



ESCOLA NAVAL



talant de bi-faire

ASPOF EN-MEC Paulo Miguel de Matos Rebelo

Integração do novo Simulador de Máquinas nos cursos da Escola Naval

Dissertação para obtenção do grau de Mestre em Ciências Militares Navais, na
especialidade de Engenharia Naval – Ramo Mecânica



Alfeite
2021



ESCOLA NAVAL

talant de obifaire



ASPOF EN-MEC Paulo Miguel de Matos Rebelo

***Integração do novo Simulador de Máquinas nos cursos da
Escola Naval***

Dissertação para obtenção do grau de Mestre em Ciências Militares Navais,
na especialidade de Engenharia Naval – Ramo Mecânica

Orientação de: Professor Doutor Rui Pedro Chedas Sampaio

O Aluno Mestrando

O Orientador

Paulo Miguel de Matos Rebelo

ASPOF EN-MEC

Professor Doutor Rui Pedro

Chedas Sampaio

**Alfeite
2021**

Epígrafe

“Para nós os grandes homens não são aqueles que resolveram os problemas, mas aqueles que os descobriram”

Albert Schweitzer

Dedicatória

Dedico esta dissertação aos meus pais e irmãos, porque de todas as pessoas que passaram até então pela minha vida, estas são as que ficarão sempre comigo contra tudo e contra todos.

Agradecimentos

É difícil de agradecer a todas as pessoas que se cruzaram durante os meus últimos cinco anos como aluno da Escola Naval e que contribuíram para o meu percurso.

Agradeço ao meu orientador, Professor Rui Chedas Sampaio, por toda a orientação, ajuda, conselhos e motivação ao longo da minha formação, assim como durante a realização desta dissertação.

Agradeço aos entrevistados por todos os contributos e disponibilidade apresentada no decorrer de todo o trabalho.

Um agradecimento ao Curso CTEN Raúl Alexandre Cascais pelo excelente ambiente destes cinco anos de Escola Naval.

Por fim, à minha família por todos os sacrifícios vividos por eles e com eles.

Muito agradecido.

Resumo

A simulação de máquinas marítimas é uma área de grande desenvolvimento recente que apresenta potencialidades a serem exploradas no ensino na Escola Naval.

Deste modo, o presente trabalho incide na sintetização do conhecimento existente relativo à simulação. Tendo a Escola Naval adquirido um conjunto de simuladores, “full-mission” e CBT (Computer Based Training), à UNITEST, estes tornaram-se o objeto de estudo deste trabalho devido à aplicabilidade imediata dos resultados obtidos no ensino da Escola Naval.

Inicialmente, fez-se um estudo do estado da arte e um breve enquadramento teórico do que é a simulação de máquinas, como se caracteriza, a sua evolução ao longo dos tempos e da sua utilização no mundo, recorrendo-se à bibliografia existente.

Reconhecendo-se as capacidades destes simuladores efetuou-se um estudo das necessidades de utilização destes simuladores no ensino da Escola Naval.

Finalmente, tomando em conta as necessidades encontradas e, reconhecendo a aplicabilidade e vantagens inerentes aos simuladores desenvolveu-se uma proposta de integração dos simuladores no ensino da Escola Naval.

Palavras-Chave: Simulador de máquinas, full-mission, CBT, UNITEST, simulação.

Abstract

Simulation of marine machines is an area of great recent development and has potential to be explored in the teaching at activities Escola Naval – Portuguese Naval Academy.

Thus, the present work focuses on synthesizing existing knowledge related to simulation. As the Escola Naval acquired a set of simulators, full-mission and CBT (Computer Based Training), from UNITEST, these became the object of study due to the immediate applicability of the results obtained during the work, in the teaching given at Escola Naval.

Initially, there's a study of the state of the art and a brief theoretical backgrounds of what machine simulation is and how it is characterized, its evolution over time and its usage in the world, based in existing bibliography.

Being the capabilities of these simulators recognized, a study of the needs for using these simulators in teaching at the Escola Naval was carried out.

Finally, considering the needs identified and, recognizing the applicability and inherent advantages of simulators, a proposal for the integration of the simulators in the teaching activities of the Escola Naval was developed and present.

Keywords: Machine simulator, full-mission, CBT, UNITEST, simulation.

Índice

Epígrafe	III
Dedicatória.....	V
Agradecimentos	VII
Resumo	IX
Abstract.....	XI
Índice	XIII
Índice de Figuras.....	XV
Lista de Abreviaturas e Acrónimos	XVII
1. Introdução.....	1
1.1 <i>Motivação</i>	1
1.2 <i>Objetivo</i>	1
1.3 <i>Metodologia</i>	1
1.4 <i>Estrutura do trabalho</i>	2
2. Estado da Arte	5
2.1 <i>O que é a simulação</i>	5
2.2 <i>Sistemas de classificação dos simuladores de máquinas</i>	5
2.3 <i>Tipos de simuladores de máquinas</i>	10
2.4 <i>A evolução da simulação</i>	13
2.5 <i>A utilização de simuladores de máquinas marítimas</i>	14
3. Os simuladores adquiridos pela Escola Naval	17
3.1 <i>Ambiente de simulação</i>	27
3.2 <i>Comparação das instalações dos simuladores com as dos navios</i>	36
4. Necessidades do simulador no ensino da Escola Naval	37

4.1 Unidades curriculares dos cursos da Escola Naval potenciais beneficiadoras da simulação	38
5. Proposta de integração dos simuladores no ensino da Escola Naval	41
5.1 Desenvolvimento de fichas de aula	41
5.2 Implementação do simulador	43
6. Conclusão	45
6.1 Conclusões gerais.....	45
6.2 Lições aprendidas	45
6.3 Trabalhos futuros.....	45
Bibliografia	47
Apêndices.....	49
Apêndice A – Ficha de Aula - Familiarização com a instalação I	49
Apêndice B – Ficha de Aula - Familiarização com a instalação II	51
Apêndice C – Ficha de Aula - Operação motor propulsor- cálculo potência	53
Apêndice D – Procedimentos de arranque do gerador a partir da situação de navio morto (Dead Ship)	54
Apêndice E – Procedimentos de arranque sistemas auxiliares	58
Apêndice F – Contributos/Respostas Ted Bågfeldt	72

Índice de Figuras

Figura 1 - Simulador classe B	6
Figura 2 - Simulador Classe P.....	7
Figura 3 - Sala de comando simulador classe F.....	8
Figura 4 - Simulador classe F	9
Figura 5 - Comparação mapa cidade e simuladores CBT.....	11
Figura 6 - Comparação mapa país e simuladores full-mission	12
Figura 7 - Menu software CBT de uma instalação de produção de água doce	12
Figura 8 - Instalação propulsora HV-DE3D.....	19
Figura 9 - Instalação propulsora MED3D	20
Figura 10 - Instalação propulsora MER3D	20
Figura 11 - Instalação propulsora PSV3D.....	21
Figura 12 - Instalação propulsora MER2D	21
Figura 13 - Incêndio casa das máquinas	22
Figura 14 - Menu inicial de simulador CBT	28
Figura 15 - Ambiente de simulação CBT	28
Figura 16 - Estação do instrutor MER3D.....	29
Figura 17 - Configuração da ligação do instrutor aos instruendos	29
Figura 18 - Setup MER3D	30
Figura 19 - Editor de cenários MER3D	31
Figura 20 - Simulação de falhas MER3D	31
Figura 21 - Sala de controlo MER3D	32
Figura 22 - Seleção de movimento	33
Figura 23 - Seleção de movimento	33
Figura 24 - Seleção de local a visitar.....	34
Figura 25 - Casa motores principais MER3D	34
Figura 26 - Atuar no ambiente de simulação.....	35
Figura 27 - Turbo Diesel 5	35
Figura 28 - Gas Turbine	35
Figura 29 - Consola comando motores principais.....	36
Figura 30 - Quadro controlo local gerador	36

Lista de Abreviaturas e Acrónimos

CBT – Computer based training – treino baseado em computadores

DCT – Departamento Ciências e Tecnologias

DNV – Det Norske Veritas

EN – Escola Naval

FUC – Ficha de Unidade Curricular

ICERS – International Conference Engine Room Simulators

IMO – Internacional Maritime Organization

MET – Maritime Education and Training

UC – Unidade Curricular

STCW - International Convention on Standards of Training, Certification and Watchkeeping for Seafarers

1. Introdução

1.1 Motivação

A simulação apresenta nos dias de hoje uma considerável capacidade de replicar a realidade de forma acessível e sem riscos de utilização. A simulação tem os mais vastos campos de aplicação desde o estudo do efeito de um terramoto num edifício, ao impacto do desenho de um carro de fórmula 1 na sua manobrabilidade. O aparecimento das capacidades de simulação trouxe, desde o início, melhoria na qualidade de vida pois veio permitir aperfeiçoar os mais diversos componentes das nossas vidas.

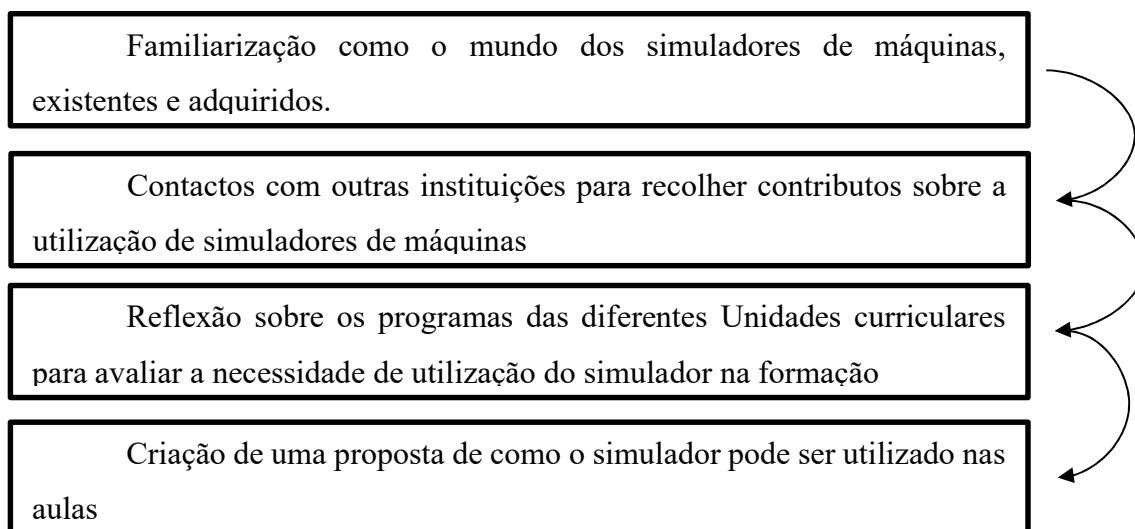
A expansão da utilização da simulação na Escola Naval, de apenas um simulador de navegação para também passar a utilizar simuladores de máquinas, é o caminho para que a instituição continue a elevar os seus padrões de ensino e a sua capacidade e qualidade de formação de todos os futuros oficiais da Marinha Portuguesa.

1.2 Objetivo

O objetivo deste trabalho consiste na implementação e institucionalização da utilização de simuladores de máquinas na Escola Naval. Para isso, é necessário analisar as necessidades de simuladores no ensino da Escola Naval.

1.3 Metodologia

A metodologia para este trabalho divide-se em quatro fases como representado no diagrama abaixo.



Inicialmente a familiarização com o mundo dos simuladores de máquinas, para se perceber o que realmente são, do que são capazes, como são utilizados por este mundo fora.

Numa segunda fase irá tentar-se entrar em contacto com outras instituições que utilizem simuladores iguais aos adquiridos pela Escola Naval, de forma a aprender com a sua experiência e não cometer determinados erros que podem ser evitados.

Na terceira fase refletiu-se sobre os programas das diferentes Unidades curriculares para avaliar a necessidade de utilização do simulador na formação

Na fase final cria-se uma proposta de como o simulador pode ser utilizado no ensino da Escola Naval (EN).

1.4 Estrutura do trabalho

O presente trabalho encontra-se dividido em seis capítulos, estando esses divididos em subcapítulos.

No segundo capítulo é feito um estudo do estado da arte e um breve enquadramento teórico do que é a simulação de máquinas e de como se caracteriza, da sua evolução ao longo dos tempos e da sua utilização no mundo.

O terceiro capítulo trata de apresentar os diversos simuladores adquiridos pela Escola Naval. Neste capítulo é apresentada a empresa fornecedora dos softwares de simulação, os diferentes simuladores adquiridos e quais as suas valências.

No quarto capítulo estuda-se as necessidades de utilização destes simuladores no ensino da Escola Naval e definem-se algumas unidades curriculares dos cursos da Escola Naval potenciais beneficiadoras da simulação.

No quinto, capítulo após o estudo realizado no quarto capítulo, desenvolve-se uma proposta de integração dos simuladores no ensino da Escola Naval, através da criação/desenvolvimento de fichas de aula de forma a facilitar a integração e institucionalização da utilização do simulador na Escola Naval. Por fim trata-se da implementação/instalação dos simuladores na Escola Naval.

No sexto e capítulo final apresentam-se as conclusões gerais, as lições aprendidas e possíveis trabalhos futuros.

2. Estado da Arte

2.1 O que é a simulação

“Simulation does exactly what it says. It mimics what happens in real processes.” (Mark Elder, Fundador SIMUL8 Corporation) A simulação pode ser vista como uma animação que tenta imitar a operação de um sistema real ou de um sistema que esteja a ser desenvolvido. Exemplos disso são o movimento de um objeto quando sujeito a uma força, ou então de sistemas muito mais complexos que podem representar casas de máquinas de um navio e como todos os equipamentos interagem.

Na Simulação existem características fundamentais:

- A visualização, deve permitir que se perceba o que é que está a acontecer num dado processo à medida que o tempo decorre.
- A interatividade, de modo que o utilizador consiga atuar no processo que está a ser simulado de forma a que o permite controlar se for esse o caso.
- Baseado no tempo, como a simulação consegue avançar no tempo mais rapidamente do que na vida real, pode-se simular dias, semanas e até anos de um determinado processo em alguns segundos. Isto permite que se avalie as consequências a longo prazo de determinadas decisões que se tomem.
- Tem de corresponder à realidade de processo, de forma que se possa traduzir a experiência ou conhecimento adquirido pelo utilizador com a simulação para o mundo real.
- Permitir o teste de vários cenários “e se...”, por forma a permitir comparar configurações diferentes de um dado sistema sob as mesmas circunstâncias por forma a determinar qual será a melhor forma de configurar o sistema. (SIMUL8, 2021)

2.2 Sistemas de classificação dos simuladores de máquinas

Um sistema de classificação unânime, aceite e usado por todos é um objetivo de diversas entidades do universo da simulação de máquinas, no entanto não existe um tal sistema de classificação. Existem apenas diversas propostas de sistemas de classificação, umas com uma maior adesão do que outras.

As duas grandes propostas de sistemas de classificação de simuladores de máquinas são da autoria da Det Norske Veritas (DNV) chamada de *Standart for Certification of Maritime Simulator Systems* e da autoria de Stefan Kluj apresentada no culminar da conferência ICERS 4 (Internacional Conference Engine Room Simulators), sendo estas duas propostas semelhantes entre si.

Ambas as propostas contemplam 4 categorias de simuladores. A proposta de sistema de classificação de Stefan Kluj compreende as seguintes categorias:

- Classe de simuladores B (de Básico) – nesta classe inclui simuladores do tipo Computer Based Training (CBT) e simuladores de máquinas básicas como caldeiras, centrifugadores de combustível, estações de tratamento de águas, etc. Este tipo de simuladores são software que podem ser instalados e utilizados em num qualquer computador e a interação com o utilizador é baseada em animações básicas no computador e sons dos equipamentos em funcionamento. A somar ao módulo de simulação estes softwares na sua maioria possuem também os princípios teóricos necessários, instruções de operação e testes de para avaliação de competências. Nesta classe de simuladores é típico que não possuam qualquer tipo de consolas específicas, o que permite o seu custo moderado. Por exemplo o pacote de simuladores CBT da *UNITEST* inclui diversos simuladores de classe B, ver Figura 1.

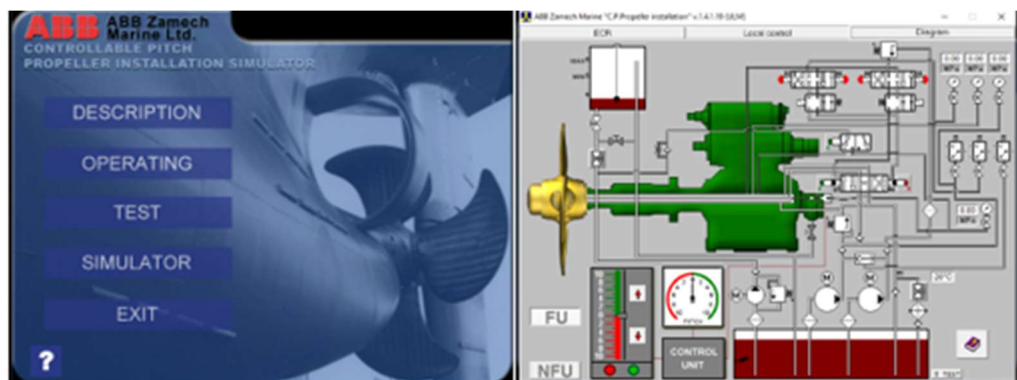


Figura 1 - Simulador classe B

- Classe de simuladores P (de Pessoal) – esta categoria integra simuladores híbridos (encontram-se entre full mission e CBT). São maioritariamente

desenhados e concebidos para o treino de um individuo apenas, podendo ser utilizados em dois modos: individual ou com supervisão através de ligação em rede. Os simuladores desta classe devem de replicar máquinas específicas levando em consideração marca, modelo, características, procedimentos de operação. A interação com o utilizador nesta classe de simuladores é semelhante à da classe B. O custo de simuladores de classe P continua moderado, mas já superior ao da classe B, mas muito inferior ao da classe F. Um exemplo deste tipo de simuladores é o MER3D da *UNITEST*, ver Figura 2



Figura 2 - Simulador Classe P

- Classe de simuladores F (de Full/completo) – nesta categoria são incluídos os muito dispendiosos, mas muito completos simuladores Full mission, aqueles que representam totalmente a instalação de máquinas de um navio. Neste tipo de simuladores conjuntos de consolas físicas equipadas com indicadores, seletores, botoneiras, e muitos sons simulados são uma obrigatoriedade nesta classe de simuladores. Neste tipo de simuladores por vezes até são usadas maquetes de máquinas nos espaços exteriores à sala de comando onde se encontram as consolas, para criar um ambiente ainda mais realístico. A grande desvantagem desta classe de simuladores é o seu preço exorbitante de aquisição e o elevado custo de operação e manutenção do simulador. No entanto a sua grande mais valia é que permite treinar equipas, tornando-se esta a sua grande vantagem em relação a todas as outras classes de simuladores. Exemplo de uma sala de

comando de um simulador da classe F, ver Figura 3



Figura 3 - Sala de comando simulador classe F

- Classe de simuladores S (de Special/especializado) – esta categoria agrega os simuladores que têm tarefas mais específicas e especiais, são normalmente softwares para serem utilizados num único computador e não em rede. No entanto quando comparados com a classe de simuladores B tem grandes diferenças, a sua utilização é mais complexa e raramente incluem os fundamentos teóricos necessários para entender o funcionamento e ter capacidade de utilização do simulador. Um exemplo deste tipo de simuladores é o simulador *Turbo Diesel* da *UNITEST*, que é um simulador de diagnóstico e manutenção ver Figura 4. (Kluj, The relation between learning objectives and the appropriate simulator type, 2001)

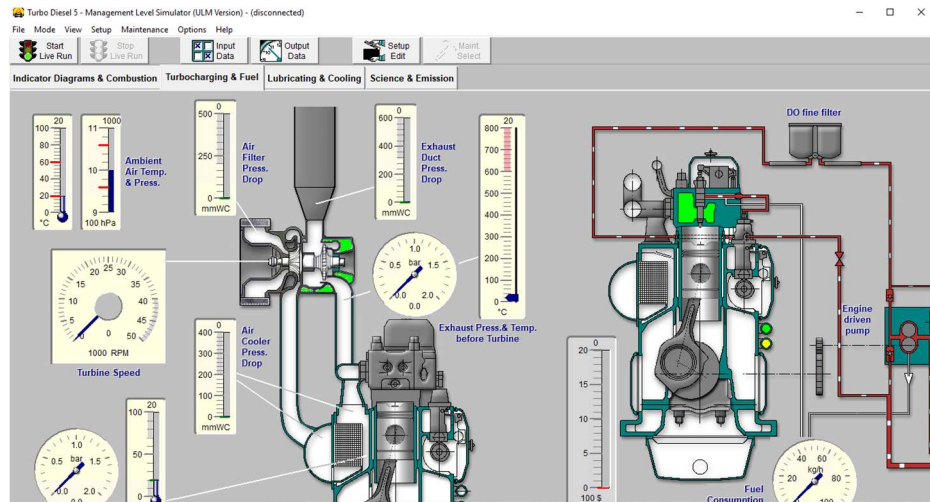


Figura 4 - Simulador classe F

O sistema de classificação da DNV contempla também 4 categorias, mas com definições menos extensas:

- Classe A – São simuladores completos (full mission), capazes de simular todas máquinas na sala de comando e nos espaços de máquinas, através do uso de consolas operacionais tanto na sala de comando como nos espaços de máquinas.
- Classe B – São simuladores em tudo semelhantes ao de classe A, mas não tem capacidade de simular todos os equipamentos e tem um uso limitado das consolas nos espaços de máquinas.
- Classe C – São simuladores que apenas possuem a capacidade de simular algumas máquinas para treino de operações e procedimentos apenas na sala de comando.
- Classe X – São simuladores para tarefas especiais, capazes de simular senários concretos com determinadas condicionantes à operação da máquina, são também capazes de simular operações de manutenção de determinados equipamentos. (DNV, 2017)

Os sistemas de classificação acima descritos parecem semelhantes, mas quando comparados verifica-se que apenas duas das quatro classes são idênticas, sendo a F idêntica à A, a S idêntica à X, já a P é semelhante à B e a B é semelhante, mas com pequenas diferenças à C.

No entanto, apesar das pequenas diferenças das definições e das terminologias adotadas por estas duas propostas de sistemas de classificação de simuladores de máquinas, pode-se concluir que a abordagem para a elaboração destas propostas independentes parece ser baseada na experiência. Sendo estes, dois dos sistemas mais utilizados no universo dos simuladores de máquinas para a sua classificação e, tendo tamanha semelhança, é cada vez maior o interesse e necessidade dentro desta comunidade da existência de um único sistema de classificação utilizado por todos.

A partir deste momento iremos adotar o sistema de classificação de simuladores proposto pela DNV, por ser aquele que se pode encontra maior documentação.

2.3 Tipos de simuladores de máquinas

Os simuladores de máquinas são desenhados e projetados a pensar no cumprimento de objetivos, tendo de cumprir com requisitos definidos na convenção internacional sobre formação, certificação e serviço de quartos para marítimos (STCW2010 – international convention on standarts of training, certification and watchkeeping for seafarers) onde são definidos três níveis de competência (gestão, operacional e suporte) e a lista de competências correspondente.

Num único simulador é difícil de se esperar que consiga atingir todos os requisitos, para se treinar as diferentes competências, pelo que existe a necessidade de diferentes tipos de simuladores para se atingirem os diferentes níveis de competência.

Esta necessidade de diferentes tipos de simuladores pode ser facilmente demonstrada com uma analogia entre a escolha do tipo de simulador e a escolha do tipo de mapa a utilizar para uma determinada deslocação. (Kluj, The relation between learning objectives and the appropriate simulator type, 2001)

Resumidamente existem dois tipos de simuladores distintos, os full-mission (missão completa) e os CBT (Computer Based Training – treino baseado em computador). Para se distinguirem utilizando a analogia apresentada por Stefan Kluj, entre a escolha do tipo de mapa necessário e a escolha d tipo de simulador necessário, usemos o exemplo de uma deslocação de Santarém para Aveiro, onde se necessita do mapa do país completo e do mapa detalhado das cidades.



Figura 5 - Comparação mapa cidade e simuladores CBT

Passando este exemplo para os simuladores pode-se dizer que o mapa do país é como o simulador full-mission, que é mais complexo e cobre todo o leque dos sistemas de máquinas do navio, no entanto devido à sua grande complexidade este tipo de simulador não consegue ser tão preciso nem proporcionar semelhante nível de detalhe, tal como o tipo de mapa correspondente (ver Figura 6).



Figura 6 - Comparação mapa país e simuladores full-mission

No mapa da cidade por outro lado deve de ser bastante detalhado e deve de incluir o máximo de informação possível, mas cobre uma área relativamente mais limitada. Esta mesma descrição é aplicada aos simuladores CBT, uma vez que este tipo de simuladores apenas cobre um tipo de sistema ou um tipo de máquina, mas com um elevado nível de detalhe e precisão, tendo normalmente este tipo de software não só o próprio simulador mas também uma explicação dos princípios de operação, uma descrição do sistema, um módulo de solucionamento de avarias (trouble-shooting) e uma pequena avaliação (ver Figura 5 e Figura 7).



Figura 7 - Menu software CBT de uma instalação de produção de água doce

Existe ainda outro tipo de simulador que é o especializado. Este tipo de simulador é como os mapas que existem por exemplo nos pontos de turismo, com os locais de interesse, hotéis, restaurantes entre muitas outras informações, no entanto omitem completamente alguns tipos de informação. Este tipo de simulador tem uma elevada

precisão em certos aspetos do sistema que simulam, mas são mais limitados nos sistemas que simulam não permitindo grande flexibilidade.

2.4 A evolução da simulação

O continuo crescimento de novas tecnologias na sua maioria provém de pesquisa e investigações financiadas pelos governos e de pesquisas e desenvolvimentos industriais e comerciais, que podem ou não encontrar aplicação imediata no mercado. (Muirhead P. M., 2004)

Nos dias de hoje, pode-se afirmar que a introdução de novas tecnologias é frequentemente a origem catalisadora para a inovação e evolução de técnicas e metodologias. Os avanços tecnológicos criam expectativas em todos os que com elas lidam de que sejam criadas diversas vantagens, como aumento de produtividade, maior eficiência por meio de redução de custos, aumento da motivação dos funcionários e satisfação no trabalho, a criação de conceitos inovadores e o desenvolvimento de novas ideias de atingir objetivos específicos. (Muirhead P. M., 2004)

No entanto, também pode ter o efeito oposto nas pessoas mais tradicionalistas, que veem a introdução de tecnologia como uma ameaça à sua existência e maneira de fazer as coisas. Para se fazerem estas mudanças é sempre um desafio, na melhor das hipóteses difícil, especialmente se estiver em causa a introdução de novos sistemas ou métodos. O inovador provavelmente apenas receberá apoio daqueles que prosperaram sob o novo regime, enquanto que aqueles que estão bem sob o antigo/atual regime não o apoiaram. Estes poderão até ter ajudado na implementação do antigo/atual regime, mas provavelmente opuseram-se quando foi apresentado pela primeira vez. Pelo que o inovador deve depender apenas dos seus próprios recursos e deve ter uma forte crença na nova direção que deseja tomar. (Muirhead P. M., 2004)

Um dos problemas do aparecimento de novas tecnologias é que com a publicidade consegue persuadir uma elevada quantidade de pessoas de que necessitam desta nova tecnologia, independentemente desta servir ou não o propósito do utilizador ou da organização em causa. Exemplo disto mesmo é o poder da publicidade de telemóveis novos, de novas consolas de jogo ou até de novos modelos de carros. Nas instituições de educação e treino marítimo (MET-Maritime Education and Training), os simuladores de

radar tornaram-se amplamente desejáveis de se adquirir entre os anos 60 a 80, isto porque eram vistos como um símbolo de ter atingido a tecnologicamente o avanço, apesar de serem caros de adquirir e de utilizar. No entanto só foram tornados obrigatórios em 1997, em todas as instituições de MET. Nos anos 80, os principais fabricantes de sistemas de simulação visual de imagens geradas por computador, começaram a divulgar e comercializar simuladores full-mission de manobra de navios de forma mais expressiva. No entanto, estes sistemas eram muito mais caros e apenas grandes instituições de treino ou aquelas financiadas por governos podiam adquiri-los. Apesar dos preços elevados, foi desencadeado um elevado desejo por parte de muitos centros de treino de terem o seu próprio simulador de manobra de navios, apesar da clara falta de preparação, conhecimento e de fundos para o fazerem. A nível mundial apareceram sugestões de se promoverem colaborações regionais para treino de simulação, no entanto nunca houve avanços nestas parcerias. O que resultou numa distribuição tão escassa de fundos que muitos não poderão pagar por tecnologia avançada, levando a um mundo cada vez maior de "ricos" e de "pobres". Estas visões nacionalistas impedem ainda mais as tentativas da Organização Marítima Internacional (IMO-Internacional Maritime Organization) de elevar os padrões globais de educação e treino marítimo (MET). (Muirhead P. M., 2004)

Um dos mais recentes desenvolvimentos tem sido o crescimento de sistemas de simulação baseados em software para computadores, tal como os que tem sido desenvolvido por inúmeras empresas tais como a UNITEST, Kongsberg, MarineSoft, SSPA, entre outras. Que fornecem software de simulação que com um simples computador conseguem fornecer opções de treino com um custo mais reduzido e ao alcance de um maior número de instituições. (Muirhead P. M., 2004)

2.5 A utilização de simuladores de máquinas marítimas

O aparecimento dos primeiros simuladores de máquinas aconteceu no início da década de 80, sendo estes baseados apenas em texto e com uma interação muito complicada para o utilizador. No final da década de 80, início da de 90 apareceram os primeiros softwares que já tinham uma utilização mais facilitada por parte do utilizador mas tinham ainda uma aplicabilidade muito reduzida, apenas de diagnóstico e manutenção de máquinas, e estavam presentes em muito poucos locais de ensino. Finais da década de 90 apareceram os primeiros simuladores apelidados de “full mission” que

simulavam um conjunto de equipamentos que interagiam entre si, estes simuladores apresentavam animações a duas dimensões e permitiam pela primeira vez o treino dos procedimentos de operação e de condução de instalações de máquinas a bordo dos navios. A partir da entrada do século XXI temos assistido à cada vez maior precisão e aumento das semelhanças com a realidade das simulações proporcionadas pelos simuladores desenvolvidos. Temos também assistido à maior utilização e adesão por parte das entidades formadoras do setor marítimo apesar da sua utilização não ser mandatária como é a de simuladores de radar por exemplo. (Kluj, ICERS' Impact on Marine Engineering Training, 2011)

Neste momento assistimos à globalização da utilização de simuladores de máquinas uma vez que se tornam uma ferramenta de ensino útil e eficaz, e relativamente acessível. Se olharmos aos estabelecimentos de ensino na área náutica ainda são alguns aqueles que ainda não apostaram realmente na simulação de máquinas apesar de serem utilizadores e reconhecerem a grande mais-valia que simuladores de navegação lhes trazem. No entanto, este paradigma tem vindo a ser alterado, uma vez que os produtores e distribuidores deste tipo de sistemas tem vindo a aumentar a sua publicidade e tem conseguido reduzir o custo de aquisição e de manutenção dos simuladores. Um também grande contributo para o aumento do uso de simuladores de máquinas foi a introdução por parte da IMO em 2017 de modelos de cursos para serem ministrados tendo por base simuladores de salas de máquinas, intitulado “IMO 2.07 Model Course: Engine Room Simulator”.

3. Os simuladores adquiridos pela Escola Naval

Para que a Escola Naval se equipasse com a mais recente tecnologia de simulação, recorreu-se à empresa UNITEST como fornecedora dos simuladores que foram adquiridos pela Escola Naval. A UNITEST é uma empresa Polaca fundada em 1990. No início, as atividades da empresa concentravam-se na conceção e produção de instrumentos de diagnóstico e medição para casas de máquinas de navios. Gradualmente, a empresa ampliou seu espectro de atividades e, em 1994, a UNITEST passou a desenvolver os programas interativos CBT para estudantes de engenharia naval e engenheiros marítimos. Atualmente, o pacote CBT inclui 33 programas independentes e estão constantemente a ser desenvolvidos novos programas. Em 1995, a UNITEST começou a produzir simuladores de casas de máquinas completas (full-mission) e o primeiro simulador de casa de máquinas a diesel de baixa velocidade foi criado apenas dois anos depois, seguido por simuladores de casas de máquinas a diesel de média velocidade e de turbinas a vapor. Atualmente a UNITEST é líder mundial na criação de software de treino marítimo e simuladores de casas de máquinas, totalmente interativos com visualização 3D realista do espaço de máquinas. Além disso, os simuladores da UNITEST usam listas de verificação de última geração proprietárias e integradas, possuem também avaliações totalmente automatizadas das competências do instruendo. A UNITEST também cria programas interativos adaptados às necessidades de diferentes fabricantes de equipamentos marítimos. Ao usar a tecnologia 3D, esses programas geralmente estendem os manuais do operador e permitem uma melhor compreensão da construção e funcionamento do equipamento. Neste momento a UNITEST coopera constantemente com ALFA LAVAL (Suécia), Kistler (Suíça) e outros fabricantes marítimos. Recentemente, a UNITEST tornou-se o fornecedor exclusivo de simuladores customizados para todos os novos motores diesel de baixa velocidade controlados eletronicamente produzidos pela Winterthur Gas and Diesel (Suíça) - anteriormente parte da corporação Wärtsilä. Para alargar ainda mais a sua oferta, a UNITEST iniciou ainda o desenvolvimento de aplicações móveis 3D que suportam os trabalhos de manutenção de uma casa de máquinas. (UNITEST, 2021)

O conjunto de simuladores de máquinas adquiridos pela Escola Naval é, constituído por variados módulos que abordam os mais diversos sistemas e instalações de

máquinas existentes a bordo de navios. Os módulos adquiridos dividem-se em 3 grandes grupos:

- Grupo dos simuladores tipo full-mission, tendo sido adquiridos 5, sendo 4 deles pertencentes à classe A e utilizando gráficos a 3 dimensões e o outro pertence à classe B e utiliza possui gráficos a 2 dimensões.
- Grupo dos simuladores do tipo CBT, tendo sido adquiridos 10 módulos que dentro de cada um tem vários simuladores cada um abordando um sistema diferente, sendo estes simuladores de classe C.
- Grupo dos simuladores especiais, simuladores de classe X, foram adquiridos 2 simuladores, um de motores diesel e um de turbinas a gás.

Os simuladores adquiridos, todos eles, destinam-se à formação de alunos de academias marítimas, bem como de diferentes tipos de centros de formação profissional marítima. Os simuladores tem recursos universais e podem ser usados tanto para treinar a tripulações da marinha mercante como da marinha de guerra.

Os Simuladores do tipo full-mission adquiridos e os seus módulos internos de simulação tem todos eles como principal objetivo a preparação pratica do aluno para a operação do tipo de instalação apresentada, mais concretamente a familiarização com o aspeto da casa de máquinas (apenas os 3D) e dos seus sistemas, e ainda a aprendizagem dos procedimentos de arranque operação e procedimentos de emergência dos diversos sistemas. Nos vários simuladores adquiridos existem módulos que todos eles possuem, sendo estes os módulos comuns em qualquer casa de máquinas, sendo os seguintes:

- Sala de comando de máquinas
- Sistema de governo
- Sistemas de refrigeração de água salgada e de água doce
- Sistema de combustível, de armazenamento, de distribuição e de tratamento com centrifugadores de combustível
- Sistema de lubrificação, de armazenamento de óleos e distribuição e tratamento
- Sistema de ar comprimido
- Sistema de água potável, aquecimento e distribuição

- Sistema de tratamento de esgotos
- Sistema de esgoto e de lastro
- Sistemas de combate a incêndios, de CO2 e de névoa de água
- Sistema de incineração (nem todos os simuladores têm)
- Ponte, para controlo do sistema de propulsão (máquinas propulsoras e leme)
- Sistema de ar condicionado

Os simuladores adquiridos têm configurações de instalações propulsoras diferentes, tendo sido adquiridas as seguintes configurações de instalações propulsoras:

- HV-DE3D - High Voltage Diesel Electric Engine Room Simulator (Simulador de casa de máquinas diesel-elétricas de alta voltagem) – Simulador de classe A - Este simulador é baseado em casas de máquinas com sistemas de propulsão de tipo diesel-elétrica, tendo produção elétrica assente em 4 geradores principais mais 1 de emergência, que fornecem toda a energia necessária á operação de dois propulsores do tipo Azimuth (localizado a ré) e ainda a um propulsor de proa e aos restantes sistemas de bordo, ver Figura 8

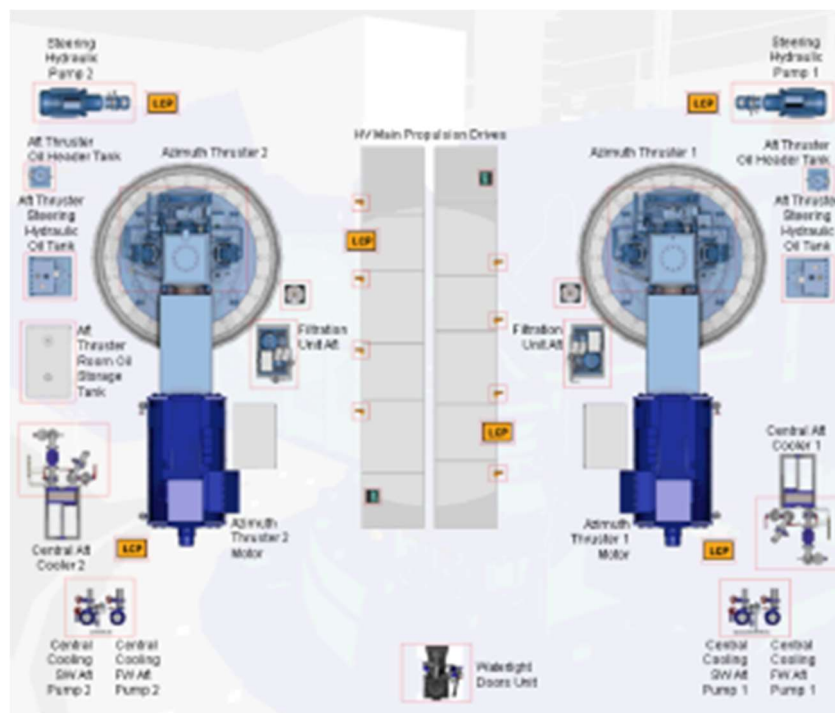


Figura 8 - Instalação propulsora HV-DE3D

- MED3D – Medium Speed Engine Room Simulator (Simulador de casa de

máquinas de motor diesel de média velocidade) – Simulador de classe A - Este simulador é baseado em soluções típicas para navios com casas de máquinas de tamanho médio contando com um motor diesel principal a 4 tempos associado a uma caixa redutora e a uma hélice de passo variável, ver Figura 9

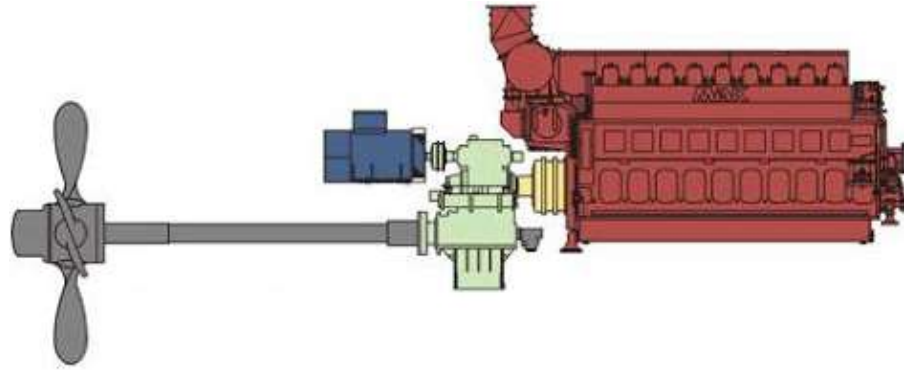


Figura 9 - Instalação propulsora MED3D

- MER3D - Medium Speed Engine Room Simulator (Simulador de casa de máquinas de motor diesel de média velocidade) – Simulador de classe A - Este simulador é baseado em soluções típicas para navios com casas de máquinas de tamanho médio, o simulador conta com dois motores diesel principais a 4 tempos associados cada um a uma caixa redutora e uma hélice de passo variável, ver Figura 10

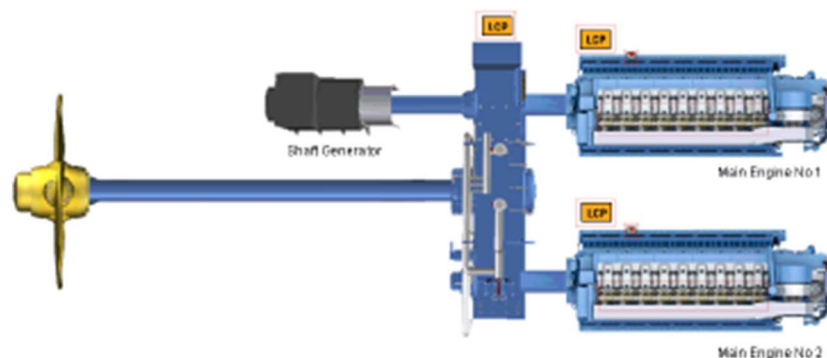
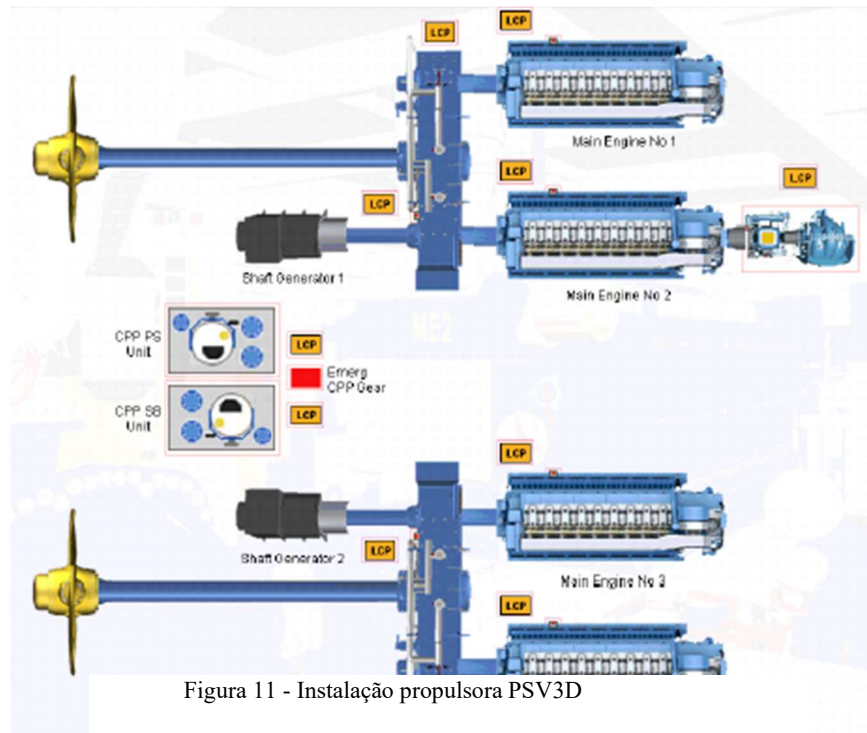


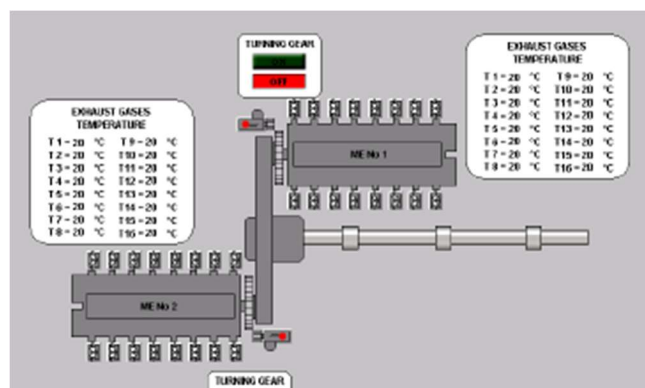
Figura 10 - Instalação propulsora MER3D

- PSV3D – Medium Speed Engine Room Simulator (Simulador de casa de máquinas de motor diesel de média velocidade) – Simulador de classe A - Este simulador é baseado em soluções típicas para navios com casas de

máquinas de tamanho grande, o simulador conta com quatro motores diesel principais a 4 tempos associados cada conjunto de dois motores a uma caixa redutora e a uma hélice de passo variável, ver Figura 11



- MER2D - Medium Speed Engine Room Simulator (Simulador de casa de máquinas de motor diesel de média velocidade) – Simulador de classe B - Este simulador tem exatamente a mesma instalação do MER3D apenas diferenciando que este não possui gráficos 3D mas sim 2D de toda a instalação e não possui consolas operacionais em todos os espaços de máquinas, ou seja não se torna tão envolvente mas desenvolve no aluno a capacidade de leitura de diagramas uma vez que todos os sistemas estão representados através de diagramas, ver Figura 12



Os simuladores acima apresentados HV-DE3D, MED3D, MER3D, PSV3D e MER2D, têm como características e funcionalidades principais:

- Todos estes simuladores seguem modelos matemáticos, que simulam uma casa de máquinas típica para a respetiva configuração da instalação propulsora
- Ambientes de simulação altamente realistas 3D com válvulas, indicadores de nível de tanques, manómetros e indicadores digitais, que permitem a monitorização e operação da instalação
- Efeitos sonoros com sons digitalizados multicanal, que oferece uma sensação muito realista da casa das máquinas dos navios. Os efeitos sonoros incluem: som do motor correlacionado com a velocidade do motor, som de um gerador a diesel, sons das válvulas, alarmes, etc...
- Listas de verificações de procedimentos:
 - Aprender rotinas típicas de operação de casas de máquinas
 - Padronizar os procedimentos de operação e o seu treino
 - Garantir que falhas devido a procedimentos de operação incorreta são evitados
- Treino de procedimentos de emergência:
 - Controlo da instalação propulsora em local, tanto da propulsão (rpm do motor e passo do hélice) como do governo (leme)
 - Paragens de emergência do motor propulsor
 - Falha total de energia e lançamento de outro gerador ou gerador de emergência
 - Incêndios (exceto no MER2D)



Figura 13 - Incêndio casa das máquinas

Os simuladores da classe C, fazem parte do pacote de software de treino marítimo da UNITEST, que tem o objetivo de ensinar os princípios básicos de operação de equipamentos de uma casa de máquinas de um navio. O conjunto destes simuladores é baseado em soluções que estão atualmente a ser utilizadas a bordo dos navios. As máquinas e os sistemas presentes nos simuladores são realistas de forma a proporcionar a aquisição de competências. Os Simuladores de classe C do tipo CBT adquiridos e os seus sistemas simulados são:

- CBT Parte 1&2:
 - Instalação do hidróforo
 - Motores diesel propulsores
 - Motores diesel geradores
 - Sistema de governo com bombas hidráulicas de caudal constante
 - Sistema de governo com bombas hidráulicas de caudal variável
 - Separador de águas oleosas
 - Estação biológica de tratamento de esgoto
 - Instalação auxiliar de caldeira a vapor
 - Sistemas de monitorização de motores diesel
 - Estação de tratamento de combustível
 - Sistema de hélice de passo variável
- CBT Parte 3:
 - Bombas marítimas
 - Gerador de água doce – evaporador
 - Sistema de osmose inversa
 - Sistema de purificação de combustível e de óleo (centrifugador)
 - Instalação de uma caldeira
 - Sistema de controlo remoto para motores SULZER RTA
 - Sistema de controlo remoto para motores MAN B e LMC
 - Instalação frigorífica
- CBT Parte 4:
 - Sistema Alfa Laval's de acondicionamento e distribuição de combustível
 - Instalação de produção eletricidade

- Sistema de ar comprimido
- CBT Parte 5:
 - Sistema de arrefecimento central a água
 - Instalação de emergência de produção de eletricidade
 - Instalação de governo de atuação de palhetas
- CBT Parte 6:
 - Instalação de ar condicionado
 - Sistema de produção de água doce (evaporador) produzido pela Alfa Laval modelo JW26-C
 - Separador de águas oleosas produzido pela ECOSTREAM
- CBT Parte 7:
 - Instalação de refrigeração 3D
 - Instalação do hidróforo 3D
- CBT Parte 8:
 - Gerador de água doce Alfa Laval
 - Sistema motores diesel
 - Sistema turbina a gás
- CBT Parte 9:
 - Sistema de lastro PureBallast Alfa Laval
 - Sistema de esgoto PureBilge Alfa Laval
 - Sistema fixo de combate a incêndios (sistemas de deteção e alarme, sistemas de névoa de água, sistemas de CO2 e sistemas de espuma de alta expansão)
- CBT Parte 10:
 - Caldeiras Alfa Laval
 - Sistema produção de água doce Orca
 - Sistemas de diagnóstico de motores diesel modernos

Os simuladores acima mencionados do tipo CBT são simuladores que permitem a apresentação realística do equipamento/sistema que representam, os diversos simuladores possuem painéis de controlo e diagramas das instalações. Nestes painéis de controlo podemos encontrar botões, manómetros, seletores, tal como lâmpadas de

controlo e de alarme. Estes painéis de controlo e o diagrama principal destes simuladores foram desenhados para serem o mais semelhantes à realidade quanto possível.

Alguns dos simuladores CBT permitem realizar regulações aos parâmetros dos sistemas. No caso de existirem falhas na operação dos equipamentos, o simulador irá reagir de forma idêntica á realidade, incluindo disparo de alarmes, equipamentos a parar, tanques a transbordar, etc...

Os dois simuladores de classe X adquiridos:

- Turbo Diesel 5
- Gas Turbine Simulator

Estes são dois simuladores especializados, não tendo todos os equipamentos de um navio, mas sim só aqueles diretamente relacionados com as respetivas instalações propulsoras, nestes simuladores é nos possível alterar os mais diversos, parâmetros de funcionamento e observar como as instalações reagem, é também possível utilizar estes simuladores para deteção de falhas e avarias.

O simulador Turbo Diesel 5 é um simulador do nível de gestão, em que torna o engenheiro responsável pela operação e manutenção de um motor diesel marítimo. Este simulador é particularmente eficaz para ensinar como a carga e outras condições de operação afetam os parâmetros do motor, reconhecimento de falhas, avarias e a relação entre o estado técnico do motor e as ações de manutenção. Este simulador simula também a influência do estado técnico do motor na emissão de gases de escape, que é comparada com a curva limite MARPOL.

O simulador Turbo Diesel 5 tem dois modos de funcionamento:

- Modo de avaliação - o utilizador pode alterar livremente o estado técnico dos elementos do motor, bem como a carga do motor e as condições de operação. Isto inclui a possibilidade de inspecionar o estado técnico atual dos elementos do motor. Este modo pode ser usado para testar a relação entre as condições de operação do motor ou o estado técnico de um lado e os parâmetros de operação do motor do outro lado.

- Modo em “direto” (Live Run Mode) - As alterações no estado técnico do motor são simuladas automaticamente “em segundo plano” pelo computador. O utilizador pode apenas efetuar ações de manutenção e reparação e alterar o regime de rotações do motor, mas não pode controlar diretamente o estado técnico atual dos componentes. As ações de manutenção têm os seus preços convencionais e todas estas despesas serão consideradas posteriormente no cálculo dos resultados finais. Durante a duração das operações quando o motor diesel está operacional, rendem ao utilizador determinados rendimentos, portanto, o resultado final é na verdade a diferença entre a receita global e o custo global. Este é um modo muito útil para avaliação do conhecimento adquirido.

No Turbo Diesel 5 podemos observar os mais diversos parâmetros do motor e do ambiente circundante. Neste simulador podemos simular diversas avarias de uma lista que se encontra no simulador, vai desde filtros de ar obstruídos, passagem de gases nas válvulas do cilindro, passagem de gases nos aros do êmbolo, injetores danificados ou obstruídos, etc.... Existe também uma lista de ações de manutenção passíveis de ser efetuadas, reparação da bomba de refrigeração, limpeza do filtro do óleo, limpeza do sistema de evacuação, reparação do injetor, etc....

Quanto ao Gas Turbine Simulator é simulador de uma casa de máquinas típica de um navio de marinha propulsionado por turbinas. Este simulador inclui animações da turbina, da caixa redutora principal e da embreagem. Os principais objetivos e características deste simulador são:

- Aprender as rotinas de operação de uma casa de máquinas de turbinas
- Treinar resposta a falhas, diferentes falhas podem ser treinadas em simultâneo, sendo carregadas durante a operação
- Foi implementado um sistema controlo eletrónico realista
- Os efeitos sonoros multicanal fornecem uma sensação muito realista. Os efeitos sonoros incluem: som da turbina a gás correlacionado com a velocidade do motor
- É possível alternar entre unidades imperiais e métricas

3.1 Ambiente de simulação

Os ambientes de simulação dos diversos simuladores adquiridos dividem-se em dois grandes grupos, aqueles que simulam equipamentos específicos de um navio e aqueles que simulam toda a instalação de um navio. E depois temos ainda os simuladores especiais, que são uma subdivisão do tipo de simuladores que simulam apenas um equipamento, sendo que têm um ambiente mais detalhado e intrincado com um nível de informação mais elevado.

No tipo de simuladores que simulam apenas um determinado sistema do navio, ou seja, os CBT, na sua maioria tem uma arquitetura semelhante. Quando abrimos o simulador leva-nos diretamente para um menu inicial, ver Figura 14, no qual temos normalmente apresentações com o conhecimento e princípios teóricos necessários à compreensão do funcionamento e operação do sistema. Podemos ter também em alguns dos simuladores como é o caso deste menu do simulador de um separador de combustível, em que temos uma explicação dos parâmetros de funcionamento e de como otimizar estes valores para a máxima produtividade do sistema. Por fim temos o simulador e podemos ainda ter um pequeno teste de avaliação do conhecimento do sistema, dos seus princípios de funcionamento e dos seus procedimentos de operação. Neste tipo simuladores podemos encontrar simuladores com gráficos a duas ou três dimensões, sendo o mais comum duas dimensões. Normalmente, o ambiente de simulação deste tipo de simuladores é similar com o da Figura 15. Os simuladores do tipo CBT são essencialmente módulos de e-learning, ou seja, são módulos para serem usados autonomamente.

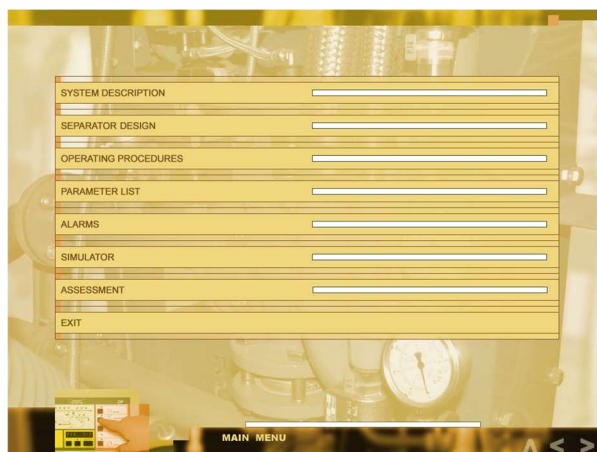


Figura 14 - Menu inicial de simulador CBT

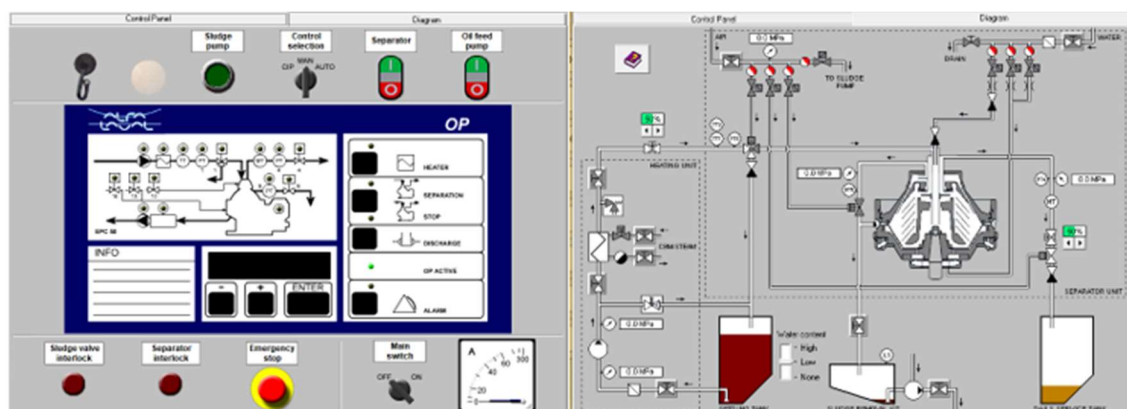


Figura 15 - Ambiente de simulação CBT

Nos simuladores full-mission, iremos utilizar o simulador MER3D para exemplificar o que esperar de um simulador deste tipo e como devem os simuladores deste tipo ser utilizados.

A primeira grande diferença para os simuladores CBT é que este tipo de simuladores possui também uma estação para o instrutor, Figura 16, na qual permite ao instrutor verificar o progresso dos instruendos, até 18 estações que no caso da Escola Naval se encontra limitado a 4 estações uma vez que apenas foram compradas 4 licenças de cada simulador.

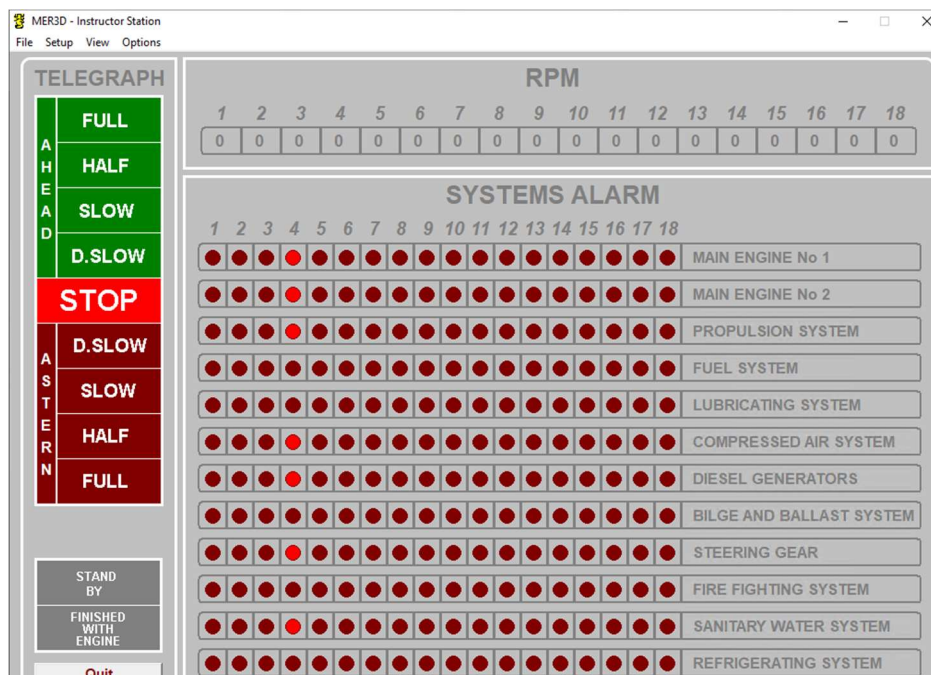


Figura 16 - Estação do instrutor MER3D

A ligação da estação do instrutor com as estações dos instruendos pode ser configurada acedendo na barra superior onde diz *options – configuration – console IP adress* onde se tem de inserir os respetivos IP, tal como mostrado na Figura 17.

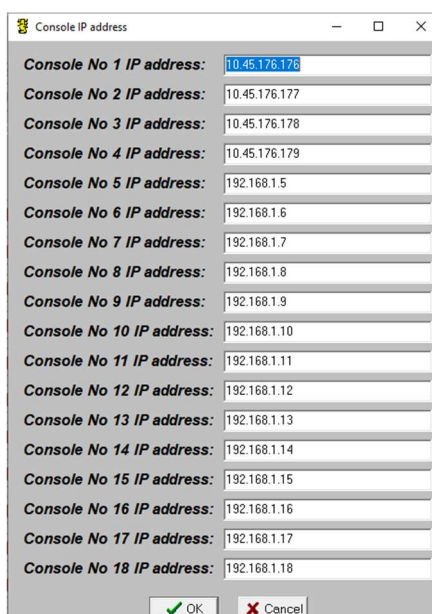


Figura 17 - Configuração da ligação do instrutor aos instruendos

Após ter este passo completo podemos carregar as condições pretendidos para as consolas dos instruendos e monitorizar se estão com alarmes nas suas instalações e pode-

se provocar avarias e falhas nas suas simulações para ver como reagem. Para carregar as condições pretendidas basta aceder a *Setup* e seleccionar o pretendido da lista apresentada, Figura 18.

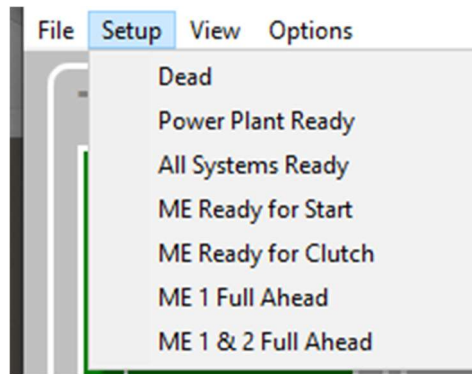


Figura 18 - Setup MER3D

Se pretender carregar um cenário, ou seja uma sequência de anomalias, falhas, incêndios, entre outras, pré determinado basta aceder-se a *file* e carregar um cenário que se tenha criado e guardado. Para se criar um cenário para se poder posteriormente carregá-lo tem de se aceder a *options - scenario editor* e criar através da janela que se encontra na Figura 19. Nesta janela pode-se escolher de uma lista de falhas quais são as pretendidas e depois é só seleccionar o intervalo temporal com que se quer que elas ocorram. Posteriormente quando os instruendos estiverem na sua simulação as falhas serão geradas automaticamente, quando as falhas surgirem o instrutor também consegue ver quando solucionaram o problema quando tiver no ecrã principal, Figura 16, todas as luzes de alarme apagadas, que na Figura 16 podemos ver que a estação 4 tem vários alarmes ativos.

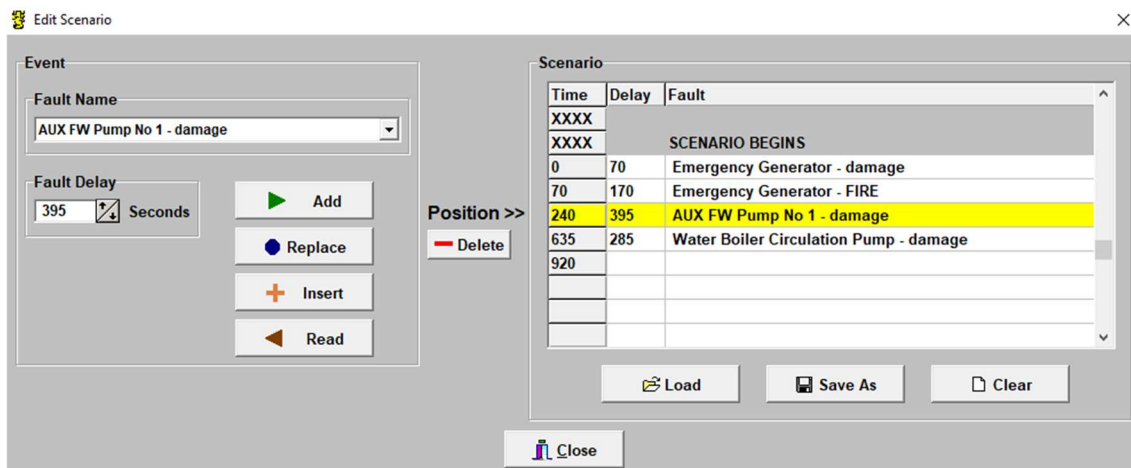


Figura 19 - Editor de cenários MER3D

Se não se pretender carregar um cenário pode-se ir *options – Faults simulation* e seleccionar as falhas que se pretendem que estejam ativas. Para tal, acede-se na janela da Figura 20, liga-se as pretendidas e inicia-se a sua simulação.



Figura 20 - Simulação de falhas MER3D

No que diz respeito, ao ambiente do simulador propriamente dito, este também difere do ambiente dos simuladores CBT, uma vez que mal abrimos o simulador vamos parar à sala de controlo, Figura 21. No entanto todos os controlos e possibilidades que a estação do instrutor nos dá continuamos a possuí-los e para os utilizar apenas temos de aceder ao menu e ir às options e executarmos o que pretendemos desde carregar as condições de funcionamento a carregar senários de falhas. No simulador temos ainda a possibilidade de gravar as condições de funcionamento de modo a que se quisermos

posteriormente voltar para esse estado podemos fazê-lo e não estejamos limitados aos pré definidos presentes na Figura 18:

- Navio morto (tudo desligado e isolado)
- Produção elétrica estabelecida
- Todos os sistemas estabelecidos
- Motores propulsores prontos para arrancar
- Motores propulsores prontos a engrenar
- Motor propulsor nº1 toda a força avante
- Motores propulsores nº1 e nº2 toda a força avante



Figura 21 - Sala de controlo MER3D

A partir deste momento estamos dentro de um navio, para tornar a experiência mais envolvente todos os simuladores reproduzem os sons das máquinas a trabalhar e ajustam os ruídos aos momentos da operação dos equipamentos.

Para nos movimentarmos na sala de controlo ou em qualquer outro espaço basta clicarmos no local para onde queremos ir que fica selecionado a amarelo, ver Figura 22, ou aceder ao menu e escolher o local ou equipamento para onde queremos deslocar que se encontra dentro de uma das caixas vermelhas, ver Figura 23.



Figura 22 - Seleção de movimento

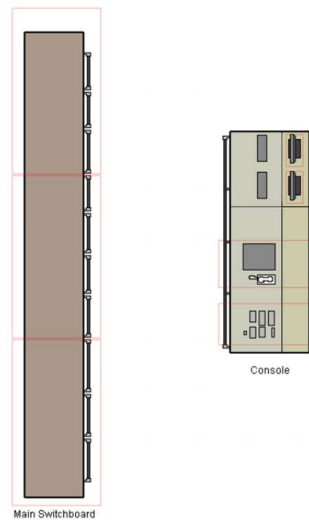


Figura 23 - Seleção de movimento

Agora para nos deslocarmos da sala de controlo para os diversos espaços de máquinas basta acedermos ao menu (clique botão lado direito do rato) e depois podemos seleccionar o local para onde nos queremos deslocar, ver Figura 24



Figura 24 - Seleção de local a visitar

Quando nos deslocamos, por exemplo para a casa dos motores principais, iremos obter primeiro uma imagem da sua disposição, Figura 25. Se clicarmos numa das caixas vermelhas podemos ir para essa posição ou então podemos clicar com o lado direito do rato e iremos para uma visão geral da casa, Figura 25.

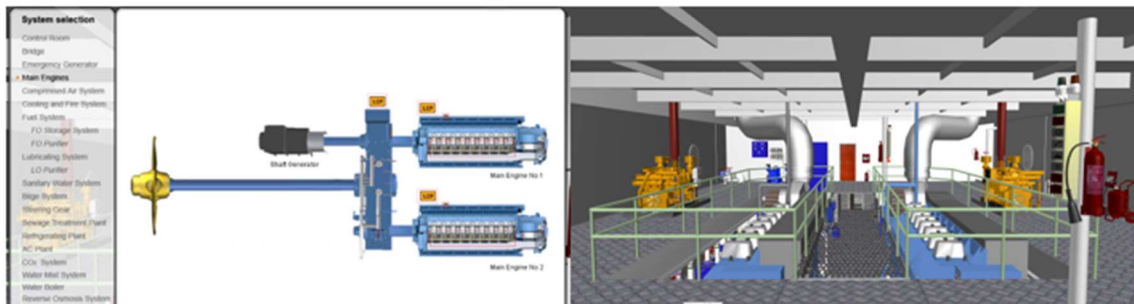


Figura 25 - Casa motores principais MER3D

Para depois operar qualquer que seja o equipamento (válvulas, betoneiras, seletores, ver Figura 26) basta clicar com o botão do lado esquerdo do rato ou num ecrã *touch* tocar onde se quer atuar.



Figura 26 - Atuar no ambiente de simulação

Por fim, temos o ambiente de simulação do último tipo de simuladores, os especiais, pertencentes á classe X. Nestes simuladores temos um ambiente de simulação, a duas dimensões e carregado com mais informação como podemos ver nas Figura 27 e Figura 28, e temos também mais opções de ajuste de parâmetros de funcionamento do motor.

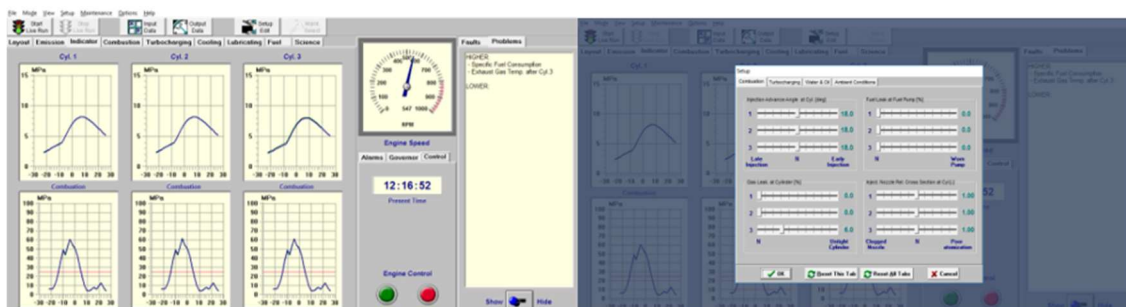


Figura 27 - Turbo Diesel 5

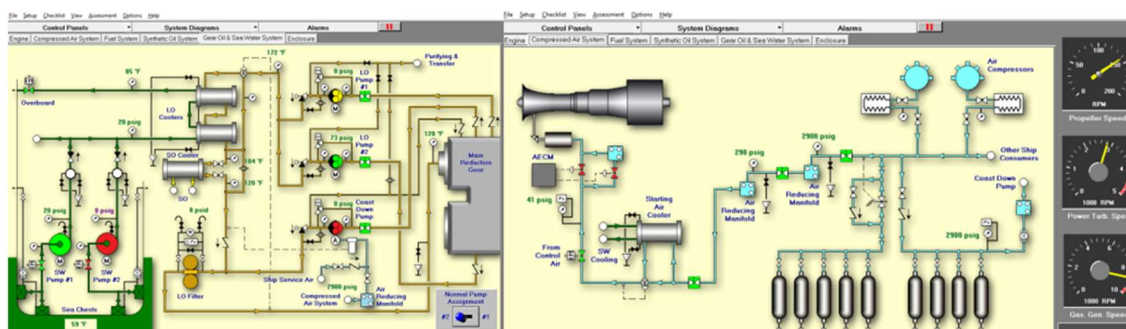


Figura 28 - Gas Turbine

3.2 Comparação das instalações dos simuladores com as dos navios

Uma das grandes vantagens que a simulação nos pode trazer é o contacto virtual com instalações semelhantes às reais, para que o conhecimento e experiência adquirido possa ser transferido para a realidade e aplicado em instalações reais. Para isso os diversos simuladores têm de ter um aspeto/ambiente de simulação semelhante á realidade, o que é mais notório nos simuladores a três dimensões que foram adquiridos como podemos verificar as parecenças na Figura 29, que é a consola de comando dos motores principais e respetivos alarmes, e na Figura 30, que é o quadro de controlo local de um gerador. Ambas as comparações efetuadas entre a instalação real a bordo do NRP Mondego e do simulador MER3D.



Figura 29 - Consola comando motores principais



Figura 30 - Quadro controlo local gerador

4. Necessidades do simulador no ensino da Escola Naval

O ensino na Escola Naval tem duas principais componentes, a componente académica e a componente militar. Focando-nos na componente académica, esta divide-se em outras duas componentes, a teórica e a prática.

A necessidade dos simuladores prende-se na formação de base académica dos alunos para dar apoio em diversas unidades curriculares, e poderão ser utilizados tanto na componente teórica como prática.

No ensino da Escola Naval já é utilizado um simulador de navegação, onde todos os cadetes têm uma componente prática de treino e preparação para o seu futuro, tendo os cadetes da classe de marinha um maior foco e período de utilização do mesmo.

No entanto, a componente prática e de familiarização de todos os cadetes da Escola Naval, com os sistemas de máquinas é reduzida, tendo estes durante o seu percurso académico uma reduzida experiência de operação de sistemas. A sua experiência reduz-se a embarques de fim de semana e de final de ano em que podem acompanhar e integrar a vida de bordo de um navio. No entanto, como possuem pouco conhecimento prático tornam-se menos produtivo do que o que poderia ser, uma vez que a maioria dos procedimentos das operações (arranque, condução, paragem e isolamento) são desconhecidos e abordados muito levemente na sua formação, que se foca essencialmente na preparação teórica sobre os diversos equipamentos, que claro não pode ser descorada.

Tomando em conta esta necessidade de aumentar o contacto e formação dos cadetes com sistemas e instalações de máquinas torna-se necessária escolher uma de várias opções possíveis:

- Laboratórios com vários equipamentos
- Visitas aos navios em que se operem os equipamentos
- Utilização de simuladores com consolas
- Utilização de simuladores baseados apenas em software

Tendo em vista estas opções acaba por se escolher aquela que se torna a mais viável, utilização de simuladores baseados apenas em software. Esta é aquela que oferece

o melhor relação custo/benefício, uma vez que é aquela que nos permite ter um maior número de sistemas para estudar e familiarizar, e permite que os cadetes tenham acesso a todo estes sistemas a qualquer momento. Não ficando dependentes de supervisão uma vez que se errarem na operação dos sistemas nunca ficam danificados, enquanto que em laboratórios com maquetes ou nos navios teriam sempre de ser supervisionados para que nada se danificasse. Ainda existe outra grande vantagem dos simuladores que é o estudo de funcionamento dos equipamentos com condições que queiramos impor, e podemos levar os equipamentos ao limite e à rutura sem qualquer tipo de preocupação de segurança.

Tendo este simulador sido adquirido pela Escola Naval é mais um recurso ao dispor da Marinha para a formação dos seus profissionais. Podendo este simulador ser acedido em qualquer computador desde que com ligação à rede de marinha.

Tomando em conta que podemos aceder ao simulador estando apenas ligados à rede de marinha cria-se a oportunidade do mesmo ser utilizado a bordo dos navios para formação e também integração de novos elementos na guarnição, que por exemplo nunca tiveram contacto com um determinado equipamento, e que existe a bordo e assim podem ter uma formação autónoma através deste simulador num módulo de CBT de um equipamento/sistema que não conhecem. Por forma a facilitar a sua integração e conhecimento do novo navio, não dispensando a passagem de serviço, mas facilitando-a e agilizando-a.

4.1 Unidades curriculares dos cursos da Escola Naval potenciais beneficiadoras da simulação

Nos cursos da Escola Naval existem diversas unidades curriculares que são potenciais beneficiadoras da aquisição dos simuladores de máquinas. Estas unidades curriculares são aquelas que nos seus objetivos programáticos, definidos nas fichas de unidade curricular (FUC), abordem maioritariamente sistemas de máquinas.

Algumas destas UC's são:

- Teoria do navio I a IV, na qual simuladores de instalações completas de um navio, ou seja, da classe A, serão os adequados para atingir os

objetivos destas UC.

- Refrigeração e ar condicionado, nesta UC o grande foco são instalações de refrigeração e de ar condicionado, abordando-se os princípios de funcionamento destas máquinas, as diferentes montagens de instalações deste tipo, o seu dimensionamento para um espaço, a sua operação. Pelo que nesta unidade curricular, o uso dos diferentes simuladores CBT sobre instalações frigoríficas e de ar condicionado, podem ser benéficos para a melhor perceção do seu funcionamento por parte dos cadetes que poderão usá-los no seu estudo.
- Sistemas pneumáticos e óleo-hidráulicos, para a qual a utilização de simuladores CBT que abordem sistemas óleo-hidráulicos, como os simuladores de diferentes sistemas de governo e de controlo do passo de hélices de passo variável. Estes simuladores poderão servir para estudar diferentes instalações de sistemas óleo-hidráulicos, comparando as e verificando as diferenças entre diferentes tipos de instalações com uma mesma função.
- Máquinas térmicas, para esta unidade curricular os simuladores de classe X, da qual foram adquiridos dois, um baseado em motores diesel e outro em turbinas a gás. Estes poderão ser uma mais-valia uma vez que permitem o estudo aprofundado do respetivo tipo de máquina, em diversos cenários e como são afetadas, permitem estudar as mais diversas falhas e suas consequências nos parâmetros de funcionamento por forma a serem detetadas, permitem ainda a realização de algumas tarefas de manutenção.

5. Proposta de integração dos simuladores no ensino da Escola Naval

5.1 Desenvolvimento de fichas de aula

Levando em conta as necessidades encontradas de aumento de contacto com os sistemas de bordo, e aprendizagem dos procedimentos de operação dos mesmos tem que se criar/desenvolver fichas de aula. Para a criação destas fichas de aula procurou-se os conteúdos programáticos encontrados das disciplinas nas FUC (Ficha de Unidade Curricular) de modo que se pudesse escolher o simulador correto a usar e o que proceder no mesmo, e procurou-se também definir como seriam realizadas estas aulas, em quantas horas, como seria introduzido o simulador, como se organizaria a turma no decorrer do uso do simulador.

Para auxiliar na criação de fichas de aula procurou-se contactar outras instituições que utilizassem o mesmo tipo de simuladores que a Escola Naval adquiriu por forma a saber da sua experiência e de como eles usavam os seus simuladores. Entramos em contacto com diversas instituições (escolas profissionais, institutos politécnicos e instituições de ensino superior) clientes de simuladores da UNITEST do mesmo tipo dos nossos, entre eles a Kalmar Maritime Academy na suécia, a LPM Maritime School em França, a MaritimeSoft na Alemanha, a Ship's Building College na Polónia, entre outras instituições, e conseguimos recolher vários contributos de profissionais dessas instituições que trabalham com os simuladores. Destes contactos, conseguiram-se alguns contributos dos quais se resume:

- Os simuladores devem de estar com acesso ilimitado 24/7 aos instruendos, neste caso aos cadetes
- Sentem que os instruendos reagem melhor aos simuladores se forem primeiro introduzidos a simuladores de instalações completas e apenas depois a simuladores de equipamentos específicos (CBT) que tendem a ser de operação mais complexa e morosa
- Relativamente a fazer avaliações com base nos simuladores, disseram utilizar simuladores da classe A para executarem avaliações, estas avaliações são sob a forma de trabalho/laboratório, o aluno tem de por exemplo começar com o simulador carregado com um ficheiro do instrutor

e tem de levá-lo até a um determinado estado, por exemplo começar com um navio morto e arrancar com os sistemas necessários a ter os motores propulsores prontos a engrenar. Para provarem que conseguiram realizar o trabalho tem de enviar para o professor o estado final da sua instalação, guardando o seu *setup*

- Quanto ao número de elementos por estação dividiram-se opiniões entre individualmente e em grupos de dois, no entanto concordaram que para aprender a operar o sistema em condições simples (sem falhas) é melhor individualmente pois existe o risco de um elemento não estar a perceber e só o outro executar. No entanto, quando são carregados cenários com falhas e tem problemas para resolver foi opinião geral que deve trabalhar em grupos de dois e até mesmo de três elementos, pois podem discutir entre si de forma a tentar solucionar os problemas, e nestas situações em grupo o resultado de aprendizagem tende a ser exponencialmente melhor do que se fosse realizado individualmente. (Ted Bågfeldt, 2021) ver Apêndice F – Contributos/Respostas Ted

Tendo em conta as condições e os contributos acima referidos e os conteúdos programáticos presentes na FUC de cada uma das unidades curriculares, criaram-se propostas de fichas de aula para as unidades curriculares de Teoria do Navio I, Teoria do Navio II e Máquinas Térmicas. As fichas de aula estão nos Apêndice A – Ficha de Aula - Familiarização com a instalação I, Apêndice B – Ficha de Aula - Familiarização com a instalação II e Apêndice C – Ficha de Aula - Operação motor propulsor- cálculo potência respetivamente.

A escolha das unidades curriculares de Teoria do Navio I e II, sendo ministrada no 1º ano durante o primeiro semestre e segundo semestre respetivamente, foi propositada com o intuito da introdução dos simuladores de máquinas a todos os alunos dos novos cursos da Escola Naval desde o início. Foi também propositadamente que se escolheu um simulador do tipo full-mission o MER3D, para a introdução à simulação de máquinas pois os contributos recolhidos sugerem ser a melhor forma de apresentar a simulação.

Para a unidade curricular de Teoria do Navio I, como tem nos seus objetivos de aprendizagem presentes na FUC compreender e utilizar nomenclatura naval portuguesa e

inglesa na descrição da plataforma, ser capaz de identificar, conhecer e operar os sistemas de engenharia. Criou-se uma ficha de aula, Apêndice A – Ficha de Aula - Familiarização com a instalação I, com intuito de dar a conhecer a disposição da plataforma, de forma a facilitar o alcançar dos objetivos de aprendizagem acima referidos. Para a realização desta ficha de aula propõem-se que como método avaliativo os alunos entreguem um relatório com as conclusões que obtiveram.

Para a disciplina de Teoria do Navio II procurou-se continuar com o uso do simulador previamente apresentado aos alunos, o MER3D. Um dos objetivos de aprendizagem presentes na FUC desta unidade curricular é “Ser capaz de operar e executar operações de manutenção básica da plataforma dos navios civis e militares”, para se atingir/verificar o atingimento deste objetivo propõem-se a ficha de aula, Apêndice B – Ficha de Aula - Familiarização com a instalação II, para a realização desta tarefa os alunos devem de se apoiar nas listas de verificação integradas nos simuladores, que indicam quais os valores que devem de ser verificados e qual o valor de referência. Para a verificação da realização da ficha de aula, que pode ser realizada como trabalho de casa, devem de realizar um pequeno relatório com as conclusões que atingirem.

Proponho uma terceira ficha de aula, para a unidade curricular de Máquinas Térmicas que é uma unidade curricular do 4º ano que tem os objetivos de aprendizagem focados nos motores alternativos, ciclos de trabalho, parâmetros de funcionamento. Para esta unidade curricular optou-se pela utilização de um simulador da classe X, especial, que foi o simulador Turbo Diesel 5. Para esta ficha de aula, Apêndice C – Ficha de Aula - Operação motor propulsor- cálculo potência, propõem-se que seja efetuado o cálculo da potência que o motor está a produzir, desta forma os alunos poderão ver como os conceitos teóricos aprendidos se aplicam a uma instalação real, e consolidam o seu conhecimento. Após cumprirem a ficha de aula deveram de realizar um pequeno relatório a descrever e explicar as conclusões retiradas e como foi efetuado o cálculo da potência do motor.

5.2 Implementação do simulador

Para a implementação do simulador é necessária uma sala dedicada ao mesmo, foi escolhida a sala nº31 do DCT (Departamento de Ciência e Tecnologia). Nesta sala foram

instaladas cinco estações de trabalho com os vários módulos dos simuladores instalados, quatro delas são para os alunos e uma para o instrutor, para facilitar a interação dos utilizadores com o simulador todas as estações foram equipadas com dois monitores *touch screen* (tela sensível ao toque). Esta sala está também equipada com um projetor multimédia, tela de projeção e um quadro de forma que o instrutor possa utilizar no decorrer das aulas para complementar a formação dos instruendos.

Em todas as estações estarão também afixados procedimentos das operações para o simulador MER3D que são os procedimentos necessários para as disciplinas de teoria do navio III e IV.

Também muito importante para que a implementação do simulador tenha sucesso será a acessibilidade a esta sala por parte dos cadetes a qualquer altura, 24/7.

6. Conclusão

6.1 Conclusões gerais

Como a presente dissertação incide-se maioritariamente sobre simuladores de máquinas, e sendo este um assunto que não é previamente abordado no ciclo de estudos, revelou-se desafiante e interessante a aprendizagem de todo um novo mundo que era desconhecido até então. Tendo numa fase inicial procurado e adquirido muito conhecimento acerca do mundo da simulação de máquinas, das suas capacidades e dos usos que têm.

No decorrer da dissertação consegui cumprir com o objetivo apontado inicialmente, tendo definido as necessidades de melhoria no ensino que os simuladores adquiridos permitiriam suprir, e com o a recolha de experiência de utilização deste tipo de simuladores por pessoas de instituições que já os usam foi nos possível propor metodologias e trabalhos de modo que se comece a integrar e utilizar estas novas ferramentas na formação dos futuros engenheiros da Marinha Portuguesa.

6.2 Lições aprendidas

A elaboração da permitiu aplicar conhecimentos de várias unidades curriculares do ciclo de estudos de Engenharia Naval – Ramo de Mecânica, o que permitiu cimentar e relembrar conteúdos aprendidos durante os cinco anos de curso. O trabalho desenvolvido obrigou o desenvolvimento do espírito crítico e ao ganho de capacidade de resolução de problemas que surgiram. Do mesmo modo permitiu aquisição de conhecimento sobre os vários sistemas de bordo uma vez que para se entender a operação do simulador e como os sistemas interagem foi necessário estudar os sistemas individualmente e apenas posteriormente em conjunto, permitiu ainda desenvolver os conhecimentos sobre a operação dos diversos sistemas de bordo.

6.3 Trabalhos futuros

Ao longo do trabalho desenvolvido existiram momentos em que surgiram dúvidas e problemas que levantaram outras hipóteses de trabalho que se consideram que seria benéfico serem estudadas e desenvolvidas.

Surgindo como propostas para trabalhos futuros a continuação do desenvolvimento e integração dos simuladores nas diversas unidades curriculares dos ciclos de estudos. Com a criação de mais listas de procedimentos para diversas operações, tais como listas de procedimentos para o combate a sinistros tais como incêndios, listas de procedimentos para o caso de falha total de energia, etc.

Para um trabalho futuro sugere-se também que se procure criar fichas de revisões que possam ser aplicadas antes de embarques de fim de semana e das viagens de instrução, pois seria uma mais valia para os cadetes irem com o seu conhecimento mais fresco e poderem tirar o maior proveito das poucas oportunidades que têm de manter contacto com a realidade dos navios.

Bibliografia

- Ait-Mokhtar, R. (1998). *Computer based laboratory simulation in maritime education*.
- Al-Sharyoufi, S. (1996). The utilization of engine room simulators for freshmen and career personnel : training and assessment. *WMU*.
- Cao, H., & Zhang, J. (2020). Cloud Model-Based Intelligent Evaluation Method in Marine Engine Room Simulator. *IEEEAccess*, 168502-168515.
- Cohen, E. G. (1994). Review of Educational Research. *Restructuring the Classroom: Conditions for Productive Small Groups*, pp. 1-35.
- DNV. (2017). *Standart - Maritime simulator systems*.
- Escola Naval. (n.d.). *FUC's - Ficha Unidades Curriculares (várias unidades curriculares)*.
- Hontvedt, M. (2015). Professional vision in simulated environments — Examining professional maritime pilots' performance of work tasks in a full-mission ship simulator. *Learning culture and social interaction* 7, 71-84.
- Internacional Transport Worker's Federation. (2002). *STCW-95: A Guide for Seafarers*. Londres: The Internacional Transport Worker's Federation.
- Kluj, S. (2001). *The relation between learning objectives and the appropriate simulator type*.
- Kluj, S. (2011). ICERS' Impact on Marie Engineering Training. *ICERS' Impact on Marie Engineering Training*.
- Muirhead, P. M. (2002). *A Study of impact of new tecnologia and teaching methodologias on global maritime education and training into the 21st century*.
- Muirhead, P. M. (2004). New Technology and Maritime Training in the 21st Century: Implications and Solutions for MET (Maritime education and training) Institutions. *WMU Journal of Maritime Affairs*, 139-158.
- Organization, I. -I. (2015). *Draft revised IMO model course on engine-room simulator - model course 2.07*. IMO.
- Panaitescu1, F.-V., & Panaitescu2, M. (n.d.). *Using Deck and Engine Room Simulators in the practical training of the Maritime University of Constanta graduate students and officers*.
- SIMUL8, C. (2021, Fevereiro 02). *What is simulation?* Retrieved from SIMUL8: <https://www.simul8.com/what-is-simulation>
- Ted Bågfældt. (2021, Junho). Maritime Simulators Use. (P. Rebelo, Interviewer)
- Tsoukalas, V., Papachristos, D., Tsoumas, N., & Mattheu, E. (2008). Marine Engineers Training: EducationalAssessment for an Engine Room Simulator. *WMU Journal of Maritime Affairs*, 429-448.

- UNITEST. (2010). *Medium speed engine room simulator MED3D*. Gdańsk Osowa - Poland: UNITEST.
- UNITEST. (2012). *Medium speed engine room simulator MER3D - User's manual*. Gdańsk Osowa - Poland: UNITEST.
- UNITEST. (2016). *High Voltage Diesel Electric Engine Room Simulator HV-DE3D - User's Manual*. Gdańsk Osowa - Poland: UNITEST.
- UNITEST. (2020). *Management Level Simulator - TD5 - User's Manual*. Gdańsk Osowa - Poland: Unitest.
- UNITEST. (2020). *Medium speed engine room simulator PSV3D*. Gdańsk Osowa - Poland: UNITEST.
- UNITEST. (n.d.). *Maritime training software engineering CBT - Operator's handbook - Parte 1-10*. Gdańsk Osowa - Poland: UNITEST.
- UNITEST. (n.d.). *MS engine room simulator - User's manual*. Gdańsk Osowa - Poland: UNITEST.
- UNITEST, M. S. (2021, Maio 27). *Unitest Marine Simulators Ltd*. Retrieved from https://www.unitest.pl/?page_id=47

Apêndices

Apêndice A – Ficha de Aula - Familiarização com a instalação I



Ficha de Aula Simulador de Máquinas

Unidade curricular	Teoria de navio I
Título da aula	Familiarização com a instalação I
Tarefa	Representar/traçar a distribuição dos equipamentos e encanamentos no espaço de máquinas
Competência	Operar os sistemas de máquinas principais e auxiliares
Requisitos	-----
Tempos necessários	2 horas
Organização da aula	Os alunos trabalham individualmente com o objetivo de desenharem/traçarem a disposição dos componentes da instalação de máquinas de um navio, máquinas e encanamentos, com recurso aos diagramas do simulador
Simulador a utilizar	MER3D
Condições iniciais do simulador	Dead ship - Navio morto
Objetivo a alcançar	Este exercício permite alcançar os seguintes objetivos: -perceber como é construída/disposição da instalação -perceber quais os equipamentos/máquinas que constituem a instalação -perceber quais as ligações entre os diversos equipamentos que constituem a instalação -perceber o significado das diferentes linhas que representam os encanamentos
Briefing (dado pelo responsável da aula)	Explicar brevemente o seguinte: -que esta aula tem o objetivo de dar a conhecer a construção da instalação de um navio e conhecimento básico para a sua operação -explicar a organização para esta aula (acima na ficha de aula) - a instalação é constituída essencialmente pelas máquinas principais(propulsoras), pelas máquinas de produção de energia e por sistemas auxiliares -a importância de compreender as tarefas das diferentes máquinas, e que máquinas estão associadas a cada sistema -a importância de compreender como os diferentes sistemas estão interligados pelos encanamentos

Ficha de Aula Simulador de Máquinas



Implementação	<p>Tarefas a realizar pelos alunos:</p> <ul style="list-style-type: none">-traçar as máquinas propulsoras e os sistemas auxiliares associados, tais como, fornecimentos de combustível, fornecimento de óleo de lubrificação, circulação de água de refrigeração, com os tanques associados, sistema de admissão de ar e de evacuação de gases, válvulas principais, pré aquecedores, permutadores de calor da água de refrigeração-traçar o sistema de produção de energia, geradores, fornecimento de combustível, água de refrigeração, válvulas principais, bombas - traçar o sistema de combustível (fornecimento e tratamento), tanques, válvulas, bombas, centrifugadores-traçar o sistema de arrefecimento de água doce com água do mar, com tanques, válvulas principais, bombas, permutadores de calor, gerador de água doce-traçar o sistema de ar comprimido, compressores, reservatórios, válvulas principais-traçar sistema de tratamento de esgoto, com separador de águas oleosas, bombas, válvulas-traçar o sistema de tratamento de águas negras, instalação de tratamento, encanamentos, tanques e ligação sistema de água do mar
Debriefing (dado pelos alunos)	<p>Os alunos devem de apresentar as conclusões relativas a:</p> <ul style="list-style-type: none">-funções e características dos diferentes tipos de encanamentos e com os identificar-funções e características dos tanques, particularmente do tanque de expansão de água doce no sistema de aquecimento de água-diferentes tipos de válvulas instaladas nos diversos encanamentos- diferenças entre controlo local, controlo remoto e controlo automático

Apêndice B – Ficha de Aula - Familiarização com a instalação II

Ficha de Aula Simulador de Máquinas



Unidade curricular	Teoria de navio II
Título da aula	Familiarização com a instalação II
Tarefa	Operar/utilizar os sistemas de instrumentação para monitorar os parâmetros de funcionamento da instalação
Competência	Operar sistemas de máquinas principais e auxiliares e sistemas de controlo associados
Requisitos	Noções básicas de procedimentos de operação
Tempos necessários	2 horas
Organização da aula	Os alunos trabalham em pares, e realizam leituras e executam listas de verificação de parâmetros de funcionamento e colocam o navio em estado de navegação, observam os parâmetros de funcionamento dos sistemas, tanto na consola de controlo como nos diagramas e nos quadros da instalação
Simulador a utilizar	MER3D
Condições iniciais do simulador	ME ready for start - Motores prontos a arrancar
Objetivo a alcançar	Este exercício permite alcançar os seguintes objetivos: -conhecer os nomes e funções da instrumentação usados para indicar os parâmetros de funcionamento e estado de operação da instalação - perceber a diferença entre instrumentação analógica e digital, vantagens e desvantagens -familiarizar-se com leitura da instrumentação e das unidades de medida
Briefing (dado pelo responsável da aula)	Explicar brevemente o seguinte: -esta aula tem como objetivo dar a conhecer a instrumentação a utilizada na instalação -explicar a organização para esta aula (acima na ficha de aula) - perceber a importância da correta leitura dos valores na instrumentação de forma a proporcionar o correto julgamento das condições da instalação
Implementação	Iniciar a simulação colocando o simulador com os motores prontos a arrancar - ME ready for start: - os alunos deverão ir para os ecrãs das diversas casas de máquinas e verificar os valores na instrumentação com recurso a listas de verificação - seguida devem de aceder à sala de comando e devem de ler valores na instrumentação presente na sala de comando validando os valores anteriormente recolhidos - concluídas as listas de verificação podem arrancar o motor propulsor e operar com a alavancas de comando, devem de observar as curvas do motor diesel e o diagrama p/v do motor diesel no ecrã da sala de controlo de monitorização do sistema

Ficha de Aula Simulador de Máquinas



Debriefing (dado pelos alunos)	<p>Os alunos devem de apresentar as conclusões relativas a:</p> <ul style="list-style-type: none">- que praticamente todos os valores de funcionamento podem ser controlados no sistema de controlo na sala de controlo- que existem pequenas diferenças entre os valores lidos nos instrumentos instalados nas casas de máquinas e nos valores obtidos na sala de comando- reter a importância de lembrar valores aproximados dos diversos parâmetros de funcionamento do sistema
--------------------------------	--

Apêndice C – Ficha de Aula - Operação motor propulsor- cálculo potência

Ficha de Aula Simulador de Máquinas



Unidade curricular	Máquinas Térmicas
Título da aula	Operação do motor propulsor - cálculo potência
Tarefa	Determinação da potência produzida num cilindro
Competência	Análise de performance do motor diesel
Requisitos	Conhecimento de características de motores diesel
Tempos necessários	2 horas
Organização da aula	Os alunos deveram de trabalhar em grupos de 3-4, individualmente escolhem um regime de funcionamento para o motor, deixam estabilizar durante 5 minutos e efetuam a recolha de dados seguindo a lista dos valores necessários ao cálculo da potência produzida em cada cilindro, que será comparado com o valor lido no próprio simulador
Simulador a utilizar	TDS
Condições iniciais do simulador	Em funcionamento
Objetivo a alcançar	Este exercício permite alcançar os seguintes objetivos: -perceber o significado da área do diagrama p/v e da pressão média efetiva -perceber como obter a pressão média efetiva -perceber como calcular a potência de um motor com recurso à pressão média efetiva
Briefing (dado pelo responsável da aula)	Explicar brevemente o seguinte: -organização da aula -explicar como obter o diagrama p/v a partir do simulador -relembrar como obter a pressão média efetiva a partir do diagrama p/v
Implementação	O instrutor cria os grupos, cada grupo efetua os seguintes passos: -arrancar com o simulador -operar com o motor para o regime de funcionamento pretendido (25%, 50%, 75% e 100%), para cada membro do grupo -coletar os dados em cada regime escolhido, aguardar 5 minutos para os valores estabilizarem, um regime por aluno -fotografar o diagrama p/v obtido no sistema -proceder ao aumento do regime e o próximo membro do grupo repete os passos acima -obter a pressão média efetiva -calcular a potência de um cilindro
Debriefing (dado pelos alunos)	Os alunos devem de apresentar as conclusões relativas a: -resumo dos procedimentos efetuados -como obtiveram os diagramas p/v -como o diagrama p/v pode ser usado a bordo dos navios para gerir os motores diesel

Apêndice D – Procedimentos de arranque do gerador a partir da situação de navio morto (Dead Ship)

Procedimento de Arranque do Gerador a Partir da Situação de Navio "Morto" (Dead Ship)



	Localização	Ação / Tarefas			
		Equipamento	Estado / Seleção	Por Efetuar	Efetuada
Preparação sistema de refrigeração de água Prepare cooling water system					
1	Sistema de Arrefecimento e de Incêndios Cooling and Fire System	Válvula de entrada filtro da caixa de mar lateral Side sea chest valve before the filter	ABERTA OPEN		
2		Válvula de saída do filtro da caixa de mar lateral Side sea chest valve after the filter	ABERTA OPEN		
3		Bomba aux água mar nº1, válvula admissão Aux SW Pump No 1 suction valve	ABERTA OPEN		
4		Bomba aux água do mar nº1, válvula de descarga Aux SW Pump No 1 discharge valve	ABERTA OPEN		
5		Bomba aux água mar nº2, válvula admissão Aux SW Pump No 2 suction valve	ABERTA OPEN		
6		Bomba aux água do mar nº2, válvula de descarga Aux SW Pump No 2 discharge valve	ABERTA OPEN		
7		Permutador de calor aux nº1, válvula entrada Aux Cooler No 1 SW inlet valve	ABERTA OPEN		
8		Permutador de calor aux nº1, válvula de saída Aux Cooler No 1 SW outlet valve	ABERTA OPEN		
9		Permutador de calor aux nº2, válvula entrada Aux Cooler No 2 SW inlet valve	ABERTA OPEN		
10		Permutador de calor aux nº2, válvula de saída Aux Cooler No 2 SW outlet valve	ABERTA OPEN		
11		Permutadores de calor aux, válvula de descarga fora do navio Aux Coolers SW overboard valve	ABERTA OPEN		
12		Bomba de água doce aux nº1, válvula admissão Aux FW Pump No 1 suction valve	ABERTA OPEN		
13		Bomba de água doce aux nº1, válvula de saída Aux FW Pump No 1 discharge valve	ABERTA OPEN		
14		Bomba de água doce aux nº2, válvula admissão Aux FW Pump No 2 suction valve	ABERTA OPEN		

Procedimento de Arranque do Gerador a Partir da Situação de Navio "Morto" (Dead Ship)



15		Bomba de água doce aux nº2, válvula de saída Aux FW Pump No 2 discharge valve	ABERTA OPEN		
16		Permutador de calor aux de água doce nº1, válvula de admissão Aux Cooler No 1 FW inlet valve	ABERTA OPEN		
17		Permutador de calor aux de água doce nº1, válvula de saída Aux Cooler No 1 FW outlet valve	ABERTA OPEN		
18		Permutador de calor aux de água doce nº2, válvula de admissão Aux Cooler No 2 FW inlet valve	ABERTA OPEN		
19		Permutador de calor aux de água doce nº2, válvula de saída Aux Cooler No 2 FW outlet valve	ABERTA OPEN		
20		Tanque de compensação de água doce aux, válvula de saída Aux FW Expansion Tank outlet valve	ABERTA OPEN		
21		Gerador nº1, válvula entrada água refrigeração DG 1 cooling water inlet valve	ABERTA OPEN		
22		Gerador nº1, válvula saída água refrigeração DG 1 cooling water outlet valve	ABERTA OPEN		
23		Gerador nº2, válvula entrada água refrigeração DG 2 cooling water inlet valve	ABERTA OPEN		
24		Gerador nº2, válvula saída água refrigeração DG 2 cooling water outlet valve	ABERTA OPEN		
25	Sala de Comando	Seletor stand-by das bombas de água do mar aux Aux SW Cooling Pumps stand-by switch	PUMP No 1 STAND-BY		
26	Control Room	Seletor stand-by das bombas de água doce aux Aux FW Cooling Pumps stand-by switch	PUMP No 1 STAND-BY		
Preparação sistema ar comprimido Prepare compressed air system					
1		Compressor nº1, válvula descarga Air Compressor No 1 discharge valve	ABERTA OPEN		
2		Compressor nº2, válvula descarga Air Compressor No 2 discharge valve	ABERTA OPEN		
3		Reservatório principal, válvula entrada Main Air Receiver refilling valve	ABERTA OPEN		
4		Reservatório aux, válvula entrada Aux Air Receiver refilling valve	ABERTA OPEN		
5		Compressor nº1, seletor modo operação Air Compressor No 1 mode switch	AUTO		

Procedimento de Arranque do Gerador a Partir da Situação de Navio "Morto" (Dead Ship)



6	Sistema Ar Comprimido	Compressor nº2, seletor modo operação Air Compressor No 2 mode switch	AUTO			
7		Reservatório auxiliar, válvula de purga Aux Air Receiver drain valve	ABERTA OPEN			
8		Reservatório auxiliar, válvula de purga Aux Air Receiver drain valve	FECHADA CLOSED			
9		Reservatório principal, válvula fornecimento ao gerador Main Air Receiver outlet valve to DG	ABERTA OPEN			
10		Reservatório principal, válvula fornecimento aos receptores Main Air Receiver outlet valve to receivers	ABERTA OPEN			
11		Compressed Air System	Reservatório auxiliar, válvula fornecimento do gerador Aux Air Receiver outlet valve to DG	ABERTA OPEN		
12			Reservatório auxiliar, válvula fornecimento aos receptores Aux Air Receiver outlet valve to receivers	ABERTA OPEN		
13			Reservatório principal, válvula de purga Main Air Receiver drain valve	ABERTA OPEN		
14			Reservatório principal, válvula de purga Main Air Receiver drain valve	FECHADA CLOSED		
15			Gerador 1, válvula admissão ar comprimido DG1 compressed air inlet valve	ABERTA OPEN		
16			Gerador 2, válvula admissão ar comprimido DG2 compressed air inlet valve	ABERTA OPEN		
Preparação Sistema de Combustível Prepare Fuel System						
1		Sistema de combustível	Tanque de combustível de serviço de BB, válvula de alimentação do GE1 e Caldeira PS FO Service Tank outlet valve to DG 1 & Water Boiler	ABERTA OPEN		
2			Tanque de combustível de serviço de BB, válvula de alimentação do GE2 PS FO Service Tank outlet valve to DG 2	ABERTA OPEN		
3			Tanque de combustível de serviço de EB, válvula de alimentação GE1 e Caldeira SB FO Service Tank outlet valve to DG 1 & Water Boiler	ABERTA OPEN		
4			Tanque de combustível de serviço de EB, válvula de alimentação do GE2 SB FO Service Tank outlet valve to DG 2	ABERTA OPEN		

Procedimento de Arranque do Gerador a Partir da Situação de Navio "Morto" (Dead Ship)



5		GE 1, válvula de entrada combustível DG 1 FO inlet valve	ABERTA OPEN		
6		GE 1, válvula saída combustível DG 1 FO outlet valve	ABERTA OPEN		
7		GE 2, válvula de entrada combustível DG 2 FO inlet valve	ABERTA OPEN		
8		GE 2, válvula saída combustível DG 2 FO outlet valve	ABERTA OPEN		
Arranque em Local do GE 1 DG 1 Local Start					
1	Sistema de Lubrificação Lubricating System	Verificar nível do óleo no cárter do GE 1 Check oil level in DG1 LO Sump			
2		Seletor modo operação GE 1 DG 1 mode switch	LOCAL		
3	GE 1 Painel de Comando local DG 1 Local Control Panel	GE 1 botão de RESET deve de ser pressionado por alguns segundos DG1 RESET button should be PRESSED for a few seconds			
4		GE 1 botão de START (Arranque) deve de ser pressionado por alguns segundos DG1 START button should be PRESSED for a few seconds			
5		GE 1 seletor pré-aquecimento DG 1 Standstill heating	LIGADO ON		
6	Sala de Comando Control Room	Seletor Ligação a terra Shore Connection switch	DESLIGADO OFF		
7		Botão de ligação ao barramento do GE 1 deve de ser pressionado por alguns segundos DG 1 gen. breaker button should be PRESSED for a few seconds			

Apêndice E – Procedimentos de arranque sistemas auxiliares

Procedimentos de Arranque e de Preparação dos
Sistemas Auxiliares



Hidróforo Hydrophore					
	Localização	Ação		Tarefa	
		Equipamento	Estado / Seleção	Por executar	Executado
1		Válvula descarga do tanque de água doce nº1 Fresh Water Tank No 1 outlet valve	ABERTA OPEN		
2		Válvula aspiração bomba nº1 do hidróforo Hydrophore Pump No 1 suction valve	ABERTA OPEN		
3		Válvula descarga bomba nº1 do hidróforo Hydrophore Pump No 1 discharge valve	ABERTA OPEN		
4		Válvula aspiração bomba nº2 do hidróforo Hydrophore Pump No 2 suction valve	ABERTA OPEN		
5		Válvula descarga bomba nº2 do hidróforo Hydrophore Pump No 2 discharge valve	ABERTA OPEN		
6		Válvula admissão hidróforo nº1 Hydrophore No 1 inlet valve	ABERTA OPEN		
7		Seletor fornecimento elétrico Power Supply switch	LIGADO ON		
8		Seletor modo da bomba nº1 do hidróforo Hydrophore Pump No 1 control switch	LIGADO ON		
9		Aguardar até o nível de água atingir o valor mínimo no hidróforo nº1 Wait until water level in Hydrophore No 1 reaches MIN value			
10		Seletor modo da bomba nº1 do hidróforo Hydrophore Pump No 1 control switch	DESLIGADO OFF		
11		Válvula admissão ar do hidróforo nº1 Hydrophore No 1 air inlet valve	ABERTA OPEN		
12		Aguardar até pressão no hidróforo atingir os 0.3MPa Wait until pressure in Hydrophore No 1 reaches 0.3 MPa			
13		Seletor de modo da bomba nº2 do hidróforo Hydrophore Pump No 2 control switch	AUTO		
14		Válvula de admissão hidróforo nº1 Hydrophore No 2 inlet valve	ABERTA OPEN		

Procedimentos de Arranque e de Preparação dos
Sistemas Auxiliares



15	Seletor modo da bomba nº2 do hidróforo Hydrophore Pump No 2 control switch	LIGADO ON		
16	Aguardar até o nível de água atingir o valor mínimo no hidróforo nº2 Wait until water level in Hydrophore No 2 reaches MIN value			
17	Seletor modo da bomba nº2 do hidróforo Hydrophore Pump No 2 control switch	DESLIGADO OFF		
18	Válvula admissão ar do hidróforo nº2 Hydrophore No 2 air inlet valve	ABERTA OPEN		
19	Aguardar até pressão no hidróforo atingir os 0.3MPa Wait until pressure in Hydrophore No 1 reaches 0.3 MPa			
20	Seletores modo das bombas do hidróforo nº1 e 2 Hydrophore Pumps No 1 and 2 control switch	AUTO		
21	Válvula saída hidróforo nº2 Hydrophore No 2 outlet valve	ABERTA OPEN		
22	Válvula saída hidróforo nº1 Hydrophore No 1 outlet valve	ABERTA OPEN		
23	Válvula entrada na lâmpada UV UV Lamp inlet valve	ABERTA OPEN		
24	Válvula saída lâmpada Uv UV Lamp outlet valve	ABERTA OPEN		
25	Válvula de aspiração da bomba de circulação de água quente Hot Water Circulation Pump suction	ABERTA OPEN		
26	Válvula de descarga da bomba de circulação de água quente Hot Water Circulation Pump discharge valve	ABERTA OPEN		
27	Válvula de entrada de água na caldeira nº1 Water Heater No 1 inlet valve	ABERTA OPEN		
28	Válvula de entrada de água(da bomba de recirculação) na caldeira nº1 Water Heater No 1 inlet valve (from circulation pump)	ABERTA OPEN		

Procedimentos de Arranque e de Preparação dos
Sistemas Auxiliares



29	Válvula saída caldeira nº1 Water Heater No 1 outlet valve	ABERTA OPEN		
30	Válvula de entrada de água na caldeira nº2 Water Heater No 2 inlet valve	ABERTA OPEN		
31	Válvula de entrada de água(da bomba de recirculação) na caldeira nº2 Water Heater No 2 inlet valve (from circulation pump)	ABERTA OPEN		
32	Válvula saída caldeira nº2 Water Heater No 2 outlet valve	ABERTA OPEN		
33	Seletor modo da bomba de circulação de água quente Hot Water Circulation Pump switch	ON		
34	Seletor modo da lâmpada UV UV Lamp switch	ON		

Procedimentos de Arranque e de Preparação dos
Sistemas Auxiliares



Caldeira Water Boiler					
	Localização	Ação		Tarefa	
		Equipamento	Estado / Seleção	Por executar	Executado
1		Verificar nível mínimo de água no tanque de água por gravidade para a caldeirinha Check minimum level water in Water Boiler Gravity Tank			
2	Caldeirinha Water boiler	Válvula de aspiração da bomba de circulação de água quente Water Boiler Circulation Pump suction valve	ABERTA OPEN		
3		Válvula descarga da bomba de circulação de água quente Water Boiler Circulation Pump discharge valve	ABERTA OPEN		
4		Válvula admissão de combustível para o queimador da caldeirinha Water Boiler Burner FO inlet valve	ABERTA OPEN		
5		Seletor alimentação elétrica Power Supply switch	ON		
6	Painel controlo - caldeirinha Water boiler – control panel	Botão de RESET deve de ser premido por alguns segundos RESET button should be PRESSED for a few seconds			
7		Seletor modo da bomba de circulação Circulation Pump mode switch	ON		
8		Seletor de modo do queimador Burner mode switch	AUTO		

Procedimentos de Arranque e de Preparação dos
Sistemas Auxiliares



Separador de águas oleosas (SAO) Oil Water Separator (OWS)					
	Localização	Ação		Tarefa	
		Equipamento	Estado / Seleção	Por executar	Executado
1	Sistema de Esgoto Bilge System	Válvula de descarga do tanque de resíduos para o SAO Bilge tank outlet to OWS valve	ABERTA OPEN		
2		Válvula de entrada do SAO OWS water inlet valve	ABERTA OPEN		
3		Válvula de transbordo do SAO OWS overboard valve	ABERTA OPEN		
4	Painel de controlo - Separador Águas Oleosas	Seletor principal do SAO OWS Main switch	ON		
5	Separator – Control Panel	Aquecedor do SAO OWS heater	ON		

Procedimentos de Arranque e de Preparação dos
Sistemas Auxiliares



Instalação de Ar Condicionado Air Conditioning Plant					
	Localização	Ação		Tarefa	
		Equipamento	Estado / Seleção	Por executar	Executado
1	Instalação AC A/C Plant	Válvula entrada água no condensador Cooling water inlet valve to condenser	ABERTA OPEN		
2		Válvula saída água do condensador Cooling water outlet valve from condenser	ABERTA OPEN		
3		Válvula de By-pass da água para o condensador Condenser cooling water by-pass valve	FECHADA CLOSED		
4		Válvula de admissão de água no humidificador Water inlet valve to humidifier	ABERTA OPEN		
5		Válvula de admissão de água quente no aquecedor Hot water inlet valve to heater	ABERTA OPEN		
6		Válvula da água quente para o reaquecedor Hot water valve to reheater	ABERTA OPEN		
7		Taxa de ar recirculado deve ser colocada na posição de 25% Air recirculation should be set to position 25% open			
8		Fazer o RESET manual ao disjuntor de segurança de alta pressão dos compressores premindendo-o Manual reset on compressors high press safety cut-out switch should be pressed			
9		Sietetor principal de alimentação da UTA AHU main switch	ON		

Procedimentos de Arranque e de Preparação dos
Sistemas Auxiliares



10		Seletro principal do compressor Compressor main switch	ON		
11	Painel de Controlo Control Panel	Compressores devem de ser colocados em operação automática: a) Premir botão COMPR F1 no PLC MENU b) Premir botão AUTO F3 no PLC MENU Compressor should be set to automatic operation : a) COMPR F1 button on PLC MENU should be pressed b) AUTO F3 button on PLC MENU should be pressed			
12		Ligar a Unidade Tratamento Ar (UTA) a) Botão principal no PLC MENU b) Premir o botão AHU F2 no PLC MENU c) Premir START F1 no PLC MENU Air Handling Unit AHU should be switch On: a) Main button on PLC MENU b) AHU F2 button on PLC MENU should be pressed c) START F1 button on PLC MENU should be pressed			

Procedimentos de Arranque e de Preparação dos
Sistemas Auxiliares



Instalação de Refrigeração Refrigerating Plant					
	Localização	Ação		Tarefa	
		Equipamento	Estado / Seleção	Por executar	Executado
1	Instalação de Refrigeração Refrigerating Plant	Válvula entrada água condensador nº1 Condenser No 1 cooling water inlet valve	ABERTA OPEN		
2		Válvula saída água do condensador nº1 Condenser No 1 cooling water outlet valve	ABERTA OPEN		
3		Válvula de ventilação do condensador nº1 Condenser No 1 vent valve	ABERTA OPEN		
4		Válvula de ventilação do condensador nº1 Condenser No 1 vent valve	FECHADA CLOSED		
5		Válvula descarga compresso nº1 Refrigerating compressor No 1 discharge valve	ABERTA OPEN		
6		Válvula de retorno do óleo do compressor nº1 Refrigerating compressor No 1 oil return valve	ABERTA OPEN		
7		Válvula de entrada no secador Dehydrator inlet valve	ABERTA OPEN		
8		Válvula saída do secador Dehydrator outlet valve	ABERTA OPEN		
9		Válvula de by-pass ao secador Dehydrator by-pass valve	FECHADA CLOSED		
10		Todas as válvulas antes da camara da carne/peixe All valve before meat/fish chamber	ABERTA OPEN		
11		Todas as válvulas antes da camara dos vegetais All valve before vegetables chamber	ABERTA OPEN		
12		Todas as válvulas antes da camara dos laticínios All valve before dairy chamber	ABERTA OPEN		
13		Todas as válvulas antes da camara dos secos All valve before dry provision chamber	ABERTA OPEN		

Procedimentos de Arranque e de Preparação dos
Sistemas Auxiliares



14	Painel de Controlo Control Panel	Seletor principal da instalação de refrigeração no painel de controlo Main switch on refrigerating plant control panel	ABERTA OPEN		
15		Seletor Pré aquecimento compressor nº1 Compressor No 1 standstill heating switch	ON		
16		Seletor carga do compressor nº1 Compressor No 1 capacity control switch	AUTO		
17		Seletor modo funcionamento compressor nº1 Compressor No 1 switch	ON		
18		Realizar o reset aos disjuntores de segurança de alta pressão dos compressores Manual reset on compressors high press safety cut-out switch should be pressed			
19		Seletor da ventilação da camara de carne e peixe Meat and fish chamber freezing fan switch should	ON		
20		Seletor ventilação cmara dos vegetais Vegetables chamber freezing fan switch	ON		
21		Seletor ventilação camara laticínios Dairy chamber freezing fan switch	ON		
22		Seletor ventilação camara secos Dry provision chamber freezing fan switch	ON		
23		Válvula de aspiração do compressor nº1 deve de ser aberta gradualmente e lentamente Refrigerating compressor No 1 suction valve should be slowly OPEN	ABERTA OPEN		
24		Válvula de saída do refrigerante do condensador nº1 Condenser No 1 refrigerant outlet valve	ABERTA OPEN		

Procedimentos de Arranque e de Preparação dos
Sistemas Auxiliares



Instalação de Tratamento de Esgotos Sewage Treatment Plant					
	Localização	Ação		Tarefa	
		Equipamento	Estado / Seleção	Por executar	Executado
1	Tanque de esgoto Sewage Tank	Válvula de entrada da bomba do ejetor Ejector pump inlet valve	ABERTA OPEN		
2		Válvula entrada ejetor Ejector inlet valve	ABERTA OPEN		
3		Válvula das águas negras de entrada no tanque Black water inlet valve to sewage tank valve	ABERTA OPEN		
4		Todas as válvulas de saída do sistema de águas negras All black water outlet valves from system	ABERTA OPEN		
5		Válvula de saída da bomba do ejetor para a estação de tratamento Ejector pump outlet valve to sewage unit	ABERTA OPEN		
6	Painel de controlo do tanque de esgoto Sewage Tank Control Panel	Seletor principal Main switch	ON		
7		Premir o botão de confirmação dos alarmes durante alguns segundos Alarm confirmation button should be PRESSED for a few seconds			
8		Seletor controlo modo da bomba do ejetor Ejector pump control switch	AUTO		
9	Painel de controlo da estação de tratamento biológico Biological Sewage Treatment Plant - Control Panel	Seletor principal Main switch	ON		
10	Sistema de Arrefecimento Cooling System	Válvula de aspiração da bomba de incêndios nº1 Fire pump no 1 suction valve	ABERTA OPEN		
11		Válvula de saída da bomba de incêndios nº1 Fire pump no 1 discharge valve	ABERTA OPEN		
12		Seletor bomba de incêndio nº1 Fire pump no 1	ON		

Procedimentos de Arranque e de Preparação dos
Sistemas Auxiliares



13	Estação tratamento de esgotos	Válvula da camara de desinfecção Disinfection chamber valve	ABERTA OPEN			
14		Válvula de entrada da bomba de descarga Discharge pump inlet valve	ABERTA OPEN			
15		Válvula de descarga da bomba de descarga Discharge pump outlet valve	ABERTA OPEN			
16		Válvula de transbordo da estação de tratamento Sewage overboard valve	ABERTA OPEN			
17		Sewage Treatment Plant	Válvula de entrada de ar da camara de repouso Settling chamber air inlet valve	ABERTA OPEN		
18			Válvula de entrada de ar na camara 1 de aeração Aeration chamber 1 air inlet valve	ABERTA OPEN		
19	Válvula de entrada de ar na camara 2 de aeração Aeration chamber 2 air inlet valve should be OPEN		ABERTA OPEN			
20	Painel de controlo da Estação tratamento de esgotos Sewage	Seletor controlo de modo do soprador Blower control switch	AUTO			
21		Seletor controlo modo de operação bomba de descarga Discharge pump control switch	AUTO			
22	Treatment Plant - Control Panel	Seletor de modo de operação da bomba de cloração Chlorination pump control switch	AUTO			

Procedimentos de Arranque e de Preparação dos
Sistemas Auxiliares



Osmosse Inversa Reverse Osmosis System						
	Localização	Ação		Tarefa		
		Equipamento	Estado / Seleção	Por executar	Executado	
1	Instalação de Osmosse Inversa	Válvula entrada água do mar Sea water inlet valve	ABERTA OPEN			
2		Válvula de entrada de 3 vias, deve de estar na posição - da água do mar (em que a bomba de alimentação do sistema está alimentada com água do mar) 3-way inlet valve should be set to position - from SW inlet (should connect feed pump with sea water supply source)				
3		Regulador de contrapressão aberto a 100% Back Pressure Regulator should be OPEN (100% open)	ABERTA 100% OPEN			
4		Válvula de 3 vias de descarga na posição - borda fora (do regulador de contrapressão para a ligação para fora do navio) 3-way outlet valve should be set to position - Overboard (from the Back Pressure Regulator to the Overboard Connection)				
5		CUIDADO: Falha na abertura de todas as linhas de e para o sistema de tratamento irá resultar em danos imediatos aos sistema no arranque. CAUTION: Failure to open all lines to and from the Sea Recovery System will result in immediate damage to the Sea Recovery System at start up.				
6		Válvula de saída da osmosse inversa RO system outlet valve	ABERTA OPEN			
7		Válvula de entrada no tanque de água doce nº1 FW Tank No 1	ABERTA OPEN			
8		Seletor do modo de opração da bomba de alimentação Feed Pump mode switch	AUTO			
9		Reverse Osmosis System	Botão de arranque/start deve de ser premido durante alguns segundos START button should be PRESSED for a few seconds			

Procedimentos de Arranque e de Preparação dos
Sistemas Auxiliares



10	<p>Quando o fluxo de água de alimentação for adequado cerca de 40 l / min, aumentar lentamente a pressão no sistema (após a bomba de alta pressão) atuando no regulador de contrapressão até atingir a pressão de 4,2 MPa.</p> <p>When feed water flow will be proper about 40 l/min, slowly increase the pressure in the system (after high pressure pump) by turning the Back Pressure Regulator until pressure of 4.2 MPa is achieved.</p>			
11	<p>Continue ajustando o regulador de contrapressão lentamente até que a pressão esteja entre 5,2 e 5,6 MPa. Nunca operar o sistema acima de 6 MPa.</p> <p>Continue adjusting the Back Pressure Regulator Valve slowly until pressure reaches 5.2 to 5.6 MPa. Do not operate the system above 6 MPa.</p>			
12	<p>NOTA: O sistema funcionando, devidamente interconectado e pressurizado, pode não produzir Água "Potável" até 30 minutos após o arranque.</p> <p>NOTE: The system running, properly interconnected and pressurized, may not produce "Potable" Produced Water for up to 30 minutes after start.</p>			

Procedimentos de Arranque e de Preparação dos
Sistemas Auxiliares



Sistema de água nebulizada Water Mist System					
	Localização	Ação		Tarefa	
		Equipamento	Estado / Seleção	Por executar	Executado
1	Sistema de água nebulizada Water Mist System	Seletor principal no painel de controlo da bomba de alta pressão Main Switch on high pressure pump panel	ON		
2		Seletor de disparo automático na sa sala de comando System automatic release switch in Control Room	ON		

Apêndice F – Contributos/Respostas Ted Bågfeldt

ASPOF EN-MEC Matos Rebelo

De: Ted Bågfeldt <ted.bagfeldt@lnu.se>
Enviado: 4 de junho de 2021 10:45
Para: ASPOF EN-MEC Matos Rebelo
Assunto: RE: [EXTERNO] RE: Marine Engine Room Simulator Thesis #Inuinfocenter:195445#

Hi Paulo,

You can find my reply after each question below.

1. Do you tend to follow IMO or any other organization courses or you have your own?
No, we don't use any of the IMO model courses. We do give other IMO model courses, but not related to engine room simulators.
2. In first place you tend to use the CBT software so that students learn the system individually or you tend to get students first with MED3D or similar simulators first so that they know the layout of them all, what do you think is the best way of use of the simulators?
I don't use the CBT's in my courses. But the lecturer responsible for the hydraulic course use CBT's. But the use of CBT's are rather limited here. Hence, we use the MED3D without any prior CBT-training. I think the best way to use simulator training is to have lectures with the class and then give them time on their own to use the simulator. Our students have free access to the simulator 24/7 during the period of the simulator related courses. To have lectures and then give the students tasks to accomplish and report back to the teacher, and to repeat this. During a course there are several lectures rotating with their own time using the simulator. When we meet at lectures the students can bring some problems from the simulator and we sort that out.
3. For what do you find the simulator's more useful, for learning operation, perceive interaction between systems, testing responses to anomalies or other?
We use two different platforms for engine room simulator training. One is the UNITEST MED3D and the other is different ships in the Kongsberg digital simulators. The MED3D is used for the first basic courses for our engineering students. In these courses they shall learn how to start up and operate a system during normal conditions. Nu optimising or troubleshooting. We also use the MED3D for master mariners during a course where they shall learn some basic principles or familiarization of the engine systems onboard. The more advanced courses where the engineering students train optimizing and troubleshooting they use the Kongsberg simulator, and the bulk of this training is made in their MC90-model. It is difficult to train operation of the systems without learning about the interactions between the systems. Hence both these components is included in all the engine room simulator courses. But the interaction part is further developed during the optimization and troubleshooting parts.
4. Do you use the simulators for any kind of assessment of the students, if so what kind of evaluation do you do and how do you structure it?
In the MED3D simulator we don't use any automatic assessment. Instead the student report in writing and by sending the simulator condition to prove they can start up and perform certain task with the appropriate result in the system. The teacher assess this manually and give feedback to the student so they learn and can perform better the next time.
5. In your classes/laboratories with the use of software simulators how many students do you have in each station and how many you think is the best amount per station?
That is an ongoing discussion. My personal opinion is that it is good to use the simulator individually. But when they carry out some specific tasks and have a problem to investigate and report they should work two by two. The learning outcome is better if it is carried out two by two that discuss between them and learn from each other. When performing a test just to show that they can start up and operate the system they should do that individually.

6. In your experience how do you think is the best way to start abording the subject of maintenance and fault simulation/detection?

The optimizing and trouble shooting should be carried out at the end of the engineering program. At that time they have taken a lot of different courses in different subjects. And in these courses they have achieved knowledge and skills that they need to properly understand the optimizing and trouble shooting.

For example, how can you understand what the reasons behind a high exhaust temperature from a diesel engine if you haven't studied thermodynamics, combustion and the construction and the process of a diesel engine. In order to understand and to be able to critically analyse a problem, the basics has to come first. If the trouble shooting comes too early there is a risk that it will be superficial knowledge where they can connect certain problems to certain causes without actually understanding why.

I have other request for you, if you could advise me with some literature about engine room simulator use around the world, the evolution of them and their use in the world.

I don't know of any literature of engine room simulator training. We use to attend the Kongsberg users conference where you meet other lecturers and learn about news and trends from the supplier. This, together with course literature from other courses is what we use. I believe there are also some scientific articles about simulator training that can be useful. But they may not be focusing on the engine room simulators.

I hope you find these answers useful. Should you have any further questions you can come back to me about it. However, I will have vacation from June 19th and the first weeks after vacation is always busy. So any further questions should preferably be with me by June 15th.

Good luck with your studies!

Kind regards,

Ted Bågfeldt
Lecturer

Linnaeus University
Kalmar Maritime Academy
391 82 Kalmar
Sweden
56°39,5'N, 16°21,6'E

+46-(0)772 28 80 00 Swichboard
+46-(0)480 49 76 75 Direct
+46-(0)706 77 46 39 Mobile
Ted.bagfeldt@lnu.se
Lnu.se

Challenging education. Prominent research. Linnaeus University – a modern, international university in Småland, Sweden.