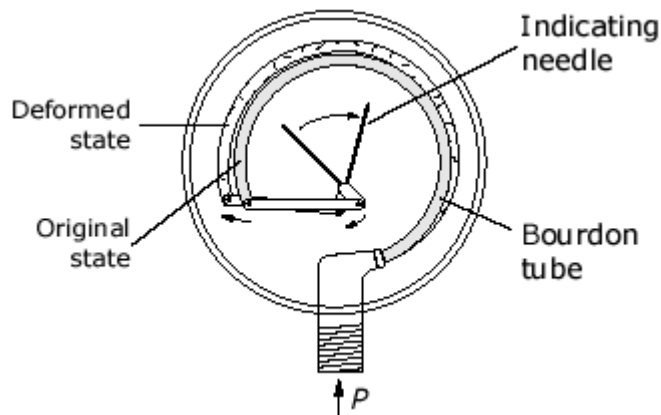
Kuva 6 Tyypillinen lämpömittari (17)

3.3 Paineanturit ja -kytkimet

Paineanturit ovat osaltaan tärkeitä antureita koneikkojen valvomiseen. Paineen vaikuttaessa mittapäähän anturissa oleva kalvo liikkuu ja sen liikkeestä anturi pystyy lähettämään liikkeen määrän vastaavaa painetietoa keskusvalvontajärjestelmään. Mitä paksumpi kalvo, sen

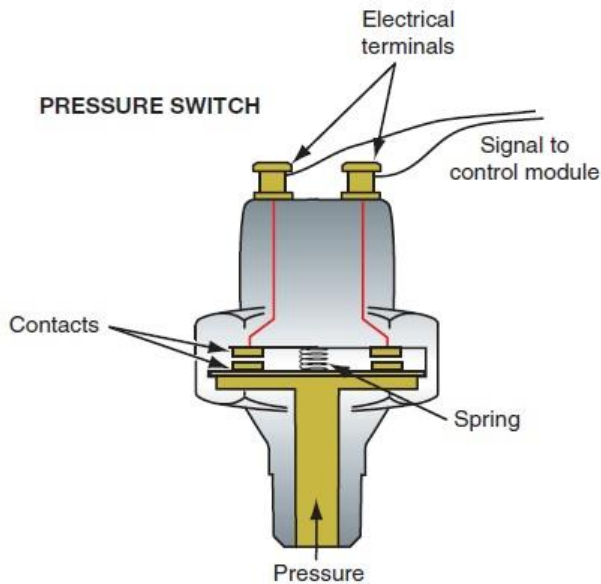
korkeammalle paineluokalle anturi on valmistettu eli se mittaa korkeampia paineita kuin ohuella kalvolla.

Paineantureiden vieressä on myös analogiset painemittarit, joiden toimintaperiaate perustuu Bourdonin putkeen. Bourdon-putki on mittarin sisällä sijaitseva ontto ja toisesta päästä suljettu puoliympyrän muotoinen putki, joka paineen kasvaessa pyrkii suoristumaan kääntäen mittarin osoitinta näyttämään oikeaa painetta asteikolla.



Kuva 7 Bourdon-putki (18)

Painekytkimet eli pressostaatit on säädetty antamaan hälytyksiä ja ohjaamaan stand by-pumppujen käynnistystä paineen laskiessa ja käynnistämään pumppuja koneikkojen käynnin varmistamiseksi. Painekytkimet ovat rakenteeltaan samanlaisia kuin paineanturit, mutta painetiedon lähettämisen sijaan paineen lasku kääntää nivellettyä akselia, joka kytkee tai vapauttaa mikrokytkimen asennustavasta riippuen (19).



Kuva 8 Yksinkertainen painekytin (20)

3.4 Pinnakorkeusanturit ja -kytkimet

Toimiva pinnankorkeusjärjestelmä vaatii aina keskusyksikön. Kylkitankeissa sekä ahteri- ja peräpiikeissä tilavuus vaihtelee paljon eri pinnakorkeuksilla. Keskusyksikköön on ohjelmoitu tankkien muodon mukaan pinnankorkeuden näyttämä nestemäärä. Sinne on myös ohjelmoitu tarvittavat ylärajahälytykset bunkrausta, eli polttoainetäydennystä varten. Jokaiseen tankkiin on asennettu ainakin yksi anturi mittaamaan nestepinnan korkeutta ja toinen ilmoittamaan tankin tilavuuden täyttymisestä hälytysjärjestelmään. Tieto antureilta keskusyksikköön liikkuu johtimia pitkin 4 – 20 mA:n virtana ja keskusyksikkö muuntaa saamansa tiedon tilavuustiedoksi mittareille. Pinnankorkeuskytkimet ilmoittavat nestepinnan ylittäneen tai alittaneen kytkimen korkeuden tankissa. Näitä kytkimiä sovelletaan pilssihälytyksinä sekä tankkien ala- ja ylärajahälytyksinä.

3.4.1 Ultraäänianturit

Ultraäänimittaus perustuu ultraäänen käyttämiseen aikaan anturilta nestepintaan ja takaisin. Laivoilla, joissa on korkeat suorakaiteen muotoiset tankit, käytetään normaalisti tämän tyyppistä mittausta, jossa mitataan peilausmitalla lastitankin kannen ja nestepinnan välistä matkaa eli ullage-mittaa.



Kuva 9 Ultraäänianturi (21)

3.4.2 Ilmapulputusanturit

Ilmapulputusjärjestelmä tarvitsee toimiakseen puhdasta ja kuivattua paineilmaa. Anturipäille johdetaan paineistettu ilma, joka kulkee anturin putkea pitkin tankin alareunaan asti, josta ilma tulee kuplien muodossa nesteen sekaan. Antureille on säädetty pieni ilmamäärän virtaus, jotta ilmanpaineen mittaus pulputuksen juuri alkaessa on mahdollista. Ilmanpaine tieto lähetetään keskusyksikölle, joka muuntaa sen tilavuustiedoksi mittareille.



Kuva 10 Pulputusanturi (21)

3.4.3 Hydrostaattiset paineanturit

Hydrostaattinen paineanturi asennetaan mitattavan säiliön pohjalle. Anturin toiminta perustuu hydrostaattiseen paineeseen eli nestepatsaan korkeuteen, toisin sanoen tämä on paineanturi. Esim. 10 metriä nestepatsasta tarkoittaa 1 bar anturipään painetta.



Kuva 11 Hydrostaattianturi (21)

3.4.4 Magneettiset kohoanturit

Magneettinen kohoanturi asennetaan mitattavan säiliön korkeimpaan kohtaan. Anturista lähtee putki kohti tankin pohjaa, jota pitkin liikkuu magneettinen koho ylös ja alas nestepinnan korkeudella. Koho kytkee putkessa olevia kytkimiä pinnan korkeuden mukaisesti ja lähettää pinnankorkeustiedon keskusyksikölle, joka muuntaa sähköisen tiedon tilavuustiedoksi.



Kuva 12 Magneettinen kohoanturi (21)

3.4.5 Pinnankorkeuskytkimet

Pinnankorkeuskytkimet voivat sijaita tankin ylä- tai alareunassa riippuen siitä, mitä toimintaa tarvitaan. Ne voivat antaa ala- tai ylärajahälytyksen ja niillä voi myös ohjata säiliön pinnan korkeutta pumppujen avulla. Esim. alarajakytkin käynnistää pumpun ja ylärajakytkin pysäyttää pumpun. Anturissa on varsi ja koho, joka tulee säiliön kyljestä sisään. Nestepinnan liikuttaessa kohoa noin yli puolen välin, riippuen suunnasta, varren toisessa päässä oleva magneetti liikuttaa anturin sisällä olevaa rautaa, joka painaa tai vapauttaa mikrokytkimen. Pinnankorkeuskytkimiä kutsutaan Mobrey-kytkimiksi tunnetuimman valmistajan mukaan.



Kuva 13 Mobrey-kytkin (21)

3.4.6 Mekaanisesti nähtävät pinnan tasot

Näiden mittausantureiden lisäksi tärkeimpiin säiliöihin asennetaan mahdollisesti näkölasi tai muu vastaava visuaalisesti nähtävä pinnankorkeustaso. Vaikeammin nähtäviin tankkeihin, kuten pohjatangkeihin, asennetaan peilausputki, joista voi peilausmitalla mitata pinnan korkeutta joko tankin pohjasta nesteen pinnalle tai tankin päältä nesteen pinnalle. Jokaisesta laivasta pitäisi löytyä telakalta saadut tankkien tilavuustaulukot tietylle pinnankorkeudelle.

3.5 Muut anturit

Muita koneikkojen toimintaa ohjaavia antureita on esimerkiksi magneettiset lähestymisanturit, potentiometrit ja optiset anturit.

Magneettisia eli induktiivisia antureita käytetään hydraulikoneikkojen sylinterien auki-kiinni-asentojen määrittämiseen ja moneen muuhun, missä liikkeen ääripäitä valvotaan. Anturi toimii magneettisen ja sähköä johtavan

materiaalin lähestyessä kytkimenä. Magneettista anturia voidaan käyttää myös pyörimisnopeuden valvontaan.



Kuva 14 Induktiivinen anturi (22)

Potentiometriä käytetään esimerkiksi potkurin lapakulmien asennon näyttämiseen. Potentiometri on kolminapainen säätövastus. Potkurin koneikon käyttäminen pyörittää potentiometriä, jolloin vastusarvo muuttuu vastuksessa, mikä saa lapakulmien tiedon mittarille. Pääkoneen polttoainepumppujen säätöakselissa ei ole välttämättä pyöritettävä potentiometri vaan liukupotentiometri, joka liikkuessaan säätyy samalla tavalla kuin pyöritettävä malli (23).



Kuva 15 Liukupotentiometrejä (23)

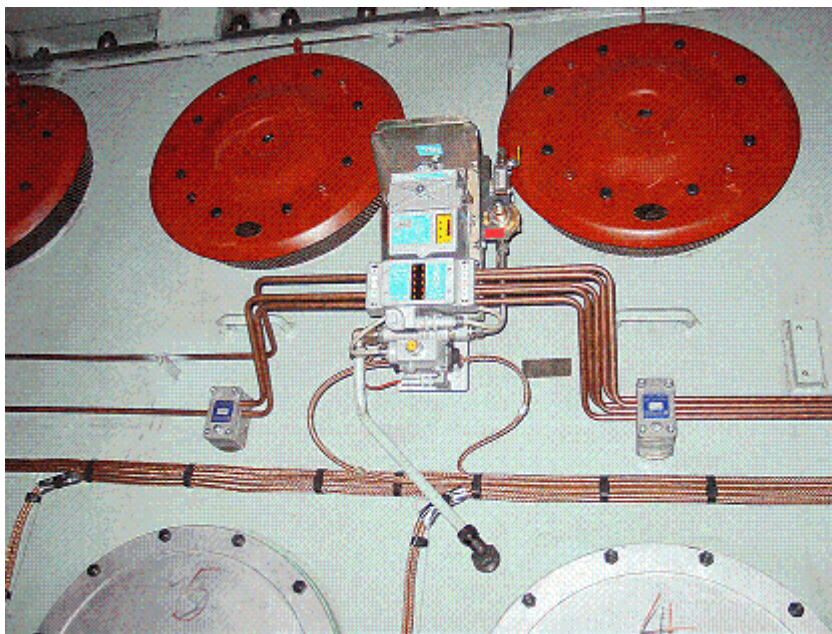


Kuva 16 Kierrospotentiometri (23)

Optisia antureita ei sinällään näy juuri missään laivakäytössä, vaan ne ovat asennettuina muiden antureiden sisälle. Kierroslukumittari saa toimintansa optisesta tai magneettisesta anturista asennustavasta riippuen.

3.6 Öljysumuhälyttimet

Öljysumuhälytint tarkkailee kampikammion öljysumun pitoisuutta ja hälyttää myös vesihöyrystä. Anturiin imetään ejektoriperiaatteella kampikammioista jokaisen sylinterin kohdalta näytettä, jota tarkkaillaan optisen anturin avulla. Öljysumu syntyy öljyn kiehuessa esim. laakerin kuumenemisen johdosta ja öljyn sekaan mahdollisesti joutunut vesi höyrystyy, kun moottori lämpiää käyntilämpötilaansa. Imetty näyte kulkee anturin läpi ja optisten anturien läpi, jolloin se hälyttää, jos näytteessä on liikaa partikkeleita estämässä optista sädettä (24). Schallerin huono puoli on, ettei voi tarkalleen määrittää, minkä sylinterin kohdalla ongelma sijaitsee.



Kuva 17 Schaller asennettuna (25)

Toinen verrattain yleinen öljysumuhälytín on nimeltään Graviner. Koneen kylkeen ei tarvitse erikseen asentaa näytteenottoputkistoa kuten Schallerissa, vaan jokainen anturi on yksittäin kytketty kampikammion luukkuihin ja tieto vietään sähköjohtimia pitkin keskusyksikköön. Tämän johdosta mahdollinen vika on huomattavasti helpompi paikallistaa (26).



Kuva 18 Graviner (27)

Öljysumuhälytys ohjaa koneen slow down-toimintoa vian ilmetessä. Pienessä kampikammiossa on öljysumuhälytin asetettava herkemmäksi kuin isossa, koska tilavuus on pienempi ja öljysumua mahtuu sinne vain tietty tilavuusprosentti, ennen kuin kampikammiossa syntyvä öljysumu on syttymis- tai jopa räjähdysherkkä. Isossa koneessa öljysumuhälytin saattaa ilmoittaa jo useata tuntia ennen kuin vastaava räjähdysherkkyys on ajankohtaista.

Öljysumuhälytin voidaan korvata laakereiden lämpötila-antureilla, mutta vain toinen näistä on pakollinen vasta, kun koneen teho ylittää 2250 kW tai jos männän halkaisija on suurempi kuin 300 mm (1).

4 TESTAUS JA KALIBROINTI

Antureiden toiminta joudutaan luokituslaitoksen sääntöjen mukaan tarkistamaan ja tarvittaessa kalibroimaan säännöllisin väliajoin. Kalibrointi oikeasti tarkoittaa anturin tai mittarin näyttämän tarkistamista oikeaan lämpötilaan, mutta tässä työssä tarkoitetaan lämpö- ja painekeytkimien säätämistä asetusarvoonsa (1).

Jokaisella kytkimellä on oma asetusarvonsa, jonka määrittää koneiston valmistaja. Jotkut koneikot, kuten pääkoneet, saattavat tarvita käyntitiedon, jolloin ei ole mahdollista testata antureita koneikko sammuksissa.

Luokituslaitos vaatii E0:aa varten kahdenlaisia testejä automaatiolle: vuosittaisia (Annual Survey) ja viisivuotistestauksia (Periodic Survey), että laivan luokitus pysyy E0:ssa jatkossakin. Annual survey on kutakuinkin samanlainen kuin tarkempi periodic survey (1). Luokituslaitos

vaatii, että jokainen kalibrointilaitte, jolla säätöjä tehdään, pitää olla tarkastettu ja säädetty näyttämään oikein.

Laivoilla on oma huoltosuunnitelma antureiden testaukselle, ja luokituslaitoksen edustaja tarkastaa ja varmistaa, että nämä testaukset on tehty asianmukaisilla laitteilla, jotka on kalibroitu näyttämään oikein. Anturit, kaapeloinnit ja läpiviennit tarkastetaan myös silmämääräisesti konehuoneen puolella, jotta voidaan olettaa niiden olevan toimintakunnossa. Laivan henkilökuntaa käytetään apuna testaamaan slow- ja shut down-toiminnot laivan apu- ja pääkoneistossa ja samalla tulee myös testattua apukoneiden automaattiset stand by-käynnistykset ja verkkoon kytkennät. Jos laivan sähköjärjestelmä toimii oikein, hätägeneraattori käynnistyy apukoneiden black out-tilanteiden aikana ja samalla myös aukeaa toisarvoisien kuluttajien kontaktori. Hätäväläistuksen ja hälytyssignaalien pitää myös toimia näiden black out-tilanteiden aikana keskeytyksettä. Palojärjestelmä testataan vähintään jokaisen loopin yhdestä anturista ja samalla selviää myös, toimivatko palohälytysvalot ja -äänet (1).

Jos anturia ei saa mitenkään kalibroitua raja-arvoonsa, on olemassa mahdollisuus, että anturi on rikkoutunut, ja se pitää korvata vastaavanlaisella ehjällä anturilla.

Kuitenkin on huomioitava, että ylä- ja alarajahälytyksiin on mahdollisesti asennettu aikakytkin. Tämä tekee viiveen hälytyksen tuloon ja on asennettu laivan rullauksen johdosta, ettei tankki hälytä turhaan laivan kallistuessa paljon ja jos tankilla on laaja nestepinta-ala rajakytkimen korkeudella. Aikakytkimiä voi olla asennettuina myös muihin hälytyksiin, ja se pitää huomioida antureiden testauksien aikana, ettei hetkellinen lämpötila-, paine- tai pinnankorkeusanturin kytkeytyminen hälytä heti vaan saattaa vaatia jopa 30 sekuntia kestävästä raja-arvon ylityksestä tai alituksen.

4.1 Palonilmaisijat

Palonilmaisinsuihke on helpoin ja varmin tapa testata savuantureiden ja ionisoivien antureiden toiminta. On myös olemassa sytytettäviä savukyniä. Spraytä suihkutetaan 1-2 sekuntia suoraan anturin mittapäälle ja odotetaan, kunnes palohälytys tulee. Anturin ilmaisunopeuteen voi vaikuttaa peittämällä anturin suihkuttamisen jälkeen.



Kuva 19 Savu- ja ionisoivan anturin testisuihke (28)

Optisesti toimiviin antureihin on saatavilla normaalin taskulampun kokoisia ja näköisiä laitteita, joiden valoteho vastaa näkyvän liekin valosäteilyä. Valaisimella simuloidaan liekin antamaa valoa.



Kuva 20 Optisten antureiden testeri (29)

Lämpötilahälyttimien testaaminen onkin haastavampaa. Eutektinen metalli on kertakäyttöistä, joten sitä ei voi testata. Hälyttimet, joissa on lämpötilan nousunopeusanturit, voidaan testata osoittamalla kuumailmapuhaltimella anturia ja on odotettava anturin toimintaa.

4.2 Lämpöanturit ja termostaatit

Lämpöantureiden tarkkaan testaamiseen tarvitaan anturiuuni tai vastaava, johon anturi laitetaan lämpenemään tai jäähtymään. Testeri lämmittelee yleensä ilmaa tai nestehaudetta. Anturin pitää olla kytkettynä johtimiinsa, jotta varmistetaan järjestelmän toiminta lämpötilarajan ylittyessä tai alittuessa. Anturitesteriin laitetaan anturi ja säädetään lämpötila, joka on hälytysraja anturille, ja odotetaan, että testeri saavuttaa säädetyn lämpötilan. Yläraja-arvoon lähestytään viileämmästä ja ala-arvoon kuumemmasta. Lämpötilan lähestyessä tarkkaillaan, missä lämpötilassa tulee hälytys ja kuinka paljon on ero ohjearvoon. Erotus merkitään kuitatuksi huolto-ohjelmaan. Termostaatin testaus on periaatteeltaan samanlainen kuin anturin, mutta lämpötila asetetaan ja annetaan anturin lämmitä arvoonsa, ja jos termostaatin kytkin ei liiku, käännetään säätöruuvista, kunnes termostaatti tekee halutun toiminnon. Anturin lämpötilan ollessa yläraja-arvossa käännetään säätöruuvi ylemmäs ja tullaan hitaasti takaisin päin, kunnes termostaatti kytkeytyy ja ala-arvosta päinvastoin.



Kuva 21 Lämpötila-anturitesteri (30)

Yksinkertainen testeri koostuu tarkasta lämpömittarista ja vedenkeittimestä, jos ei muuta ole saatavilla, koska konehuoneen antureiden lämpötilat liikkuvat välillä 40-100°C. Lämpötila-arvo saattaa mennä hiukan yli 100°C:n, tällöin voidaan veden sijasta lämmittää öljyä, jolloin kiehumispiste on korkeampi.

4.3 Paineanturit ja pressostaatit

Paineanturit on mahdollista erottaa järjestelmästä sulkuhanoilla, jolloin painetesteri voidaan kytkeä nk. insinööriliittimeen anturin testauksen ajaksi. Jos koneikko vaatii käyntitiedon ja anturi on ns. alapaineanturi, testerillä pumpataan painetta hiukan koneikon raja-arvoa korkeammaksi. Tämän jälkeen voi koneikon käynnistää ja tarkkaa säätöä varten avataan testerin isoa rullaa, jonne paine pääsee laskemaan. Kun raja-arvo on saavutettu testerin mittarissa, koneikossa pitää käynnistyä St.By- pumppu tai koneikko pysähtyy riippuen siitä, kumpaa anturia ollaan testaamassa. Pressostaattien testaus suoritetaan samalla tavoin.



Kuva 22 Painetesteri (31)

4.4 Pinnankorkeusanturit ja kytkimet

Tankkien pinnankorkeusanturit ovat normaalisti kalibroituja tankin korkeuden mukaan jo tilattaessa, mutta silloin tällöin voidaan joutua asentamaan kalibroimaton anturi rikkinäisen tilalle. Tämä koskee vain pulputus- ja hydrostaattianturia. Kalibroiminen vaatii tankin tilavuuden verran nestekapasiteettia ja tyhjää tilaa sekä milliampeerimittarin anturin lähettämän tiedon säätämistä varten. Uuden anturin asennuksen jälkeen tankki pitää tyhjätä ja peilaamalla varmistaa sen olevan tyhjä.

Ampeerimittari pitää kytkeä anturin lähtö-johtoon, jolloin mittarin näyttämän pitäisi olla 4 mA jos ei ole, anturin säätöohjeissa kerrotaan mitä potentiometriä pitää pyörittää, että haluttu virtamäärä saadaan näyttöön. Tämän jälkeen tankki täytetään 100 %:iin ja mittarin näyttämän pitäisi olla 20 mA ja jos ei ole, katsotaan ohjeista, mitä potentiometriä säädetään. Kun nämä toimenpiteet on suoritettu, tankin mittarin skaalankin pitäisi näyttää oikein jopa eri täyttömäärissä. (Kamstrup)

Pinnankorkeuskytkimien toiminta voidaan tarkastaa manuaalisesti nostamalla kytkimen kohoa (esim. pilssihälytykset), tai jos se ei ole

mahdollista, on korkeuskytkimen ja tankin väliin yleensä asennettu lisälaippa, jossa on painike, jolla kohoa pystyy liikuttamaan.

4.5 Muut anturit

Induktiivisissa antureissa on useasti led-valo anturin johdon vieressä, josta näkee, kytkeekö anturi metallin lähestyessä. Valon pitäisi sammua, kun metallia ei ole anturipään lähellä. Antureiden testaamisessa on hyvä olla apuri katsomassa ohjaintaulusta, tekeekö anturin kytkeminen haluttua liikettä vai ei.

Potentiometriä testaaminen vaatii yleensä käyttövivun tai itse potentiometrin irrotusta laitteesta. Potentiometrin pyörittäminen tai liikuttaminen välittyy mittarille, jossa liikkeen tulisi olla mahdollisimman portaaton. Lukuisien käyttökertojen ja pitkän aikaan samassa paikassa olemisen takia potentiometrin vastuslangan pinta kuluu ennen pitkää, jolloin saattaa esiintyä hyppyjä mittarin näytössä. Tällöin potentiometri kannattaa vaihtaa uuteen, jottei se aiheuta virheellistä toimintaa koneikossa.

4.6 Öljysumuhälytin

Öljysumuhälytin testataan määrääjoin kuten muutkin anturit. Anturista mitataan alipainetta anturin omalla alipainemittarilla, ja jos se ei ole valmistajan antamalla skaalalla, niin alipaineen määrää säädetään hälyttimen ejektorista toivottuun suuntaan. Harvemmin testataan itse savun vaikutus hälyttimen toimintaan. Testaus on tupakoitsijalle helpompaa, koska käyttöohjeessa neuvotaan, että koneen etuosasta avataan tulppa, jonka tilalle asennetaan holkki, jossa palaa savuke, jolloin anturi imee tupakin savun optisille päille, jolloin hälytyksen pitäisi kytkeytyä.(Schaller)

5 LOPPUPÄÄTELMÄT

Viime vuosisadan puolivälin jälkeen alusten miehitystä on vähennetty jatkuvasti ja koko ajan enemmän on aluksia luokitettu sellaisiksi, ettei niissä tarvitse olla jatkuvasti miehitettyä konehuonetta. Tämän on mahdollistanut tekniikan kehittyminen vuosien saatossa ja varustamojen jatkuva tarve säästää kaikissa paikoissa, jopa koko ajan nousevissa miehistökuluissa.

Antureiden jatkuva testaus huolto-ohjelmassa vie aikaa ja säätäminen vaatii tarkkuutta koneistojen moitteettoman toiminnan takaamiseksi. Mitä isompi laiva ja mitä monimutkaisempia koneikkoja ajamiseen ja lastioperaatioihin laivallan on, sitä enemmän siellä on testattavia kohteita. Vaikka testattavia kohteita olisi kuinka paljon, eivät testaukset kaikki tule samaan aikaan tehtäväksi vaan ne on jaksotettu pitkin vuotta, ettei esimerkiksi mene koko kuukausi pelkkiin testauksiin. E0-luokitus on tullut jäädäkseen nykyaikaiseen merenkulkuun.

LÄHTEET

1. Det Norske Veritas. 1999. Periodically Unattended Machinery Space.
2. Mattson, F. 2001. Miehitämätön konehuone. Diaesitys.
3. Turva-asiat ISPS ja ISM. Trafi. 2014. Verkkodokumentti.
[http://www.trafi.fi/merenkulku/turva-
asiat_isps_ja_ism](http://www.trafi.fi/merenkulku/turva-asiat_isps_ja_ism)
[01.11.2014]
4. Palovaroin. Wikipedia. 2014. Verkkodokumentti.
<http://fi.wikipedia.org/wiki/Palovaroin> [01.11.2014]
5. Ionization Technology, Radiation Protection, US Epa. 2014. Verkkosivut. http://www.epa.gov/radiation/sources/smoke_ion.html
[01.11.2014]
6. Eutektinen seos. Wikipedia. 2014. Verkkodokumentti.
http://fi.wikipedia.org/wiki/Eutektinen_seos [01.11.2014]
7. Rate of Rise/Fixed Temperature Heat Detector. 2014. Verkkodokumentti.
www.pottersignal.com/product/datasheet/8830018_RHA.pdf
[1.11.2014]
8. Termopari. Wikipedia. 2014. Verkkodokumentti.
<http://fi.wikipedia.org/wiki/Termopari> [01.11.2014]
9. Mittatekniikan keskus. 2014. Verkkosivusto.
<http://www.mikes.fi/> [01.11.2014]
10. Lämpöantureita. 2014. Verkkodokumentti.
http://www.sarlin.com/sarlin_products/Lampotila-anturit-

suojaputkella/3ihrbkww/9ae7a1d1-634f-4d34-b103-73db80a90dd9
[01.11.2014]

11. PTC-termistori. Wikipedia. 2014. Verkkodokumentti.
<http://fi.wikipedia.org/wiki/PTC-termistori> [01.11.2014]
12. PT-100, Produal. 2014. Verkkodokumentti.
<http://www.produal.fi/FI/Tuotteet/L%C3%A4mp%C3%B6tilan%20mittaus/PT%20100> [01.11.2014]
13. Vastuslämpötila-anturi. Wikipedia. 2014. Verkkodokumentti.
<http://fi.wikipedia.org/wiki/Vastusl%C3%A4mp%C3%B6tila-anturi> [01.11.2014]
14. NTC-termistori. Wikipedia. 2014. Verkkodokumentti.
<http://fi.wikipedia.org/wiki/NTC-termistori> [01.11.2014]
15. Termostaatti. Wikipedia. 2014. Verkkodokumentti.
<http://fi.wikipedia.org/wiki/Termostaatti> [01.11.2014]
16. NTK lämpötila-anturit, NGK. 2014. Verkkodokumentti.
<http://www.ngk.de/fi/fi/tuotteet-ja-tekniikat/laemपोtila-anturit/>
[01.11.2014]
17. Thermometers, Johnson valves. 2014. Verkkodokumentti.
<http://www.johnsonvalves.co.uk/thermometers> [01.11.2014]
18. Introduction to Bourdon tubes, E-Funda. 2014. Verkkodokumentti.
http://www.efunda.com/designstandards/sensors/bourdon_tubes/bourdon_intro.cfm [01.11.2014]
19. Painekeytkimet, Danfoss. 2014. Verkkodokumentti.
<http://www.danfoss.com/Finland/BusinessAreas/IndustrialControls>

[/Products/Group/IA/Pressure-switches/789d59ba-1f8c-43b1-9170-88ad1e0d4f82.html](#) [01.11.2014]

20. Pressure Sensors, Computer Inputs. 2014. Verkkodokumentti.
<http://autosystempro.com/pressure-sensors/> [01.11.2014]
21. Integrated Solutions for Safe Cargo Operations, Level Master. 2014. Verkkodokumentti.
<http://www.musasino.biz/products> [01.11.2014]
22. Trippi Oy. Oheislaitteet ja tarvikkeet. 2014. Verkkodokumentti.
http://www.trippi.fi/mittarit_ohais.shtml [01.11.2014]
23. Potentiometri. Wikipedia. 2014. Verkkodokumentti.
<http://fi.wikipedia.org/wiki/Potentiometri> [01.11.2014]
24. Oil Mist Detector, Schaller. 2014. Verkkodokumentti.
<http://www.schaller.de/products/oil-mist-detector-visatron.html>
[01.11.2014]
25. Schaller Oil Mist Detector, DIY Trade. 2014. Verkkodokumentti.
http://www.diytrade.com/china/pd/8394595/Schaller_oil_mist_detector.html [01.11.2014]
26. Oil Mist Detection Systems, Graviner. 2014. Verkkodokumentti.
<http://www.ocean-automation.com/kidde-graviner-oil-mist-detection.html> [01.11.2014]
27. Graviner, Oil Mist Detector. 2014. Verkkodokumentti.
<http://svship.blogspot.fi/2012/07/graviner-mk-6-oil-mist-detector.html> [01.11.2014]
28. Smoke Detector Tester Spray, Discount Fire Supplies. 2014. Verkkodokumentti.

<http://www.discountfiresupplies.co.uk/product/203/157/CHEKKIT-Handheld-Smoke-Detector-Tester-Spray> [01.11.2014]

29. ITES Test Lamp, ESP Safety INC. 2014. Verkkodokumentti.

<http://www.espsafetyinc.com/flame-detectors-accessories.php>
[01.11.2014]

30. Temperature Calibrator, Calibrator Debot. 2014.

Verkkodokumentti.

<http://www.calibratordepot.com/techneucal400temperaturecalibrator.aspx> [01.11.2014]

31. Pressure Calibrator Pump, Direct Industry. 2014.

Verkkodokumentti.

<http://www.directindustry.com/prod/druck-temperatur-leitenberger/pressure-calibration-pumps-manual-14053-416172.html> [01.11.2014]



RULES FOR
CLASSIFICATION OF

SHIPS

NEWBUILDINGS

SPECIAL EQUIPMENT AND SYSTEMS
ADDITIONAL CLASS

PART 6 CHAPTER 3

PERIODICALLY UNATTENDED MACHINERY SPACE

JANUARY 1999

SECTIONS	PAGE
1 General Requirements	1
2 System Arrangement	3
3 Class Notation EO	6
4 Class Notation ECO	15
5 Survey	16

DET NORSKE VERITAS

Veritasveien 1, N-1322 Høvik, Norway Tel.: +47 67 57 99 00 Fax: +47 67 57 99 11

CHANGES IN THE RULES

General

The present edition of the Rules includes additions and amendments decided by the Board in December 1998, and supersedes the July 1995 edition of the same chapter.

The Rule changes come into force on 1st of July 1999.

This chapter is valid until superseded by a revised chapter. Supplements will not be issued except for an updated list of minor amendments and corrections presented in Pt.0 Ch.1 Sec.3. The introduction booklet is normally revised in January and July each year.

Revised chapters will be forwarded to all subscribers to the Rules. Buyers of reprints are advised to check the updated list of Rule chapters printed in Pt.0 Ch.1 Sec.1 to ensure that the chapter is current.

Main changes

• Sec.1 General Requirements

- In item A200 an addition to paragraph A204 has been added to document the requirement to keep an approved maintenance and test plan onboard.
- In item C100 an addition to paragraph C102 has been added to

update the plan for systematic maintenance and function testing. The additions to the plan includes: Columns showing test dates and verification of tests, instrumentation, automation and control systems affecting main functions, test intervals involving failure of particular systems and the functional testing of critical alarms.

• Sec.2 System arrangement.

- A guidance note has been added to paragraph F103 explaining the use of thermal detectors in workshops adjacent to machinery spaces.

• Sec.3 Class notation E0

- An amendment has been made to the last sentence in paragraph A201 to include "request from the alarm system".
- In item E101 - "high level alarm" is no longer required in the collecting tank mentioned in the last sentence.
- Table A9 has been amended to include "fuel oil drain collecting tank, level, high".

Corrections and Clarifications

In addition to the above stated rule amendments, some detected errors have been corrected, and some clarifications have been made in the existing rule wording.

Comments to the Rules may be sent by e-mail to dtp203@dnv.com.

For subscription orders or information about subscription terms, please use distribution@dnv.com.

Comprehensive information about DNV and the Society's services is found at the Web site <http://www.dnv.com>

© Det Norske Veritas AS

Computer Typesetting by Division Technology and Products, Det Norske Veritas AS

Printed in Norway by Det Norske Veritas AS January 1999

1.99.5500

If any person suffers loss or damage which is proved to have been caused by any negligent act or omission of Det Norske Veritas, then Det Norske Veritas shall pay compensation to such person for his proved direct loss or damage. However, the compensation shall not exceed an amount equal to ten times the fee charged for the service in question, provided that the maximum compensation shall never exceed USD 2 million.

In this provision "Det Norske Veritas" shall mean the Foundation Det Norske Veritas as well as all its subsidiaries, directors, officers, employees, agents and any other acting on behalf of Det Norske Veritas.

CONTENTS

SEC. 1 GENERAL REQUIREMENTS	1	D. Electric Power Supply	6
A. Classification	1	D 100 Main source	6
A 100 Application	1	D 200 Secondary distribution systems	7
A 200 Class notations	1	E. Fire Safety	7
B. Documentation	1	E 100 General	7
B 100 Plans and particulars	1	F. Special Requirements for Ships less than 300 Tons Gross with propulsive Output less than 1000 kW per Engine	7
C. Operation and maintenance manuals	2	F 100 Extent of monitoring	7
C 100 General	2	F 200 Arrangement on the bridge	7
SEC. 2 SYSTEM ARRANGEMENT	3	F 300 Electric Power Supply	7
A. General	3	F 400 Fire safety	7
A 100 Extent of automation	3	F 500 Fire alarm system	7
B. Automatic Control System	3	SEC. 4 CLASS NOTATION ECO	15
B 100 General	3	A. General Requirements	15
B 200 Special requirements	3	A 100 Application	15
C. Alarm System	3	B. Control Station	15
C 100 General	3	B 100 Arrangement	15
C 200 Alarm system on the bridge	3	C. System Arrangement	15
C 300 Alarm system in the accommodation	3	C 100 General	15
D. Safety System	3	C 200 Alarm system	15
D 100 General	3	C 300 Safety system	15
D 200 Automatic start of pumps	4	C 400 Remote control system	15
D 300 Automatic start/connection of diesel generator units	4	C 500 Fire alarm system	15
D 400 Automatic stop of auxiliary engines and propulsion machinery	4	D. Extent of Monitoring	15
D 500 Automatic stop of oil fired auxiliary boilers	4	D 100 General	15
E. Communication System	5	SEC. 5 SURVEY	16
E 100 General	5	A. General	16
F. Fire Detection and Alarm System	5	A 100 Trials	16
F 100 General	5	A 200 Monitoring system	16
SEC. 3 CLASS NOTATION EO	6	A 300 Automatic control systems	16
A. Extent of Monitoring	6	A 400 Electric generating system	16
A 100 General	6	A 500 Fire alarm system	16
A 200 Safety actions	6	A 600 Remote control system	16
B. Arrangement on the Bridge	6	B. Testing of Remote Control System. Guidance	16
B 100 General	6	B 100 Motor ships with fixed pitch propeller	16
C. Arrangement in the Engine Room	6	B 200 Motor ships with controllable pitch propeller	17
C 100 General	6	B 300 Turbine ships	17
		C. Testing of Boiler Plant. Guidance	17
		C 100 Automatic control system for auxiliary boilers	17
		C 200 Automatic control system for main boilers	17
		C 300 Monitoring system	18

SECTION 1 GENERAL REQUIREMENTS

Contents

A. Classification

- A 100 Application
- A 200 Class notations

B. Documentation

- B 100 Plans and particulars

C. Operation and maintenance manuals

- C 100 General

A. Classification

A 100 Application

101 The Rules in this Chapter apply to machinery spaces where arrangements are provided to ensure that the safety of the ship in all sailing conditions, including manoeuvring, as well as alongside quay, is equivalent to that of a ship having machinery spaces attended.
Cargo handling is not included.

A 200 Class notations

201 When all machinery in the engine room necessary for performance of main functions, as specified in Pt.1 Ch.1 Sec.2, is fitted with instrumentation and automation equipment (including computer based system) in compliance with the requirements of Pt.4 Ch.5 and relevant sections of this chapter, Class Notations **E0** or **ECO** may be granted.

202 Class Notation **E0** which is considered to meet the regulations of the International Convention for the Safety of Life at Sea (SOLAS) with latest Amendments as per 1992.01.01 for unattended machinery spaces is granted when machinery alarms are relayed to the bridge and engineers' accommodation, and a bridge control system for main propulsion machinery is fitted.

203 Class Notation **ECO** which is considered to meet the regulations of the International Convention for the Safety of Life at Sea (SOLAS) with latest Amendments as per

1992.01.01 for continuous supervision from a control station is granted when machinery alarms are released in an attended centralized control station, and a remote control system for main propulsion machinery from at least this station is fitted.

204 The assignment of class is based on the assumptions that:

- engineering staff can attend the machinery space at short notice
- systematic maintenance and functional testing of instrumentation are performed and documented and necessary test equipment is kept on board
- maintenance and testing programs are approved and an original, stamped copy is kept onboard and presented at annual and complete periodical surveys as specified in Pt.7 Ch.2 Sec.4.

Guidance note:

When considering to what extent availability of spare parts, redundancy or manual operation facilities should be arranged for, due regard should be taken to the manning level in order to ascertain continuity of operation upon failure of the instrumentation equipment.

---e-n-d---o-f---G-u-i-d-a-n-c-e---n-o-t-e---

B. Documentation

B 100 Plans and particulars

101 For general requirements for documentation of instrumentation and automation, including computer based control and monitoring, see Pt.4 Ch.5 Sec.1.

102 For requirements related to fire protection, detection and extinction, see Pt.4 Ch.6 Sec.1.

103 For the instrumentation systems listed, documentation is to be submitted according to Table B1. The upper row of Table B1 refers to the documentation types defined in Pt.4 Ch.5 Sec.1 C200.

Table B1 Requirements for documentation of instrumentation systems																					
	020	030	040	050	060	070	080	090	100	110	115	120	130	140	150	160	170	180	190	200	
For class notations E0 and ECO :																					
BIC		X		X					X						X						
BLC		X		X					X						X						
EPC		X	X			X			X	X		X		X	X						
FUO				X					X						X						
FWC				X					X						X						
HYD				X					X						X						
LUO				X					X						X						
PNE				X					X						X						
SCM				X					X						X						
SWC				X					X						X						
In addition for class notation E0 :																					
EWC		X	X			X	X			X					X						
In addition for class notation ECO :																					
MCS					X		X								X						
Instrumentation systems:											Documentation types:										
BIC	Bilge system control and monitoring									030	Functional description										
BLC	Ballast system control and monitoring									040	System block diagrams (T)										
EPC	Generator and electrical power system control and monitoring									050	System diagrams (P&IDs, D&IDs, etc.) (T)										
EWC	Engineer and watch call alarm system									060	User interface description										
FUO	Fuel oil system control and monitoring									070	Power supply arrangement (T)										
FWC	Feed water and condensate system control and monitoring									080	Arrangement and layout (T)										
HYD	Hydraulic power system control and monitoring									100	Instrument and equipment list (T)										
LUO	Lubricating oil system control and monitoring									110	Data sheets with environmental specifications										
MCS	Machinery control station									120	Description of functions covered by software										
PNE	Pneumatic control and monitoring system									140	Test program for application software at manufacturer (T)										
SCM	Steam system control and monitoring									150	Test program for quay/sea trial (T)										
SWC	Sea and fresh water system control and monitoring																				
T Required also for type approved systems																					

C. Operation and maintenance manuals

C 100 General

101 Operation and maintenance manuals are to be kept on board. For the required content of the manuals, see Pt.4 Ch.5 Sec.1 C200.

Guidance note:

It may be convenient that the operation and maintenance material is arranged as a master manual covering the complete instrumentation and automation installation in the engine room, with reference to particular manuals for the sub-systems.

---e-n-d---o-f---G-u-i-d-a-n-c-e---n-o-t-e---

102 The plan for systematic maintenance and function testing is to show in detail how components and systems are to be tested and what is to be observed during the tests.

Columns showing test dates and verification of tests carried out are to be included. The plan is to include:

- a) All instrumentation, automation and control systems affecting main functions.
- b) Test intervals to reflect the consequences of failure involving a particular system. Functional testing of critical alarms should not exceed 3 month intervals. Normally the longest intervals are not to surpass 12 months.

Guidance note:

Critical alarms are defined as low lubricating oil pressure alarms for rotating machinery and water levels in boilers.

---e-n-d---o-f---G-u-i-d-a-n-c-e---n-o-t-e---

103 On the bridge and at the control stand in the engine room, instructions are to be fitted, stating routines to be followed in connection with transfer of control to/from engine room, and precautions to be taken at alarm condition.

SECTION 2 SYSTEM ARRANGEMENT

Contents

- A. General**
- A 100 Extent of automation
- B. Automatic Control System**
- B 100 General
- B 200 Special requirements
- C. Alarm System**
- C 100 General
- C 200 Alarm system on the bridge
- C 300 Alarm system in the accommodation
- D. Safety System**
- D 100 General
- D 200 Automatic start of pumps
- D 300 Automatic start/connection of diesel generator units
- D 400 Automatic stop of auxiliary engines and propulsion machinery
- D 500 Automatic stop of oil fired auxiliary boilers
- E. Communication System**
- E 100 General
- F. Fire Detection and Alarm System**
- F 100 General

A. General

A 100 Extent of automation

101 The extent of automation is to be sufficient to permit unattended engine room operation for 24 hours, or for the maximum continuous operation time when less than 24 hours. Normal service at sea and normal manoeuvres is presumed. Normal manoeuvres do not include emergency manoeuvres, where alarm and safety limits may be exceeded.

102 Starting of engine plant and transfer to various operating modes may be accepted as manual operations, if the need for such actions will not arise at short notice.

B. Automatic Control System

B 100 General

101 Automatic control systems are to keep all parameters within the limits for safe operation under all load conditions.

B 200 Special requirements

201 Where the bilge pumps are arranged for automatic starting, alarm is to be released if the influx of liquid is greater than the pump capacity or when the pump is operating more frequently than would normally be expected.

202 For reversible engines, the starting air receivers are to be automatically pumped up.

C. Alarm System

C 100 General

101 The alarm system is to be continuously powered and is to have an automatic changeover to a stand-by power supply in case of loss of normal power supply. The capacity

of the stand-by power supply is to be sufficient for at least 30 minutes operation.

102 The alarm system is to activate the engineers' alarm (repeat alarm) required by Pt.4 Ch.1 Sec.3A if a machinery alarm is not acknowledged locally within a limited time.

C 200 Alarm system on the bridge

201 Any alarm condition in the engine room is to release alarm on the bridge with individual or groupwise indication. The visual alarm signal is to remain until acknowledged in the engine room.

202 Alarm conditions within one group is not to prevent alarms in other groups. New alarms within a group are not to be blocked by acknowledged existing alarms.

203 The alarm systems on the bridge and in the accommodation are to be so designed that the more frequent faults, such as power failure or broken connections to the engine room, release alarm.

Guidance note:

Separate cable-connections for visual and acoustic signals may be accepted as alternative to live current self monitoring.

---e-n-d---o-f---G-u-i-d-a-n-c-e---n-o-t-e---

204 Alarm is to be released at power failure on the main switchboard.

Guidance note:

It is advised that group alarms on the bridge are blocked when the engine room is attended. However, when the main engine is controlled from the bridge, monitoring of the remote control system as well as failure conditions leading to or requesting stop or reduction of main engine, should not be blocked.

Acknowledgement of audible signals on the bridge should be possible from the bridge. The light intensity of alarm indicators on the bridge should not be reducible below the intensity necessary in normal daylight.

---e-n-d---o-f---G-u-i-d-a-n-c-e---n-o-t-e---

C 300 Alarm system in the accommodation

301 Any alarm condition in the engine room is to release alarm in the watch-keeping engine officer's cabin and day room. Acknowledgement in the cabin is to be indicated on the bridge when the engine room is unattended.

D. Safety System

D 100 General

101 The safety system is to cover fault conditions which may develop too fast to be counteracted by manual intervention locally.

102 When two or more safety actions are released by one failure condition (e.g. start of standby pump and stop of engine at low lubricating oil pressure), these actions are to be activated at different levels.

The least drastic action is to be activated first.

103 Power failure in the safety system is not to cause loss of propulsion or steering functions.

104 Whenever the safety system is activated, alarm is to be released.

D 200 Automatic start of pumps

201 Faults in the mechanical or electrical system of the running pump are not to inhibit automatic start of the standby pump.

202 Automatic start of the standby pump is to be initiated by the process parameter which is being monitored, e.g. low pressure signal, and is to be arranged so that the standby pump does not stop automatically when first started («locking circuit»).

203 Manual start and stop of the pumps are to be possible without release of alarm for automatic start of the standby pump.

204 Operating circuits for pump units are to be arranged according to Pt.4 Ch.4.

205 When a pump is standby, this is to be clearly indicated on the switch panel by indicating lamps, etc.

D 300 Automatic start/connection of diesel generator units

301 When several generator units have individual systems for automatic start and connection on to the main switchboard, each system is to be selectively fused (separate short circuit protection), and alarm is to be released for voltage failure.

302 Automatic attempts which fail to produce a start are to be limited to restrict consumption of starting energy.

303 Tachometer feedback to the starting system is to be arranged so that broken mechanical pinions or external electrical connections do not lead to stop of a running generator unit. Neither are such faults to inhibit automatic stop or alarm functions.

304 Manual start and stop of generator units are not to release alarm.

305 The generator circuit breaker is to be provided with automatic wind up of the closing spring of the breaker.

306 Simultaneous connection of generators on to the main switchboard is not to be possible.

307 If there is no arrangement for automatic synchronization, parallelling and load sharing, connection is only to be possible when auxiliary contacts on the generator circuit breakers show directly that all generators are disconnected from the main switchboard.

308 When a generator unit is standby, this is to be indicated on the control panel.

309 The voltage of a generator being connected on to a de-energised switchboard is to be sufficiently high for safe operation of all connected circuits.

310 No more than one attempt of automatic connection on to a de-energised switchboard is permitted.

311 Systems with automatic synchronization, connection, and load sharing are to be designed so that deviations in voltage, frequency, and phase at the instant of connection are within adequate safety limits for generator and engine.

312 Means for manual synchronization and parallelling are to be provided.

313 When automatic start of standby generator unit is caused by reduction of voltage or frequency below the criteria for automatic connection, the running unit is to be stopped when the standby unit is ready for connection.

314 Systems with automatic start of the standby unit at heavy load on running units are to be arranged with adequate delay to prevent false start attempts, e.g. caused by short load peaks.

315 The battery supplying the diesel engine automatic start/stop system is to have at least twice the capacity required for maximum load for 1/2 hour for all consumers connected to the system.

316 Batteries are generally to be continually charged (trickle charge) from a charge rectifier having sufficient capacity to supply the sum of the trickle charge current, the current according to the fuse rating of the largest consumer, and the normal load current for all other consumers.

A lower charge rectifier capacity may be approved, provided the distribution system is monitored for ground faults. The capacity is not to be less than the sum of the trickle charge current plus average normal load during 24 hours for all consumers with a 10% allowance in addition.

D 400 Automatic stop of auxiliary engines and propulsion machinery

401 The system for automatic stop and alarm is to be selectively fused (separate short circuit protection). Similarly, automatic stop circuits for individual units are to be selectively fused.

Alarm is to be released for voltage failure.

402 The safety system is to be arranged so that a single open circuit in wiring between sensors and control unit, or between control unit and actuators, does not cause unintentional stop.

Guidance note:

A single system based on normally open contacts can be accepted; alternatively, a system with normally closed contacts where discrimination between broken connections and stop signals is provided.

---e-n-d---o-f---G-u-i-d-a-n-c-e---n-o-t-e---

403 The requirements of 402 can be waived if the manoeuvrability is maintained after shutdown of one unit, see Pt.4 Ch.5 Sec.3A.

404 All parameters which may cause automatic stop are normally to release alarm prior to stop.

Guidance note:

Propulsion machinery is defined as all machinery which will cause loss of the propulsion function if stopped, with exception of main boilers.

---e-n-d---o-f---G-u-i-d-a-n-c-e---n-o-t-e---

D 500 Automatic stop of oil fired auxiliary boilers

501 Connections between sensors and control unit are to be based upon normally closed contacts, so that an open circuit will lead to shutoff of the oil supply.

502 The parameter causing an automatic stop is to be identified on the control panel.

E. Communication System

E 100 General

101 A communication system is to be installed, making it possible at any time (also during blackout) to call the engine officers from the bridge and from the engine room. Two-way voice communication is required for ships over 2000 tons gross.

102 For ships above 2000 tons gross, at least 4 simultaneous voice connections are to be possible, alternatively the connection between the bridge and the engine rooms is to have priority above other connections.

F. Fire Detection and Alarm System

F 100 General

101 An automatic fire detection and fire alarm system in accordance with the requirements of Pt.4 Ch.6 is to be fitted in the machinery spaces.

102 The fire detection system is to be so designed and the detector so located that all potential fire outbreak points are effectively guarded at all normal conditions of machinery operation and variations of ventilation.

103 A combination of detectors is normally required in order to enable the system to react to various fire characteristics.

Except in spaces of restricted height and where their use is especially appropriate, detection systems using only thermal detectors are not accepted.

Fire detectors are to be type approved.

Guidance note:

Thermal detectors only may be used in workshops adjacent to machinery spaces when the nature of the work being carried out will cause erroneous alarms. This guidance note only applies if the compartments themselves do not contain fuel oil installations.

~~---e-n-d---o-f---G-u-i-d-a-n-c-e---n-o-t-e---~~

104 Manually operated call points are to be located at the following positions:

- passageways/stairways having nearby entrance to engine and boiler rooms
- navigation bridge
- control station in engine room.

SECTION 3 CLASS NOTATION E0

Contents

A. Extent of Monitoring

- A 100 General
- A 200 Safety actions

B. Arrangement on the Bridge

- B 100 General

C. Arrangement in the Engine Room

- C 100 General

D. Electric Power Supply

- D 100 Main source
- D 200 Secondary distribution systems

E. Fire Safety

- E 100 General

F. Special Requirements for Ships less than 300 Tons Gross with propulsive Output less than 1000 kW per Engine

- F 100 Extent of monitoring
- F 200 Arrangement on the bridge
- F 300 Electric Power Supply
- F 400 Fire safety
- F 500 Fire alarm system.

A. Extent of Monitoring

A 100 General

101 The monitoring system is to cover machinery and equipment having functions necessary for the safety and manoeuvrability of the ship, see Pt.1 Ch.1 Sec.2 A200.

102 The parameters to be monitored will depend upon output and type of engine as well as arrangement of machinery plant. Normally, it will be required that the parameters listed in Tables A1 to A9 are monitored. Other combinations than those listed may be accepted, when the chosen monitoring can detect fault conditions in an equivalent satisfactory manner.

For monitoring of gas turbine installations, see Pt.4 Ch.2 Sec.4 E400.

A 200 Safety actions

201 Unless otherwise specified, the safety shut-downs and slow-downs required in the tables may be executed automatically or manually from the bridge upon such request from the alarm system.

202 When emerging device for overriding a safety action is provided, it is to be such arranged that unintentional operation is prevented, and it should be clearly indicated when the device is operated.

203 Normally an emergency device would be required on the bridge for overriding of automatic shutdowns which are installed additional to those specified in the Tables A1 to A5.

204 For multi-engine plants, overriding of safety shut-downs is not required if manoeuvrability of the vessel is maintained.

205 When both an alarm and an automatic safety action are required for one failure condition, alarm is to be activated first.

B. Arrangement on the Bridge

B 100 General

101 All alarms in the engine room are to release alarm on the bridge, individual or collective.

102 Individual alarm is required for:

- automatic shutdown of main boiler
- automatic shutdown and/or slowdown of propulsion machinery
- request for manual shutdown and/or slowdown of propulsion machinery
- power failure bridge alarm system
- power failure bridge control system.

C. Arrangement in the Engine Room

C 100 General

101 Indicating instruments, alarm displays and manoeuvring devices are to be centralized in a convenient position, in or adjacent to the engine room.

Guidance note:

The layout of instruments in the control desk should comply with generally accepted ergonomic principles. Red lamps should be used only as alarm lamps.

---e-n-d---o-f---G-u-i-d-a-n-c-e---n-o-t-e---

D. Electric Power Supply

D 100 Main source

101 Arrangements are to be provided to prevent overloading of generating sets.

102 The main source of electrical power is to comply with the following:

- Where the electrical power can normally be supplied by one generator adequate provision shall be made, on loss of power, for automatic starting and connecting to the main switchboard of the stand-by generator with automatic restarting of the essential auxiliaries. Connection to the main switchboard to be completed within 30 seconds after loss of power.
- Where the electrical power is normally supplied by more than one generator simultaneously in parallel operation, provision shall be made to ensure that, in case of loss of one of these generating sets, the remaining ones are kept in operation to permit propulsion and steering.

103 Standby generating sets are normally to have separate cooling water and lubricating oil pumps. Alternatively, automatic start of standby pumps is to be arranged when they also serve other generating sets.

104 When the manoeuvrability of the ship is independent of electric power, the requirements of 102 do not apply.

D 200 Secondary distribution systems

201 For essential consumers with power supply from secondary distribution systems, precautions against power failure are to be similar to those taken for units having power supply from the main system. E.g., the following means may be applied:

- adequate automatic emergency lighting for access to standby transformer for the lighting system and operating gear for manual connection
- automatic connection of standby transformer
- parallel connection of a sufficient number of transformers and arrangement for selective disconnection
- automatic connection of emergency source of power
- dividing the system in two or more circuits with automatic switchover.

In this context, essential consumers are units and equipment necessary for manoeuvring of the ship, including navigation lights and sufficient lighting (either as part of the normal lighting or as separate emergency lighting) in the engine room, on the bridge, in the chart room, in all passageways and stairways of the accommodation.

E. Fire Safety

E 100 General

101 Where the Society finds it necessary, oil fuel and lubricating oil pressure pipelines are to be screened or otherwise suitably protected to avoid as far as practicable oil spray or leakages on to hot surfaces or into machinery air intakes. Fuel oil injection pipes on all engines, irrespective of cylinder bore, are to be effectively shielded and secured. The number of joints in such piping systems are to be kept to a minimum and, where practicable, leakages from high pressure oil fuel pipes are to be collected and safe drainage to a collecting tank is to be provided.

F. Special Requirements for Ships less than 300 Tons Gross with propulsive Output less than 1000 kW per Engine

F 100 Extent of monitoring

101 Alarm is to be released for the following conditions:

Miscellaneous:

- fire in engine room
- bilge level, high
- variable pitch propeller, servo oil pressure, low
- gear, lubricating oil pressure, low
- power failure, alarm and remote control system.

Main engine:

- lubricating oil pressure, low
- cooling water (sea- and fresh water) pressure, low. Indication of cooling water pressure on the bridge will be accepted as an alternative to alarms
- cooling water temperature, high
- expansion tank level, low.

Electric power generating plant greater than 35 kW:

- lubricating oil pressure, low
- cooling water temperature, high.

F 200 Arrangement on the bridge

201 All alarms in the engine room are to release alarm on the bridge, individual or collective. In addition, indicators shall be fitted on the bridge for lubrication oil pressure main engine and gear. These indicators can be omitted if the pressure is monitored as required in Tables A1 and A5.

F 300 Electric Power Supply

301 When the manoeuvrability of the ship is dependent on electric power, precautions are to be taken to avoid that power supply units are overloaded.

F 400 Fire safety

401 Fuel oil injection pipes on all engines, irrespective of cylinder bore, are to be effectively shielded and clamped.

F 500 Fire alarm system.

501 The ship is to have an electric fire alarm system, releasing alarm in event of fire in engine room or boiler room. The fire detectors may be arranged in single and normally closed loops, and may be connected to the machinery alarm system, with separate indication on the bridge.

Table A1 Monitoring of propulsion machinery. Diesel engines. 2-stroke

Item	Alarm and safety action (stated by an x)		Comments
	Alarm	Automatic start of standby pump with alarm ¹⁾	
Lubricating oil. All separate systems	Temperature inlet, high	x	
	Pressure, low	x	Independent of safety shut down system. Engine slow down ⁵⁾
	Pressure, low		x
	Pressure, low	x	Engine shut down
Turbo-charger lubrication	Temperature, high	x	If not integral with turbo charger
	Pressure, low	x	If not integral with turbo charger
Cylinder lubrication ²⁾	Flow, low	x	Engine slow down ⁵⁾
Cylinder cooling medium	Pressure, low	x	
	Pressure, low		x
	Pressure, low	x	Engine slow down ⁵⁾
	Temperature, high	x	Outlet each cylinder if individual stop valves are fitted for the cylinder jackets. Engine slow down ⁵⁾
Piston cooling medium	Flow, low	x	Each piston. Engine slow down ⁵⁾
	Pressure, low	x	
	Pressure, low		x
	Temperature, high	x	Each piston. Engine slow down ⁵⁾
Fuel valve cooling medium	Pressure, low	x	
	Pressure, low		x
	Temperature, high	x	
Sea cooling water	Pressure, low	x	
	Pressure, low		x
Fuel oil inlet on engine	Temperature or viscosity of heavy oil, low/high	x	
	Pressure, low	x	Inlet injection pump
	Pressure, low		x
Scavenge air ³⁾	Temperature, high	x	Engine slow down ⁵⁾
Exhaust gas, outlet each cylinder	Temperature, high	x	Engine slow down ⁵⁾
	Temperature deviation from average, large	x	
Exhaust gas, outlet exhaust turbine	Temperature, high	x	
Starting air	Pressure, low	x	Before starting valve
Thrust bearing	Temperature, high	x	Engine slow down ⁵⁾
	Temperature, high	x	Engine shut down
Crankcase protection ⁴⁾	Bearing temperature or oil mist concentration, high	x	Engine slow down ⁵⁾

- 1) To be provided when standby pump is required
2) At least one measuring point for each lubricator unit
3) For detection of fire (per cylinder)
4) Engines of 2250 kW and above or having cylinders of more than 300mm bore.
5) Load reduction in case of controllable pitch propeller.

Table A2 Monitoring of propulsion machinery. Diesel engines. 4-stroke				
Item		Alarm and safety action (stated by an x)		Comments
		Alarm	Automatic start of standby pump with alarm ¹⁾	
Lubricating oil. All separate systems	Temperature inlet, high	x		
	Pressure, low	x		Independent of safety shut down system.
	Pressure, low		x	
	Pressure, low	x		Engine shut down
	Filter differential pressure, high	x		
Turbo-charger lubrication	Temperature, high	x		If not integral with turbo charger
	Pressure, low	x		If not integral with turbo charger
Cylinder cooling medium	Pressure, low	x		
	Pressure, low		x	
	Pressure, low	x		Engine slow down ³⁾
	Temperature, high	x		Outlet each cylinder if individual stop valves are fitted for the cylinder jackets. Engine slow down ³⁾
Fuel valve cooling medium	Pressure, low	x		
	Pressure, low		x	
	Temperature, high	x		
Sea cooling water	Pressure, low	x		
	Pressure, low		x	
Charge air	Temperature, high	x		
Fuel oil inlet on engine	Temperature or viscosity of heavy oil, low/high	x		
	Pressure, low	x		Inlet injection pump
	Pressure, low		x	
Exhaust gas, outlet each cylinder	Temperature, high	x		Engines, power > 500 kW/cylinder. Engine slow down ³⁾
	Temperature deviation from average, large	x		Engines, power > 500 kW/cylinder
Starting air	Pressure, low	x		Before starting valve
Crankcase protection ²⁾	Bearing temperature or oil mist concentration, high	x		Engine shut down. Independent of alarm system.

1) To be provided when standby pump is required
2) Engines of 2250 kW and above or having cylinders of more than 300mm bore
3) Load reduction in case of controllable pitch propeller.

Table A3 Monitoring of propulsion machinery. Steam turbine plants				
Item		Alarm and safety action (stated by an x)		Comments
		Alarm	Automatic start of standby pump with alarm 1)	
Lubricating oil inlet	Temperature, high	x		
	Pressure, low	x		Independent of safety shut down system
	Pressure, low		x	
	Pressure, low	x		Turbine automatic shut down
	Filter diff. pressure, high	x		
Bearings, turbine and gear	Temperature, high	x		
Lubricating oil	Level, low	x		In gravity tank
Gland steam	Pressure, high	x		
	Pressure, low	x		
	Exhaust fan, stopped	x		
Hydraulic system	Pressure, low	x		If separate system
	Pressure, low		x	
Turbine slow-turning arrangement	Failed	x		
Overspeed				See Pt.4 Ch.2 Sec.3
Rotor	Axial displacement, high	x		Turbine shut down
Vibration	Level, high	x		Turbine shut down
Condensate system	Level, high	x		
	Level, high		x	
	Level, high	x		Turbine shut down
	Level, low	x		If non-cavitating condensate pump
	Vacuum, low	x		
	Vacuum pump, stopped		x	
	Vacuum, low	x		Turbine shut down
Salinity, high	x			
Cooling water	Flow, low		x	

1) To be provided when standby pump is required

Table A4 Monitoring of main steam and feed water installation				
Item		Alarm and safety action (stated by an x)		Comments
		Alarm	Automatic shut down of boiler with alarm	
Water	Level, high	x		
	Level, high	x		Turbine shut down
	Level, low	x		Independent of safety shut down system
	Level, low		x	
Circulation	Stopped		x	Forced circulation boilers
Combustion air supply	Fan stopped		x	
Rotating air heater	Motor stopped	x		
Uptake gas	Temperature, high	x		For fire detection
Fuel oil, outlet pump	Pressure, low	x		
	Pressure, low			Automatic start of standby pump with alarm
Fuel oil	Temperature or viscosity, heavy oil, high	x		
	Temperature or viscosity heavy oil, low	x		
Oil burner	Pressure of atomizing medium, low	x		
Steam	Pressure, high	x		
	Pressure, low	x		Turbine slow down
	Temperature, high	x		For superheated and desuperheated steam outlet (external desuperheaters)
Ignition/flame	Failed ignition and/or flame failure		x	Separate monitoring and fuel shut-off for each burner
Feed water system	Level, atmospheric drain tank, high	x		
	Level, atmospheric drain tank, low	x		
	Level, deaerator, high	x		
	Level, deaerator, low	x		
	Pressure, deaerator, high	x		
	Pressure, deaerator, low	x		
Feed water	Temperature, high	x		Outlet of ejector cooler/gland condenser
	Pressure, low	x		
	Pressure, low			Automatic start of stand by pump with alarm
High pressure feed water heaters	Level, high	x		
Fresh water generator	Salinity, fresh water outlet, high	x		Automatic stop of generator or by-passing of consumers

Table A5 Monitoring of shafting and propeller plant				
Item		Alarm and safety action (stated by an x)		Comments
		Alarm	Automatic start of standby pump with alarm ¹⁾	
Shafting	Temperature, thrust bearing, high	x		Slow down Two sensors for diesel engine built in thrust bearing, and for steam turbine plants
	Temperature, shaft plain bearings, high	x		Shaft power > 1500 kW. Sensor to be located near the bearing surface
	Temperature, stern tube bearing, high	x		Shaft power > 15000 kW. Sensor to be located near the bearing surface at the area of highest load
	Level, stern tube lubricating oil gravity tank, low	x		
Controllable pitch propeller, servo oil	Pressure, low	x		
	Pressure, low		x	
	Temperature, high	x		Shaft power > 1500kW
Gear, lubricating oil	Pressure, low	x		Independent of safety system
	Pressure, low		x	
	Pressure, low	x		Shut down or clutch disengagement
	Temperature, high	x		
Coupling/clutch	Pressure, low	x		Hydraulic or pneumatic
	Pressure, low		x	

1) To be provided when standby pump is required

Table A6 Monitoring of electrical power generating plant				
Item		Alarm and safety action (stated by an x)		Comments
		Alarm	Automatic shut down of prime mover with alarm	
Generator	Pressure, lubricating oil inlet, low	x		If separate system
	Voltage, high	x		
	Voltage, low	x		
	Frequency, low	x		
	Disconnection of nonessential consumers	x		
Diesel engine	Temperature, lubricating oil, high	x		
	Pressure, lubricating oil inlet, low	x		When manoeuvring is dependent on electric power. Independent of safety system
	Pressure, lubricating oil inlet, low		x	
	Temperature, cooling water outlet, high	x		When manoeuvring is dependent on electric power
	Temperature, cooling water outlet, high		x	
	Pressure or flow of cooling water, low	x		
	Oil mist concentration in crankcase, high		x	Engines of 2250 kW and above or having cylinder bore of more than 300mm
	Starting air pressure, low	x		
	Overspeed			See Pt.4 Ch.2 Sec.2
Steam turbine	Temperature, lubricating oil, high	x		
	Pressure, lubricating oil inlet, low	x		Independent of safety system
	Pressure, lubricating oil inlet, low		x	
	Pressure, condenser, high	x		
	Pressure, condenser, high		x	
	Pressure, steam inlet line, low	x		
	Axial displacement rotor, large		x	Multistage turbines
	Overspeed			See Pt.4 Ch.2 Sec.3

Table A7 Monitoring of auxiliary boiler plant				
Item		Alarm and safety action (stated by an x)		Comments
		Alarm	Automatic shut down of boiler with alarm	
Water, not double pressure boilers	Level, high	x		Independent of safety system
	Level, low	x		
	Level, low		x	
Water, double pressure boilers	Level, primary system, low	x		Independent of safety system
	Level, primary system, low		x	
	Level, secondary system, high	x		
	Level, secondary system, low	x		
Circulation	Stopped		x	Forced circulation boilers
Combustion air supply	Fan stopped		x	
Fuel oil	Temperature or viscosity heavy oil, high	x		
	Temperature or viscosity heavy oil, low	x		
Steam	Pressure, high	x		
	Pressure, high		x	When the automatic control system does not cover the entire load range from zero load
	Temperature, high	x		For superheated steam > 350°C
Uptake temperature	High		x	When heat exchangers are integral with the boiler. For fire detection.
Feed water	Salinity, high	x		Boiler pressure > 20 bar
	Oil contamination, high	x		When steam is used in fuel and lubrication oil heat exchangers
Condenser	Pressure, high	x		
Ignition/flame	Failed ignition and/or flame failure		x	Separate monitoring and fuel shut off for each burner

Table A8 Monitoring of miscellaneous objects		
Item	Alarm	Comments
Bilges and bilge wells		2 independent alarm circuits.
Level, engine room, high	x	Minimum 2 detectors
Purifiers		For heavy fuel oil
Temperature, oil inlet, high	x	
Temperature, oil inlet, low	x	
Waterseal, loss	x	
Soot-blowers, sequence stopped	x	
Automatic control system, power failure	x	Electric, pneumatic, hydraulic
Alarm and safety system, power failure	x	
Remote control system, power failure	x	
Fire alarm systems, failure	x	

Table A9 Monitoring of tanks		
Item	Alarm	Comments
Sludge and drain tanks, level, high	x	When automatic pumping up of tanks are arranged, alarm is to be released if the level exceeds safe level.
Service tanks, level, low	x	
Expansion tanks, level, low	x	
Circulating tanks, level, low	x	
Fuel oil drain collecting tank, level, high	x	

SECTION 4 CLASS NOTATION ECO

Contents

A. General Requirements

A 100 Application

B. Control Station

B 100 Arrangement

C. System Arrangement

C 100 General

C 200 Alarm system

C 300 Safety system

C 400 Remote control system

C 500 Fire alarm system

D. Extent of Monitoring

D 100 General

A. General Requirements

A 100 Application

101 This section applies to machinery operation with continuous supervision from a centralized control station. The control station is to provide control and monitoring devices necessary to make the machinery operation as safe and effective as it would be under direct supervision.

B. Control Station

B 100 Arrangement

101 The arrangement is to be such that all supervisions and manual operations which are necessary for safe operation of the machinery plant can be carried out at the control station. This will imply that stopping of machinery, starting of stand-by units etc. in case of machinery faults is to be possible from the control station if not automatically carried out.

102 The control station is to be located in the engine room or in its close proximity.

C. System Arrangement

C 100 General

101 The requirements of Section 2 are to be complied with to the extent applicable.

C 200 Alarm system

201 A system of alarm displays are to be provided in the centralized control station for easy identification of machinery faults.

202 The machinery alarms need not be relayed to the bridge and engineers accommodation.

C 300 Safety system

301 The safety systems specified in Section 2D can be omitted. Corrective actions at machinery faults are presumed to be carried out manually.

C 400 Remote control system

401 Propulsion machinery is to be arranged for remote control from the centralized control station. The requirements given in Pt.4 Ch.2 Sec.1 are to be complied with to the extent applicable.

C 500 Fire alarm system

501 The fire alarm system is to satisfy the requirement of Section 2F.

D. Extent of Monitoring

D 100 General

101 The alarms required according to Section 3 are to be provided. The automatic safety actions required in the same section such as stop of engine, start of stand-by pumps, and start of stand-by generator can be omitted, and carried out manually.

SECTION 5 SURVEY

Contents

A. General

- A 100 Trials
- A 200 Monitoring system
- A 300 Automatic control systems
- A 400 Electric generating system
- A 500 Fire alarm system
- A 600 Remote control system

B. Testing of Remote Control System. Guidance

- B 100 Motor ships with fixed pitch propeller
- B 200 Motor ships with controllable pitch propeller
- B 300 Turbine ships

C. Testing of Boiler Plant. Guidance

- C 100 Automatic control system for auxiliary boilers
- C 200 Automatic control system for main boilers
- C 300 Monitoring system

A. General

A 100 Trials

101 Upon completion of the installation, trials are to be carried out alongside quay and at sea in the presence of the surveyor.

102 The sea trials should be reserved solely for testing of the automatic and the remote control systems, and the fire alarm system. Other tests should be completed alongside quay.

103 The sea trials are to include a four hours continuous operation with unattended machinery spaces.

Agreement is to be made in advance in each case for personnel that will be present in the control room.

Guidance note:

Personnel for ordinary upkeep and control of the machinery are not to be present in the engine room. Special measurements can be carried out according to agreement, e.g. noise measurements.

---e-n-d---o-f---G-u-i-d-a-n-c-e---n-o-t-e---

104 A detailed test programme is to be prepared and submitted for approval well in advance of the trials. The programme is to be kept onboard, all filled in and signed by the surveyor upon completion of the trials.

105 Recording of important automatically controlled parameters may be required as part of the testing.

A 200 Monitoring system

201 Failure conditions are to be simulated as realistically as possible, preferably by letting the monitored parameters exceed the alarm and safety limits. The alarm and safety limits are to be recorded in the test programme.

202 Any calibration of sensors prior to installation onboard is to be approved by the surveyor.

A 300 Automatic control systems

301 Automatic control systems are to be tested by varying the parameters having effect upon the controlled process. As far as practicable it is to be verified that all normal control ranges are covered.

Guidance note:

Observation of the automatic control system performance during

the tests specified under B for the remote control system will normally be accepted as adequate testing.

---e-n-d---o-f---G-u-i-d-a-n-c-e---n-o-t-e---

A 400 Electric generating system

401 At bridge control and half speed ahead, simulate a fault condition causing automatic stop of electric power generator.

402 For plants with automatic start and connection of stand-by unit, check restart of all essential auxiliaries, and that the bridge control system is again operative without manual intervention in the engine room.

403 For plants with more than one generator running in parallel, it is to be checked that the stopped unit is automatically disconnected from the switchboard, and that the generator capacity of the remaining units is sufficient for propulsion and steering functions after tripping of non-essential consumers.

A 500 Fire alarm system

501 It is to be verified that the fire detectors are such located that air current will not make the system inoperative.

A 600 Remote control system

601 Testing of the remote control system for the propulsion machinery is to be carried out at sea. Prior to testing, the propulsion machinery is to run for at least 1 hour.

602 All tests included in the test programme for the remote control system are to be carried out without manual assistance from the engine room, and all systems are to be in operation as normal for unattended machinery space.

B. Testing of Remote Control System. Guidance

B 100 Motor ships with fixed pitch propeller

101 The test programme should as a minimum include the following manoeuvres:

- from stop to dead slow ahead. Proceed stepwise to full ahead. Before each step increase, the r.p.m. of the previous setting is to have reached its steady state condition
- from approximately 2/3 of full speed ahead, go quickly to slow astern. Proceed stepwise to full astern
- stop
- after approximately 5 minutes stop, start ahead
- when the ship has reached approximately 2/3 of full speed ahead, go quickly to half astern
- when the ship is «dead in the water», go quickly to full ahead
- when the ship has reached approximately 2/3 of full speed ahead, go quickly to dead slow ahead
- when the r.p.m. is nearly stabilized, go quickly to full ahead
- when the ship has reached approximately half speed ahead, go to stop and back to dead slow ahead within 1 second.

102 With air compressors stopped, make 12 starts with the remote control system, alternatively between ahead and astern.

103 Testing of possible automatic restarts. Go to ahead and let the engine repeat the predetermined starting at tempts. Go to stop. Return to ahead and check that an additional starting attempt is effected.

104 Simulate failures causing automatic load reduction or stop of the engine. Cancel if possible this safety action and show that the engine is again controllable from the bridge.

105 During bridge control at half speed ahead, cut out power supply to the remote control system. No immediate critical situation is to arise. Switch over to standby manual control in the engine room, and show that this control system functions satisfactorily.

106 At approximately 2/3 of full speed ahead, test the emergency stop system.

B 200 Motor ships with controllable pitch propeller

201 The tests specified below apply to remote control systems with a single manoeuvring lever on the bridge. For plants with dual lever control, one for r.p.m. and one for pitch, the tests to be carried out will be considered in each case.

- start the engine, from the bridge if possible, and go to dead slow ahead. Proceed stepwise to full ahead. Before each step increase, the r.p.m. of the previous setting is to have reached its steady state condition
- from approximately 2/3 of full speed ahead, go quickly to dead slow astern. Proceed stepwise to full astern
- go to neutral position
- after approximately 5 minutes in neutral position, go to ahead
- when the ship has reached approximately 2/3 of full speed ahead, go quickly to 2/3 of full astern
- when the ship is «dead in the water», go quickly to half ahead.

202 Simulate failures causing automatic load reduction or stop of the engine. Cancel if possible this safety action and show that the engine is again controllable from the bridge.

203 During bridge control at half speed ahead, cut out power supply to the remote control system. No immediate critical situation is to arise. Switch over to standby manual control in the engine room, and show that this control system functions satisfactorily.

204 At approximately 2/3 of full speed ahead, test the emergency stop system.

B 300 Turbine ships

301 The test programme should as a minimum include:

- from stop to dead slow ahead. Proceed stepwise to full ahead. Before each step increase, the r.p.m. of the previous setting is to have reached its steady state condition
- from full speed ahead, reduce stepwise to stop with the same intervals
- from stop, increase stepwise to full astern. Run until the ship has reached a fair speed astern
- from full astern, reduce stepwise to stop
- show that the automatic turning arrangement operates satisfactorily during the stop period. Go to full ahead
- after approximately 10 minutes full ahead, go quickly to stop
- after approximately 5 minutes stop, go quickly to 2/3 of full astern
- when the ship is «dead in the water», go quickly to full ahead
- when the ship has reached approximately 2/3 of full speed ahead, go quickly to 2/3 of full astern and run until the ship is «dead in the water»

— go to full ahead. When the ship has reached approximately 2/3 of full speed ahead, go to stop and back to dead slow ahead within 1 second. Transfer control to the engine room.

302 Repeat the first four manoeuvres using the manoeuvring system in the engine room. Transfer control to the bridge.

303 During bridge control at half speed ahead, cut out power supply to the remote control system. No immediate critical situation is to arise. Switch over to standby manual control in the engine room, and show that this control system functions satisfactorily.

304 Simulate failures causing automatic load reduction or stop of turbines. Cancel, if possible, this safety action and show that the turbines are again controllable from the bridge.

305 At approximately 2/3 of full speed ahead, test the emergency stop system.

C. Testing of Boiler Plant. Guidance

C 100 Automatic control system for auxiliary boilers

101 The system is to be tested by varying the boiler load as specified in 102. Recording of the following parameters may be required:

- steam pressure (primary and secondary system)
- water level in boiler
- automatic actions such as start and/or stop of burners, alarms, etc.

102 Boilers serving turbogenerators. One boiler in operation:

- increase load from minimum to full load during a period of minimum 15 minutes
- reduce load from full load to minimum during a period of minimum 15 minutes
- increase load suddenly to minimum 50% of full load by connecting one of the greater consumers
- when stationary conditions are reached, reduce load suddenly to minimum.

Parallel operation of two boilers:

- increase load suddenly to minimum 30% of full load, by connecting one of the greater consumers
- when stationary conditions are reached, reduce load suddenly to approximately 5% of full load and keep that load until stationary conditions are reached.

C 200 Automatic control system for main boilers

201 The system is to be tested by varying the boiler load as specified in 202. Recording of the following parameters may be required:

- steam flow (alternatively position of control valve)
- steam pressure
- temperature of superheated steam
- water level in boiler
- water level in condenser and deaerator
- fuel oil temperature or viscosity
- excess of combustion air in exhaust gas.

202 The boiler load is to be varied in accordance with the manoeuvring tests specified in B 300. The boiler plant testing may be carried out simultaneously with testing of the remote control system for the main turbines.

C 300 Monitoring system

301 With all burners in operation, the fuel oil supply to one of the burners is to be shut off. Check that the flame detector of this burner is functioning. The remaining burners are to be tested in the same way.

302 With burners in operation, one of the flame detectors is to be shielded. Check that the automatic shutoff valve for fuel oil is operating. The remaining flame detectors are to be tested in the same way.

303 With boiler in operation, simulate a failure causing automatic stop of combustion air fan. Check that the fuel oil supply is shut off.

304 Reduce water level below safety limit and check that fuel oil supply is shut off.

305 Remaining alarms and safety actions are to be released by simulating failures as realistically as practicable.