

**MARINHA DO BRASIL
DIRETORIA DE ENSINO DA MARINHA
CENTRO DE INSTRUÇÃO ALMIRANTE ALEXANDRINO**

**CURSO DE APERFEIÇOAMENTO AVANÇADO EM
PROPULSÃO NAVAL**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

**SISTEMAS INTEGRADOS DE GERENCIAMENTO: Tendências, aplicações e
possibilidades na Marinha do Brasil**



1º Ten MARCELLO PHILIPPE DOS SANTOS PINHEIRO DE SOUZA

**Rio de Janeiro
2023**

1º TEN MARCELLO PHILIPPE DOS SANTOS PINHEIRO DE SOUZA

SISTEMAS INTEGRADOS DE GERENCIAMENTO: Tendências, aplicações e
possibilidades na Marinha do Brasil

Monografia apresentada ao Centro de Instrução
Almirante Alexandrino como requisito parcial à
conclusão do Curso de Aperfeiçoamento Avançado em
Propulsão Naval.

Orientadores:

D.Sc. Luiz Antônio Vaz Pinto

CT (T) Vanius Farias Ferreira

CIAA
Rio de Janeiro
2023

1º TEN MARCELLO PHILIPPE DOS SANTOS PINHEIRO DE SOUZA

SISTEMAS INTEGRADOS DE GERENCIAMENTO: Tendências, aplicações e
possibilidades na Marinha do Brasil

Monografia apresentada ao Centro de Instrução Almirante Alexandrino como requisito parcial
à conclusão do Curso de Aperfeiçoamento Avançado em Propulsão Naval.

Aprovada em _____

Banca Examinadora:

CC (RM1-EN) Carlos Alberto Orfão Martins – CIAA _____

CT (T) Vanius Farias Ferreira – DEN _____

Luiz Antonio Vaz Pinto, DSc – UFRJ _____

CIAA
Rio de Janeiro
2023

Dedico esse trabalho à minha família, que me possibilitou concluir esse curso com êxito, sempre apoiando e abdicando de muito para que isso fosse possível!

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, por me dar força e me manter resiliente e motivado durante todos os momentos desse ano de muitos desafios, permitindo com que superasse todas as dificuldades e me colocado em condições em cumprir meus objetivos.

Aos meus orientadores, Professor Luiz Vaz e CT (T) Vanius, agradeço pela disponibilidade sempre demonstrada, os ensinamentos passados durante as aulas de Acústica e nas visitas a DEN, respectivamente. As informações passadas nesses momentos foram vitais para que esse trabalho fosse concluído.

À minha esposa Jéssica, meu porto seguro, agradeço pelo apoio, pela paciência e pela força de vontade demonstrada durante todo esse período desafiador para nós. Tenho consciência de que não pude ser tão dedicado para a família durante esse período, mas sua abnegação foi imprescindível para que eu e nosso filho sentíssemos o mínimo possível esses períodos de ausência.

Por fim, aos meus companheiros de turma, obrigado pelo clima de competição leal e agradável e pela camaradagem demonstrados durante todo o período de curso mesmo com todas as dificuldades. Vocês também me motivaram a dar 110% da minha capacidade para que obtivesse o melhor resultado possível. Em especial aos tenentes Da Silva, Salviano e Henrique Nogueira, com quem tive a satisfação de dividir os inúmeros trabalhos acadêmicos exigidos.

“Navegar é preciso. Viver não é
preciso”

Fernando Pessoa

SISTEMAS INTEGRADOS DE GERENCIAMENTO: Tendências, aplicações e possibilidades na Marinha do Brasil

Resumo

Os sistemas integrados de gerenciamento de plataforma — também chamados de IPMS — são softwares que possuem a capacidade de reunir num único local, informações de vários subsistemas de um navio. O objetivo central do trabalho é elucidar sobre os tipos de sistemas já existentes, apresentar o novo sistema IPMS que será utilizado nas fragatas da classe “Tamandaré”, as possibilidades que a utilização deste sistema ocasionarão na utilização no futuro navio e por fim, sugerir possíveis melhorias futuras para o aprimoramento desse equipamento.

Palavras-chave: Sistemas Integrados, IPMS, Classe Tamandaré

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Arquitetura típica de um IPMS	22
Figura 2 – Modelo projetado da futura Fragata Tamandaré	23
Figura 3 – Arquitetura do IPMS da Fragata “Classe Tamandaré”	37
Figura 4 – IHM típica do Operador do Sistema de Controle da Propulsão das Fragatas Classe “Tamandaré”	40
Figura 5 – Sistema de Reabastecimento e Transferência de Óleo das Fragatas Classe “Tamandaré”	48
Figura 6 – IHM típica do Operador do Sistema Elétrico das Fragatas Classe “Tamandaré” .	52
Figura 7 – Sistema de Combate a Incêndio das Fragatas Classe “Tamandaré”	55
Figura 8 – IHM típica do BDCS das Fragatas Classe “Tamandaré”	48
Figura 9 – Interface do OBTS das Fragatas Classe Tamandaré	52
Figura 10 – Esquema típico de um SSC	55

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – IPMS na Marinha do Brasil	14
Tabela 2 – Legenda Arquitetura do IPMS da Fragata “Classe Tamandaré”	20

LISTAS DE SIGLAS E ABREVIATURAS

BDCS	Battle Damage Control System
CAv	Controle de Avarias
CCM	Centro de Controle da Máquina
DEN	Diretoria de Engenharia Naval
DG	Diesel-Geradores
EHM	Equipment Health Monitoring
FCT	Fragatas Classe “Tamandaré”
GAP	General Arrangement Plan
G25	Navio de Desembarque de Carros de Combate “Almirante Sabóia”
G40	Navio Doca Multipropósito “Bahia”
HPC	Hélice de Passo Controlado
HVAC	Heat Ventilation and Air Conditioning
IHM	Interface Homem-Máquina
IPMS	Integrated Platform Management System
IPqM	Instituto de Pesquisa da Marinha do Brasil
MB	Marinha do Brasil
MODFRAG	Modernização das Fragatas Classe “Niterói”
OBTS	On-Board Training System
PDE	Propulsion Diesel Engine
PMS	Power Management System
P-120	Navio-Patrolha Oceânico “Amazonas”
P-121	Navio-Patrolha Oceânico “Apa”
P-122	Navio-Patrolha Oceânico “Araguari”
P-70	Navio-Patrolha “Macaé”
P-71	Navio-Patrolha “Macau”
RTU	Remote Thermal Unit
SCAV	Subsistema de Controle de Avarias
SCIP	Système de Contrôle Intégré de Plate-forme
SCM	Sistema de Controle e Monitoração
SCMPA	Sistema de Controle e Monitoração da Propulsão e Auxiliares
SMR	Subsistema Manual Remoto
SSC	Ship Shore Connection

V-32 Corveta “Júlio de Noronha”
V-34 Corveta “Barroso”

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	12
1.1 Justificativa e Relevância	12
1.2 Objetivos	13
2 REFERENCIAL TEÓRICO	14
2.1 Sistemas de Controle	14
2.2 Sistemas de Controle na Marinha do Brasil	14
2.3 Integrated Platform Management System (IPMS)	15
3 IPMS L3 HARRIS FRAGATA CLASSE “TAMANDARÉ”	18
3.1 Sistema de Controle da Propulsão	21
3.2 Sistema de Controle das Auxiliares	22
3.3 Sistema Elétrico	23
3.4 Sistema de Controle de Avarias	24
3.4.1 Battle Damage Control System (BDCS)	25
3.5 Sistema de Treinamento a bordo (OBTS)	26
4 METODOLOGIA	27
4.1 Classificação da Pesquisa	27
4.1.1 Classificação Quanto aos Fins	27
4.1.2 Classificação Quanto aos Meios	27
4.2 Limitações do Método	27
4.3 Coleta e Tratamento de Dados	28
5 CONCLUSÃO	29
5.1 Considerações Finais	30
5.2 Sugestões para futuros trabalhos	30
REFERÊNCIAS	31
ANEXO: Motivações para a Plataforma de Gerenciamento Integrada	33

1 INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, temos testemunhado avanços notáveis na tecnologia de sistemas de controle e monitoramento em várias indústrias, e o setor marítimo não é exceção. A rápida evolução tecnológica tem introduzido sistemas cada vez mais sofisticados e integrados para uma ampla gama de serviços a bordo de navios, que vão desde a automação de processos críticos até o monitoramento em tempo real das operações marítimas. Nesse contexto, adquirir conhecimento atualizado sobre o estado da arte desses sistemas tornou-se não apenas uma prioridade, mas também uma necessidade crítica.

No cenário global, as marinhas de diferentes países estão investindo significativamente na modernização de suas frotas, incorporando tecnologias avançadas para aprimorar a eficiência operacional e a segurança de suas embarcações. Nesse contexto, a Marinha do Brasil busca constantemente se manter atualizada e competitiva, acompanhando as tendências e inovações em sistemas de controle e monitoramento naval. No entanto, a busca pelo conhecimento do estado da arte não se limita apenas às fronteiras nacionais, uma vez que as particularidades e as melhores práticas adotadas em outros países podem oferecer valiosas lições e insights.

Este trabalho visa explorar a importância do conhecimento atualizado dos IPMS (Sistemas Integrados de Gerenciamento de Plataforma, em tradução livre). Esses sistemas, projetados para garantir o funcionamento eficiente e com segurança dos mais variados sistemas existentes em navios que podem ser dos mais variados tipos, como navios off-shore e navios militares.

1.1 Justificativa e Relevância

Com as proximidades do lançamento de um dos grandes projetos estratégicos modernos da Marinha do Brasil, a Fragata Classe Tamandaré, prevista para 2025, que vem para modernizar a Esquadra brasileira. Nesse sentido, uma das maiores novidades desse projeto é o sistema de IPMS da L3 Harris, que apresenta muitas inovações em relação aos sistemas de controle e monitoramento utilizados atualmente. Assim, é importante conhecer a fundo esse sistema para conhecer suas particularidades e sugerir modernizações e adaptações de forma a torná-lo ainda mais útil para os navios que o utilizarem.

1.2 Objetivos

Esse trabalho tem como objetivo expor conhecimentos sobre os sistemas de controle e monitoração existentes atualmente na Marinha do Brasil, com foco no sistema IPMS, que será utilizado nas fragatas da classe “Tamandaré”, bem como apresentar alternativas para a adaptação de processos para a utilização de sistemas computacionais para os processos de manutenção e monitoração dos sistemas a bordo dos navios.

Primeiramente, serão apresentados fundamentos básicos dos sistemas de controle e sua importância para automação de sistemas em embarcações. Nesse contexto, serão apresentados projetos de sistemas de controle desenvolvidos, por instituições da MB, para propiciar aos seus navios um sistema de propulsão, um sistema de controle de avarias e um sistema de máquinas auxiliares capazes de cumprir com os objetivos almejados pela MB.

Posteriormente, será apresentado o sistema de controle integrado IPMS, que será utilizado nas fragatas da classe “Tamandaré” e explicitado o modelo MAPPS, da empresa L3 Harris, que será empregado nos navios da classe supracitada. Por fim, será apresentada a metodologia utilizada para confecção deste trabalho e sugeridas ideias alternativas para trabalhos futuros.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Sistemas de Controle

De acordo com Ogata (2010), um sistema consiste na combinação de componentes que agem em conjunto para atingir determinado objetivo, sem ficar restritamente a algo puramente físico. Dessa forma, o conceito de sistema pode ser aplicado também a fenômenos abstratos. Assim dizendo, pode ser empregado para referir-se a sistemas físicos, biológicos, econômicos, entre outros.

Ainda segundo Ogata (2010), controle pode ser definido como uma operação que mede o valor de uma variável, ou seja, a condição que é medida, e aplica um sinal que corrija ou limita as diferenças entre a saída (resposta fornecida pelo sistema) e uma entrada de referência, geralmente a condição desejada. Esses sistemas que tem a intenção de limitar essas diferenças são denominados Sistemas de Controle com realimentação ou Sistemas de Controle de Malha Fechada.

2.2 Sistemas de Controle na Marinha do Brasil

Tabela 1: IPMS na Marinha do Brasil

Sistemas	Desenvolvedor	Navios	Funcionalidades					
			Prop	Aux	CAV	EL	OBTS	SSC
SCM	IPqM	V-34, V-32, P-70, P-71	X	X	X			
SCMPA	Núcleo	MODFRAG	X	X	X			
IPMS	Servowatch	P-120,P-121, P-122	X	X	X	X	X	X
IPMS	L3 Harris	FCT, G25	X	X	X	X	X	X
SCIP	Naval Group	G40	X	X	X	X		

Fonte: Lázaro (2023)

SCM (Sistema de Controle e Monitoração): O Sistema de Controle e Monitoração (SCM) é composto de 03 subsistemas: o Subsistema de Controle e Monitoração de Propulsão e Auxiliares (SCMPA), o Subsistema de Controle de Avarias (SCAV) e o Subsistema Manual Remoto (SMR). O SCMPA tem como objetivo monitorar e controlar a propulsão do navio, fornecendo valores de entrada (“set-points”) para os reguladores dos motores e turbinas. Enquanto os reguladores cuidam do funcionamento desses equipamentos por si mesmos, o SCM garante a perfeita interação entre eles, os acessórios (engrenagem

reduzora, acoplamento fluido e hélice de passo controlável) e o próprio navio (casco). Dessa forma, os “set-points” fornecidos garantem o cumprimento dos requisitos especificados pela Diretoria de Engenharia Naval (DEN), além de otimizar o consumo de combustível, o nível de ruído e a utilização dos equipamentos. O SCMPA permite também, monitorar e atuar sobre os equipamentos auxiliares do navio: bombas, válvulas, ventiladores, exaustores, “flaps”, ar-condicionado, água (doce, salgada e gelada), estabilizador, etc.

O SCAV tem como objetivo auxiliar na segurança física do navio. Para isso, ele indica a leitura de sensores que monitoram compartimentos quanto à presença de fumaça, de temperatura alta e a ocorrência de alagamento. Alguns equipamentos são acionados remotamente. Módulos de apoio à decisão complementam esse subsistema permitindo o cálculo da estabilidade para qualquer condição de carga e a identificação de rotas de fuga de pessoal.

O SMR é um último recurso que permite o comando direto de motores, turbinas e alguns equipamentos, quando os computadores do SCMPA estiverem em baixa. A concepção utilizada garante um sistema modular, que pode ser customizado para qualquer configuração de planta propulsora. Cada um dos três subsistemas pode ser instalado independentemente dos outros

2.3 Integrated Platform Management System (IPMS)

O Integrated Platform Management System (IPMS), ou Sistema Integrado de Gerenciamento de Plataforma em português, é definido por Kaikkonen (2006), como um sistema que possui a capacidade de controlar e monitorar todos os subsistemas necessários de um navio, desde a propulsão até os sistemas de combate. Esses subsistemas são definidos pelo fabricante e/ou requerente do sistema, porém geralmente seguem um padrão semelhante ao exposto a seguir:

- **Sistema de Controle da Propulsão:** A principal função de um Sistema de Controle de Propulsão é basicamente fornecer uma operação segura da planta de propulsão do navio, por meio de controle remoto, monitoramento e prevenção ou mitigação de mau funcionamento nos equipamentos relacionados em todas as condições operacionais.

- **Sistema de Controle das Máquinas Auxiliares:** Inclui sistemas de refrigeração, sistemas de esgoto, sistemas de ar comprimido, sistemas de água potável e de água para resfriamento

dos equipamentos, sistemas de armazenagem de combustível marítimo e de aviação (quando aplicável) e sistemas de lubrificação.

- **Sistema de Controle Elétrico:** Inclui sistemas de geração e distribuição de energia.

- **Sistema de Controle de Avarias:** Permite que o operador tenha conhecimento da situação atual do navio de acordo com sensores de incêndio, fumaça, alagamento, estabilidade e operacionalidade dos sistemas e equipamentos. Permite também que em caso de um incidente, seja realizada a plotagem do mesmo, gerenciamento das equipes e acionamento/parada das bombas de incêndio.

Ou seja, é uma inovação tecnológica de automação marítima projetada para integrar e coordenar eficazmente diversos recursos a bordo de uma embarcação ou plataforma. Seu principal objetivo é otimizar a eficácia operacional e, ao mesmo tempo, contribuir para a redução da tripulação necessária para a operação dessas instalações.

O IPMS realiza essa integração incorporando os sistemas anteriormente citados, em uma solução única e integrada. Essa integração vai além da simples coexistência desses sistemas, pois elimina a necessidade de equipamentos de controle independentes de terceiros. Isso resulta em vantagens significativas, incluindo a redução do espaço físico necessário para acomodar os sistemas de controle, a diminuição do peso a bordo, a simplificação do cabeamento e a centralização das operações em um único ponto de controle.

Uma das principais consequências dessa integração é a padronização das interfaces e procedimentos de controle. A uniformização proporcionada pelo IPMS simplifica a operação e o treinamento da tripulação, permitindo que operadores com conhecimentos especializados em um único sistema possam supervisionar e controlar uma variedade de sistemas a bordo. Isso, por sua vez, resulta em uma maior eficiência operacional, bem como em uma redução da dependência de uma tripulação extensa, contribuindo para a economia de recursos humanos.

TYPICAL IPMS CONFIGURATION

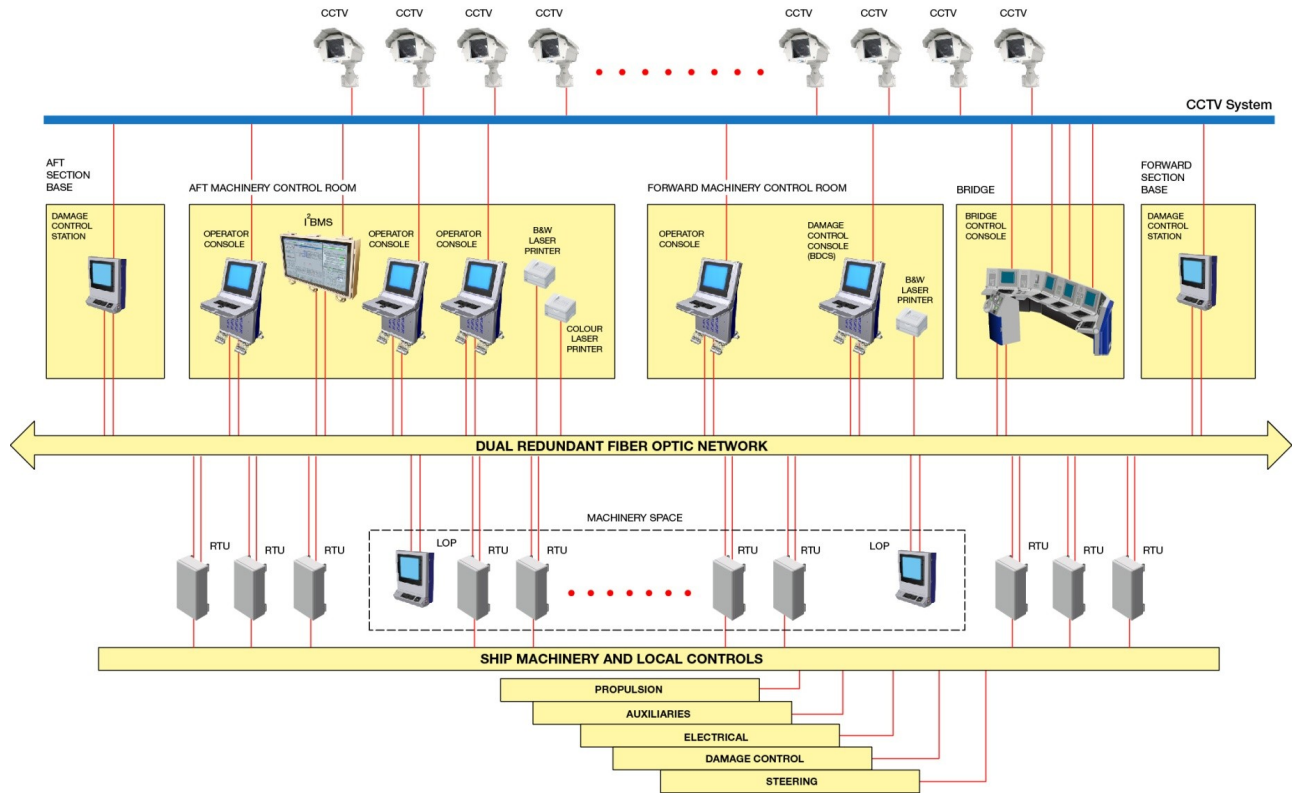


Figura 1: Arquitetura típica de um IPMS

Figura 2: Modelo projetado da futura Fragata Tamandaré

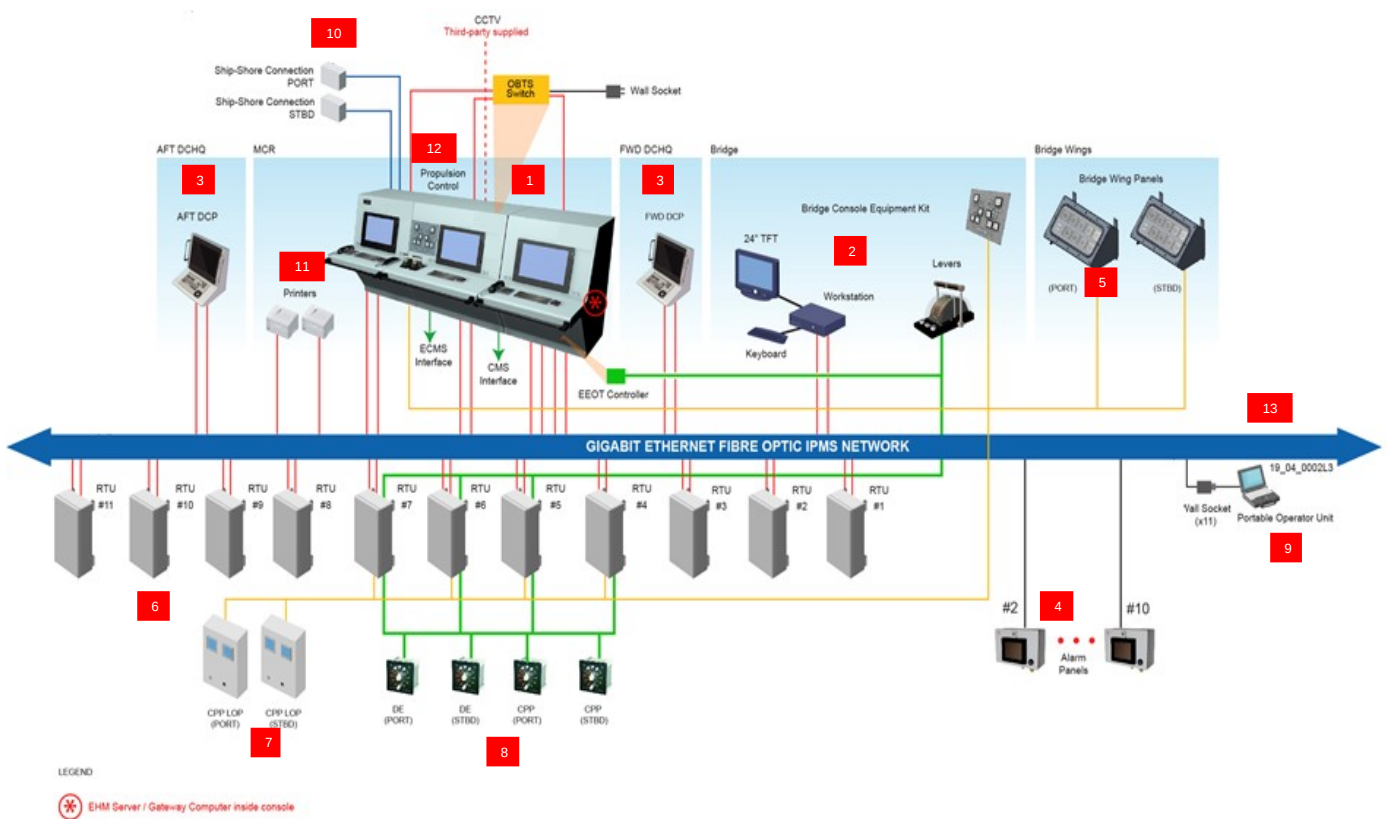
3 IPMS L3 HARRIS (FRAGATA CLASSE TAMANDARÉ)

Para ser esse sistema integrado da nova classe Tamandaré, foi escolhido o sistema MAPPS, da L3 Harris, em parceria com a empresa Atech, subsidiária do Grupo Embraer e fonte nacional de conhecimento. Esse sistema, reconhecidamente utilizado em países que possuem as Marinhas mais bem aparelhadas do mundo, como por exemplo, Estados Unidos, Reino Unido, Alemanha e França, é considerado pioneiro utilizando sistemas tecnologicamente avançados para monitoramento e controle de diversos subsistemas a bordo, compreendendo sensores, atuadores, unidades de terminal remoto, além de processamento de dados em tempo real para operação em consoles multifuncionais.

Outra grande vantagem desse sistema, é que por ser um sistema de arquitetura aberta, definida por Ericson (2011) como um sistema onde o usuário pode acessar parte ou o todo de sua arquitetura sem qualquer tipo de restrição, permitindo assim adicionar, trocar,

evoluir e até mesmo modificar seus componentes, ocasionando assim uma redução significativa no custo do ciclo de vida.

Figura 2: Arquitetura do IPMS da Fragata “Classe Tamandaré”



Fonte: Lázaro (2023)

Tabela 2: Legenda Arquitetura do IPMS da Fragata “Classe Tamandaré”

Legenda Arquitetura do IPMS da Fragata “Classe Tamandaré”	
1	Console do CCM
2	Kit de Controle do Passadiço
3	Painéis do Controle de Avarias
4	Painéis de Alarmes
5	Painéis das Asas do Passadiço
6	RTU (Unidade Terminal Remota)
7	Painel de Controle Local para o HPC (Hélice de Passo Controlado)
8	Repetidores do Telégrafo de Manobra
9	Unidade de Operação Portátil
10	Conectores Navio-Terra
11	Impressoras
12	Servidor EHM (Monitoramento da Condição dos Equipamentos)
13	Rede de Fibra Ótica

Fonte: Lázaro (2023)

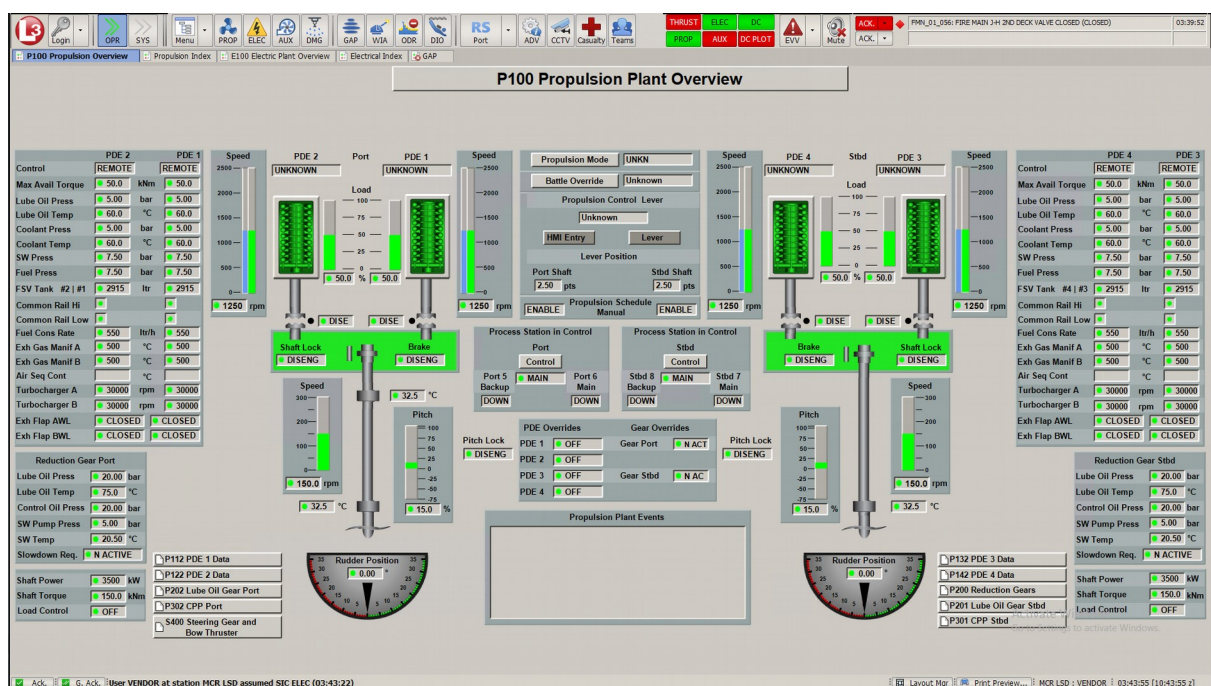
3.1 Sistema da Propulsão

O sistema de Propulsão da L3 Harris inclui controle de motores, linhas de eixo, passo do hélice (podendo ser fixo ou controlado), sistemas de governo, estabilidade e engrenagem redutora, entre outros, controlando todos esses equipamentos remotamente, inclusive em alguns casos de emergência, como uma parada brusca (crash-stop).

Conforme pode ser visto na figura 4, a IHM do sistema de propulsão contém vários recursos como:

- Exibição de dados e aquisição de parâmetros da linha de propulsão e status;
- Proteção do equipamento por monitoramento de parâmetros (pressostatos de óleo e temperaturas, pressostatos de temperaturas dos rolamentos);
- Crash-stop (Parada de emergência)
- Equipado com conexões para alimentação principal e de emergência (24VCC);
- Equipado com uma unidade de exibição e entrada de fácil utilização para leitura e entrada de parâmetros do sistema e exibição de falhas;
- Equipado com operação remota de diversos equipamentos.
- Ferramenta de serviço para diagnóstico e solução de problemas.

Figura 3: IHM típica do Operador do Sistema de Controle da Propulsão das Fragatas Classe “Tamandaré”

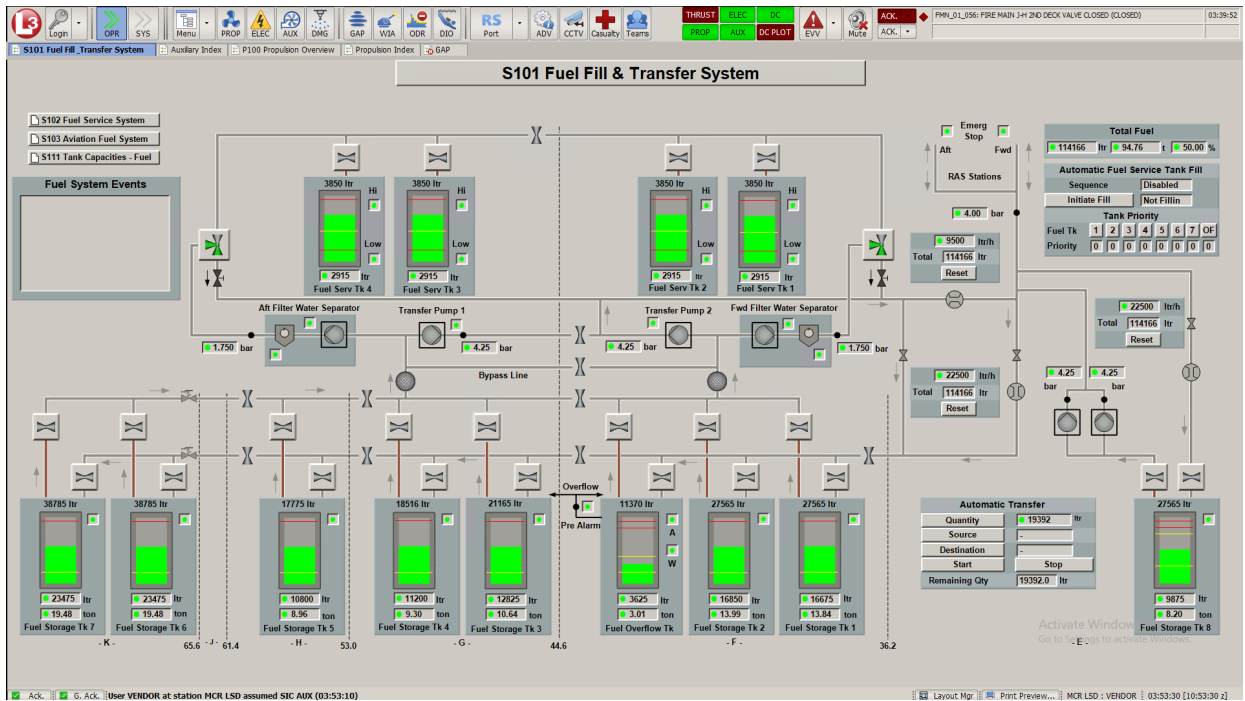


Fonte: Lázaro (2023)

3.2 Sistemas Auxiliares:

Os sistemas auxiliares do IPMS possuem grandes recursos de controle para os sistemas de abastecimento e transferência de óleo, refrigeração, esgoto, controle de válvulas, óleo lubrificante, indicações de nível, bombas, inclusive para controle externo, como combustíveis para aviação.

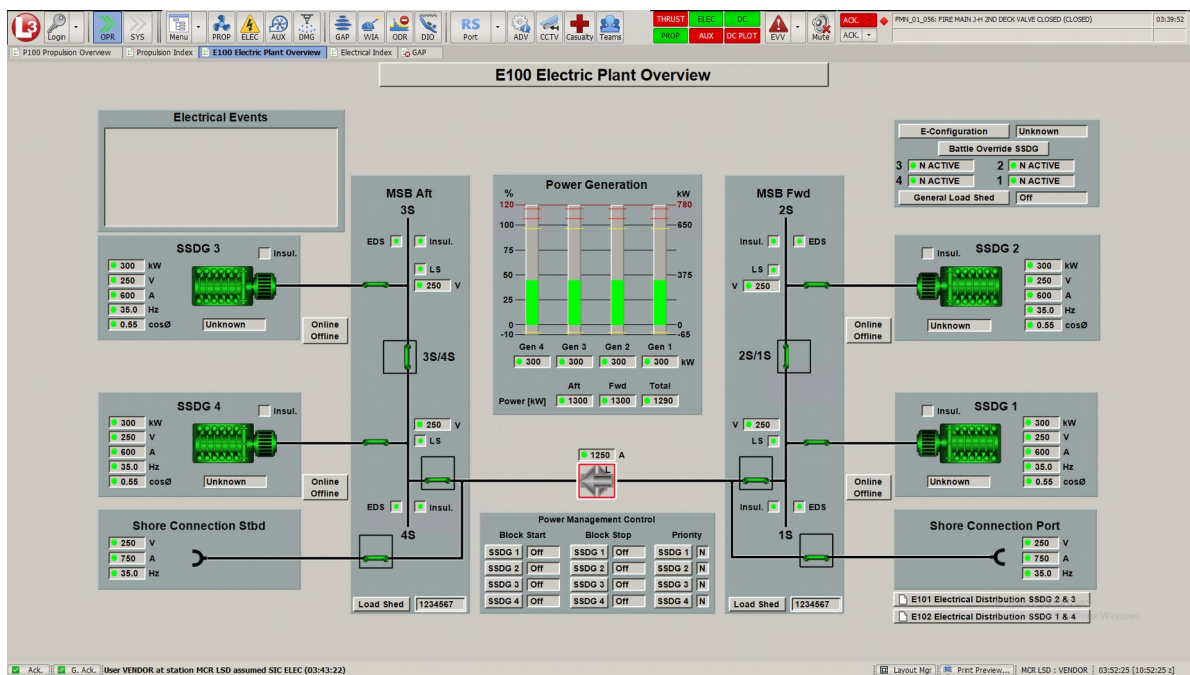
Figura 4: Sistema de Reabastecimento e Transferência de Óleo das Fragatas Classe “Tamandaré”



3.3 Sistema Elétrico:

Tem a capacidade de controlar toda a planta geradora do navio, possibilitando selecionar a quantidade de Diesel-geradores (DGs) em operação, distribuição da carga entre os geradores, sincronização dos mesmos, além da monitoração dos parâmetros em tempo real dos DGs e comunicação com o Power Management System (PMS), que é responsável pelas manobras de abertura e fechamento de disjuntores, de forma a minimizar a vulnerabilidade a falhas no sistema e impedir que hajam sobrecarga, além de diminuir o consumo de combustível do navio como um todo.

Figura 5: IHM típica do Operador do Sistema Elétrico das Fragatas Classe “Tamandaré”

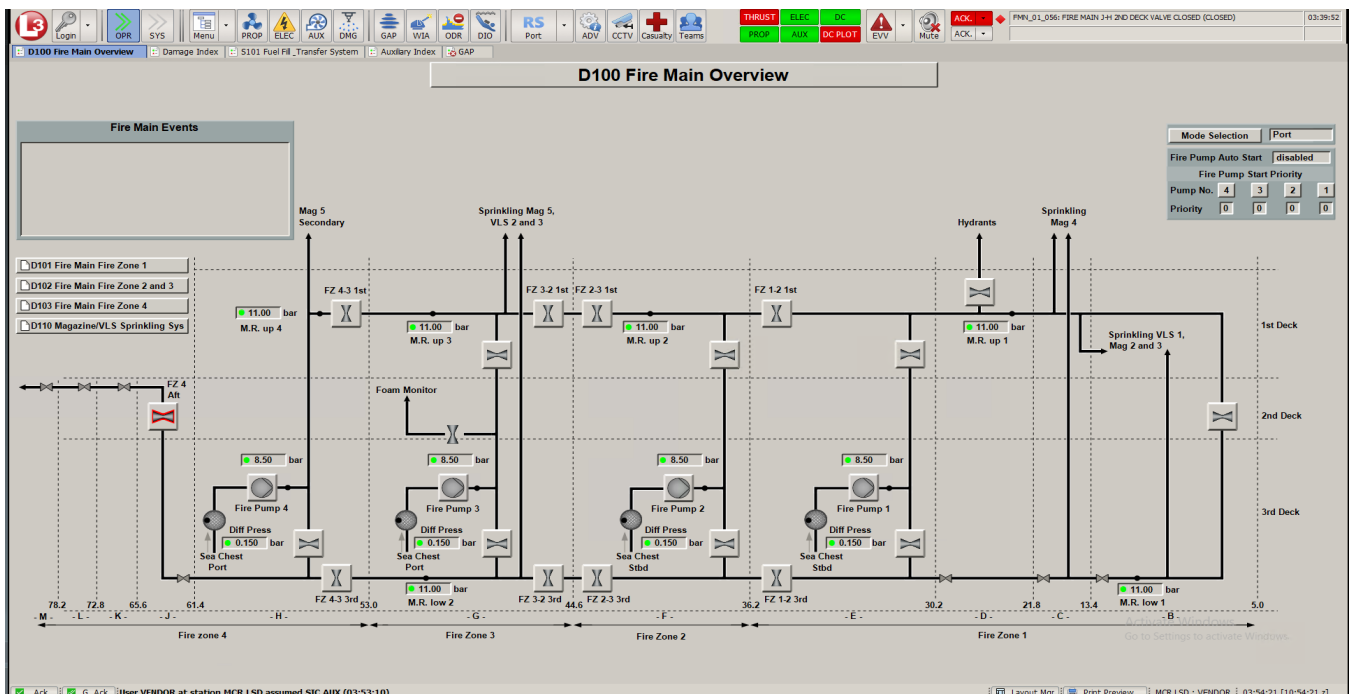


Fonte: Lázaro (2023)

3.4 Sistema de Controle de Avarias:

O Combate a Incêndios e o Controle de Avarias são duas das funções de segurança vitais a bordo de navios. A maioria dos navios é equipada com sistemas independentes de detecção de incêndio, sistemas de detecção de nível de porão, etc e as informações relevantes sobre o Combate a Incêndios e o Controle de Avarias estão disponíveis em vários locais. Quando todas essas informações são digitalizadas, podem ser combinadas em um sistema integrado. O acesso mais rápido às informações resultará em uma resposta mais ágil a incidentes em andamento. Uma resposta mais rápida, eventualmente, salvará vidas. Sensores e inserções manuais são combinados com as visões gerais do Plano de Arranjo Geral (GAP) em estações de trabalho multifuncionais, a fim de apresentar a situação real de controle de danos.

Figura 6: Sistema de Combate à Incêndio das Fragatas Classe “Tamandaré”



Fonte: Lázaro (2023)

3.4.1 Battle Damage Control System (BDCS):

O BDCS é uma parte vital do sistema de controle de avarias que facilita o trabalho da equipe de Controle de Avarias, criando redundância e permitindo que o pessoal empregado na plotagem manual, entre outras atribuições do CAv, possa ser empregado em outras tarefas caso necessário, além de municiar com muito mais informações o Encarregado que consegue visualizar todo o panorama da situação apenas com alguns cliques.

Dentre as facilidades desse sistema, encontra-se a plotagem digital de todos os incidentes, com identificações marcantes de acordo com os padrões normatizados, já que o sistema é completamente personalizável. Também permite que as outras estações tenham acesso a informações em tempo real, especialmente para o Oficial de Manobra, dirimindo assim falhas de comunicação passíveis de acontecer devido ao estresse que uma situação emergencial como essa pode causar.

Além disso, o sistema também permite que sejam plotados incidentes automaticamente através das informações recebidas pelos sensores, caso a opção esteja habilitada e ainda a confecção de killcards alternativos aos previstos, de forma temporária, caso ocorra uma avaria ou bloqueio não previsto inicialmente.

Figura 7: IHM típica do BDCS das Fragatas Classe “Tamandaré”

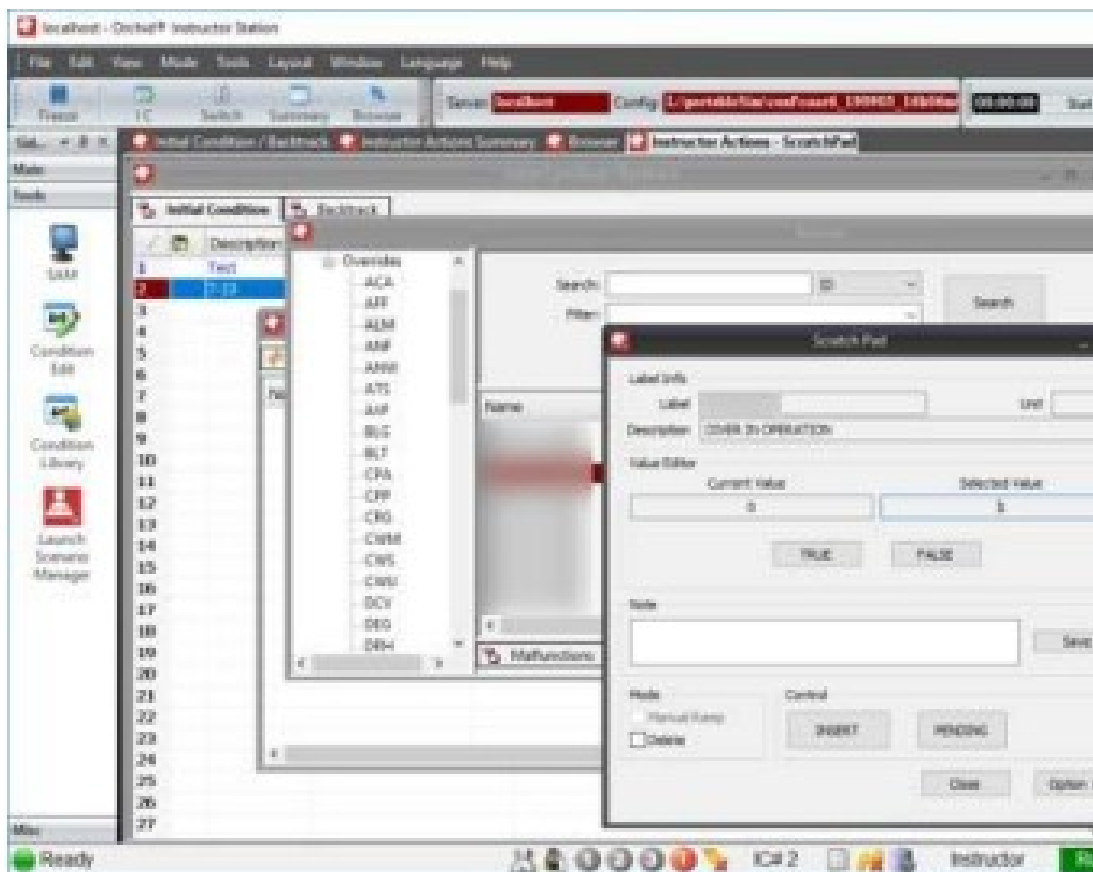
Fonte: Lázaro (2023)

3.5 Sistema de Treinamento a bordo Integrado (OBTS):

Consiste num módulo do sistema IPMS que permite que o usuário aprenda as funções do sistema sem que haja modificação nos parâmetros reais de utilização dos sistemas. Isso ocorre devido ao fato de as estações poderem ser inicializadas diretamente no modo de treinamento, e a interface modificar automaticamente para um ambiente de simulação assim que esse modo é ativado.

Isso acaba sendo importante pois é possível qualificar os militares para operar os equipamentos sem prejuízo nem da presença deles a bordo, nem tampouco da monitoração em tempo real dos equipamentos. Além disso, esse treinamento pode ocorrer mesmo se os equipamentos por ventura não estiverem em funcionamento, numa situação do navio docado ou inoperante, sendo mais eficientes do que uma simulação apenas teórica, como as feitas em cursos expeditos, por exemplo. Vale ressaltar também que essa função necessita que um instrutor com permissões habilite as estações OBTS, de modo a facilitar o planejamento do navio e impedir possíveis equívocos sem a anuência do responsável.

Figura 8: Interface do OBTS das Fragatas Classe Tamandaré



Fonte: Ferreira (2023)

4 METODOLOGIA

Foi realizada uma pesquisa qualitativa com o intuito de apresentar as funcionalidades do IPMS, que é uma evolução dos Sistemas de Controle e Monitoração já existentes na MB. Dessa forma, nessa monografia foi utilizado um procedimento bibliográfico, conforme a definição de Lakatos e Marconi (2003, p.183):

“A pesquisa bibliográfica, ou de fontes secundárias, abrange toda bibliografia já tornada pública em relação ao tema de estudo, desde publicações avulsas, boletins, jornais, revistas, livros, pesquisas, monografias, teses, material cartográfico etc., até meios de comunicação orais: rádio, gravações em fita magnética e audiovisuais: filmes e televisão. Sua finalidade é colocar o pesquisador em contato direto com tudo o que foi escrito, dito ou filmado sobre determinado assunto, inclusive conferências seguidas de debates que tenham sido transcritos por alguma forma, quer publicadas, quer gravadas.”

4.1 Classificação da Pesquisa

Nesse trabalho de conclusão de curso foram adotadas as seguintes classificações (MARCONI; LAKATOS, 2003):

4.1.1 Quanto aos fins

Essa pesquisa se classifica como quantitativo-descritiva, pois intenciona avaliar o comportamento do sistema abordado neste trabalho e suas características a fim de fornecer dados para a verificação de hipóteses.

4.1.2 Quanto aos meios

Essa pesquisa se classifica como bibliográfica, visto que utilizou manuais, trabalhos acadêmicos e livros para descrever os sistemas abordados nessa monografia.

4.2 Limitações do Método

Nessa monografia foram utilizadas teses de mestrado, livros e currículos de cursos ministrados pela MB para operação dos sistemas citados neste trabalho. Contudo, essas publicações apresentam baixo grau de aprofundamento sobre as tecnologias utilizadas no programa e, assim, acabam limitando-se a apresentar uma perspectiva superficial de algumas configurações do sistema. Além disso, como o equipamento ainda não se encontra efetivamente em operação, a principal limitação foi não ter resultados práticos e palpáveis para análise.

4.3 Coleta e Tratamento de Dados

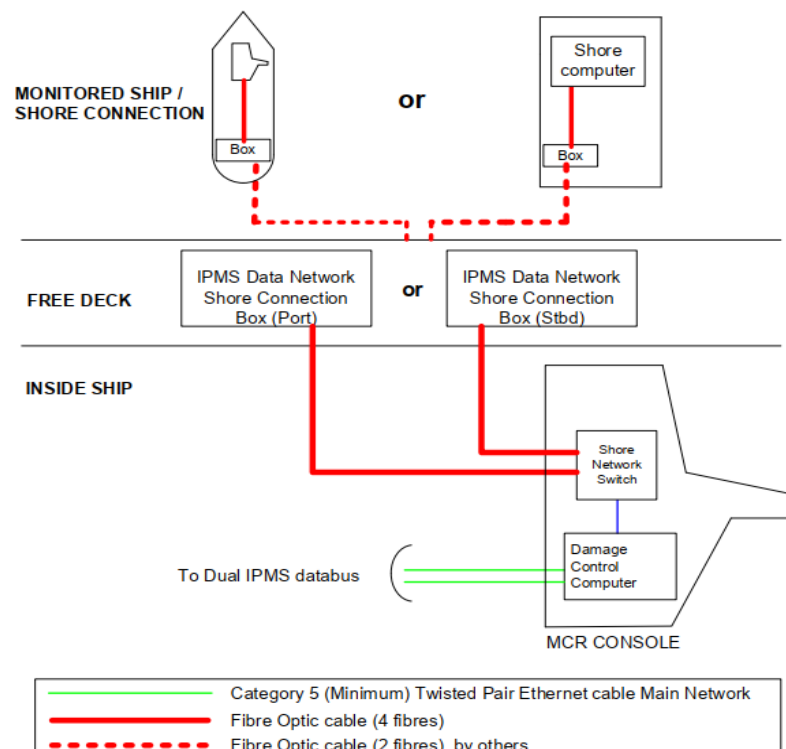
Inicialmente, foram coletadas informações sobre o conceito de sistemas de controle, com um foco especial em sistemas integrados. Desse modo, essas informações foram extraídas de livros acadêmicos especializados e de artigos que dispunham de informações sobre sistemas integrados e suas partes. Posteriormente, ocorreu uma coleta de dados em revistas, trabalhos e notícias para apresentar de que modo ocorre o desenvolvimento de sistemas de controle na MB. Depois dessa contextualização, a partir do manual do sistema e de apostilas elaboradas pela MB, foi descrito o IPMS, primeiramente, apresentando os principais sistemas e os descrevendo minuciosamente com imagens e com processos de utilização.

5 CONCLUSÃO

O “Estado da Arte” em Sistemas Integrados de Controle e Monitoramento para navios demonstram níveis crescentes de automação e integração. O uso de Estações de Trabalho Multifuncionais conectadas à rede do IPMS com todos os dados disponíveis oferece ao operador um alto grau de flexibilidade. Essa flexibilidade resultará em melhorias no design da Interface Homem-Máquina (IHM) ergonômica e também possibilita um maior controle do pessoal de serviço nos mais variados postos, principalmente em viagem. O uso de um Sistema de Treinamento a Bordo permite um maior controle do navio com relação ao treinamento do seu pessoal e sua realização, elevando o nível de prontidão e adestramento da tripulação. A utilização de sistemas de Combate a Incêndios e Controle de Avarias cada vez mais tecnológicos aumentará a quantidade de informação e auxílios disponíveis para os tomadores de decisão, o que também incrementa a velocidade de resposta a eventos de Controle de Avarias, minimizando os impactos tanto ao pessoal como no material.

Além disso, a possibilidade de utilização de uma Ship Shore Connection (SSC), que seria um sistema que permite acompanhar os dados do IPMS através de outro navio ou de uma estação em terra, pode levar o processo de reparos e até de conhecimentos adquiridos a um próximo nível.

Figura 9: Esquema típico de um SSC



Fonte: Lázaro (2023)

5.1 Considerações Finais

Podemos concluir que a introdução do IPMS representa um avanço significativo e indispensável para os navios da Marinha do Brasil. Ao incorporar essa tecnologia de ponta, a MB colhe uma série de benefícios que impactam positivamente a eficácia operacional, a segurança e a manutenção dos navios que o possuem,

Por permitir o controle automatizado, assistido e manual dos equipamentos de bordo, garante respostas rápida e precisas em diferentes situações. Além disso, a capacidade de monitorar em tempo real os parâmetros dos equipamentos de propulsão e periféricos, como pressões e temperaturas de água e óleo, aumenta a confiabilidade e a vida útil dos sistemas.

A segurança é aprimorada por meio de recursos como o crash-stop e as funções internas de alarme, que mantêm a tripulação ciente de qualquer situação de emergência. A disponibilidade de conexões para alimentação principal e de emergência, bem como saídas de alarme potencialmente livres, contribui para manter o controle e a comunicação em qualquer cenário.

O IPMS também oferece uma interface para outros sistemas de automação, permitindo uma integração perfeita com sistemas de controle do hélice, motores e navegação, além de proporcionar um controle remoto seguro e a capacidade de monitoramento de condição e diagnóstico inteligente. Isso resulta em uma manutenção mais eficiente e menor tempo entre falhas, garantindo a disponibilidade e prontidão dos navios.

5.2 Sugestões para Futuros Trabalhos

Após o início das provas de mar e comissionamento dos navios da Classe Tamandaré, sugere-se que seja avaliado na prática, preferencialmente in loco, o desempenho prático desse sistema para elucidar melhor suas vantagens e desvantagens em relação aos sistemas já existentes nos outros navios da Marinha do Brasil, de forma a produzir ainda mais ideias para aprimoramento não só do IPMS da fragata Tamandaré como também dos demais sistemas em uso atualmente.

REFERÊNCIAS

ERICSSON, Clifton. **Concise Encyclopedia of System Safety: Definition of Terms and Concepts**. [S. l.: s. n.], 2011.

FERREIRA, V; TOMELIN, L. **Operação do Sistema de Gerenciamento Integrado da Plataforma**. 10 fev. 2023. Apresentação do Power Point.

KAIKKONEN, Waltteri. **Integrated Platform Management System On Naval Ships: Applicability study**. 2020. 62 p. Tese (Mestrado em Marine Technology) - Turku University of Applied Sciences, Turku, 2020. Disponível em: https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/333764/Kaikkonen_Waltteri.pdf?sequence=2&isAllowed=y. Acesso em: 12 out. 2023.

LAKATOS, Eva Maria; MARCONI, Marina de Andrade. **Fundamentos de Metodologia Científica**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2003. 310 p.

LÁZARO, F. S. **Metodologia para desenvolvimento de sistemas de controle e monitoração de navios assistidos por model checking**. Florianópolis, 2018. 135f. Dissertação de mestrado – Pós-Graduação em Engenharia de Automação de Sistemas. Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis. Santa Catarina, 2018.

LÁZARO, F. S. **Sistema de Gerenciamento Integrado da Plataforma**. 10 fev. 2023. Apresentação do Power Point.

MARTINI, Fernando. Classe ‘Tamandaré’: capitalizações, ToTs e compensações. **Poder Naval**, [S. l.], 15 ago. 2022. Disponível em: <https://www.naval.com.br/blog/2022/07/15/classe-tamandare-capitalizacoes-tots-e-compensacoes/>. Acesso em: 12 out. 2023

NAVAL TECHNOLOGY. L3 MAPPS. [S. l.], c2023. Disponível em: <https://www.naval-technology.com/contractors/consoles/l-3-mapps2/>. Acesso em: 13 out. 2023.

OGATA, K. **Engenharia de Controle Moderno**. 5. ed. São Paulo: Pearson, 2010

PRAGER, Denis; STEAD, David. Integrated Platform Management Systems": Goals And Opportunities. **PROCEEDINGS: Ninth Ship Control Systems Symposium**, Bethesda, v. 3, p. 39-58, 14 set. 1990.

RADAN, Damir. **Integrated Control of Marine Electrical Power Systems**. 2007. 231 p. Tese (Doutorado em Tecnologia Marítima) - Norwegian University of Technology and Science, Trondheim, 2007. Disponível em: https://ntnuopen.ntnu.no/ntnu-xmlui/bitstream/handle/11250/231176/123798_FULLTEXT01.pdf?sequence=1&isAllowed=y. Acesso em: 15 out. 2023.

TOMAS, Vinko; KITAROVIC, Jakov; ANTONIC, Radovan. The trends in integrated control and monitoring systems for ships. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ELMAR, 47., 2005, Zadar. **Proceedings** [...]. [S. l.: s. n.], 2005. p. 373-376.

VALKEEJÄRVI, Karl. The ship's electrical network, engine control and automation. **Gallois**, Bruxelas, 3 maio 2006. Disponível em: https://www.gallois.be/ggmagazine_2006/gg_03_05_2006_102.pdf. Acesso em: 15 out. 2023.

VASCO, V. **C-APA- SGIP Manutenção** . fev. 2023. Apresentação do Power Point.

ANEXO

Motivações para a Plataforma de Gerenciamento Integrada (Stead e Prager, 1990)

A obrigatoriedade de um Sistema Integrado de Gerenciamento de Plataforma é impulsionada pela necessidade de alcançar melhorias em toda a embarcação nas seguintes áreas:

- Custo.
- Vulnerabilidade.
- Segurança.
- Disponibilidade.
- Flexibilidade.

Examinaremos esses itens separadamente, começando com o custo:

4.1 Custo

O custo é quase sempre uma motivação primordial para mudança. Claramente, os custos de desenvolvimento e produção de um Sistema Integrado de Gerenciamento de Plataforma introduzirão um aumento no preço inicial de compra da embarcação, embora haja alguma margem para reutilização de componentes de equipamentos existentes. Portanto, o potencial para benefícios de custo deriva inteiramente de qualquer redução potencial no custo total do ciclo de vida. A redução nos custos ao longo da vida útil resultaria da melhor utilização da mão de obra, da utilização do maior tempo médio entre falhas inerente às novas tecnologias (permitindo uma possível redução de gastos com sobressalentes) e da capacidade do sistema de acomodar mudanças e expansões. Se as mudanças e expansões puderem ser realizadas com o mínimo de perturbação para a embarcação, isso teria um efeito significativo nos custos de reequipamento. Um Sistema Integrado de Gerenciamento de Plataforma também deve ser capaz de melhorar o desempenho e a economia na operação dos sistemas da embarcação, não apenas otimizando o desempenho dos sistemas de uma única embarcação. Isso também permitiria que interações entre vários sistemas fossem usadas efetivamente em vez de operar cada sistema independentemente, como é feito atualmente. Interações de controle de um sistema gerariam parâmetros de feedback em um segundo sistema. Se essas interações de feedback fossem antecipadas, o segundo sistema poderia ajudar e certamente não resistiria ao estímulo do primeiro sistema.

Os benefícios em termos de pessoal dependem do modo de operação:

- Uso em Operação Normal.
- Vigilância no Porto.
- Manutenção Planejada.
- Manutenção Corretiva e Distribuição da Tripulação
- Treinamento.
- Deveres Especiais no Mar.

A operação normal depende dos operadores no centro de controle do navio (seja localizado em uma sala especializada ou em outro compartimento) e dos patrulhas. Atualmente, o operador é um indivíduo experiente e altamente treinado que deve analisar informações e decidir quando as informações se desviam de suas posições normais. Ele é auxiliado nisso por um sistema de vigilância que emite avisos. A ação corretiva não é iniciada a menos que o operador perceba que as informações estão anormais ou que um nível de aviso tenha sido excedido. Mudanças lentas nas informações geralmente não fazem com que o operador tome ações corretivas prontamente. O patrulha é semelhante ao operador, exceto que a coleta de dados deve ocorrer a partir de uma posição descentralizada. Ele passa a maior parte do tempo movendo-se de uma fonte de informações para outra e registrando as leituras. Grande parte da expertise dos patrulhas tem sido perdida.

Com frequência, o barulho costumava acionar o patrulha para iniciar uma investigação. Da mesma forma, o patrulha perceberia aumentos de temperatura em locais onde não havia sensores e, mais uma vez, iniciaria uma investigação. O uso operacional normal, infelizmente, abrange vários modos de operação, desde a ação até os estados de cruzeiro e postos de combate. Em cada um dos modos, existem vários estados operacionais. Os níveis de pessoal ao longo do estado variam enormemente, no entanto, o pico ocorre durante os estados de ação, quando a força de trabalho é chamada para garantir que apenas informações atuais sejam usadas na direção da embarcação, e se algum sistema estiver danificado (ou falhar), os operadores já estarão no local para assumir a operação do equipamento danificado. Ao desempenhar a função de controle dos sistemas danificados, os operadores terão registrado de forma indelével as informações relacionadas a esses sistemas e continuarão a atualizar manualmente as informações. Isso permitirá a operação da função, apesar do dano ao sistema. Quando uma embarcação está no porto, algumas máquinas continuam em funcionamento. Isso requer a presença de patrulhas e operadores para garantir que os sistemas da plataforma não sejam colocados em perigo. Ao entrar e sair do porto e durante o reabastecimento no mar, é necessário convocar “Detalhe Especial para o Mar”. Esses tripulantes são necessários para manter um monitoramento próximo de certos instrumentos ou equipamentos. Os

equipamentos são selecionados de forma que, se falhassem, poderiam colocar a embarcação em perigo se medidas corretivas não fossem imediatamente tomadas. [...]

Portanto, o objetivo do Sistema Integrado de Gerenciamento de Plataforma deve ser auxiliá-los nessas tarefas, reduzindo ao mesmo tempo a necessidade de mão de obra. É claro que a disponibilidade confiável de informações de todas as fontes relevantes em uma posição central é a chave para atingir esse objetivo. No entanto, um grau de inteligência deve estar disponível nos sistemas de computador nas posições centrais para garantir que a carga de trabalho do operador não se torne excessiva. A inteligência também é necessária para substituir a experiência do patrulha no diagnóstico de falhas e na previsão de falhas. Tendo depositado tamanha confiança no sistema de informações, a sobrevivência do sistema é de suma importância.

A manutenção não planejada faz com que equipamentos com mau funcionamento sejam desligados ou operem em um estado limitado enquanto a manutenção é realizada. A operação constante durante uma quebra requer pessoal adicional para monitorar os sistemas e garantir que nenhum dano adicional ocorra. Além disso, o pessoal necessário para reparar uma quebra geralmente é altamente qualificado e trabalha no local da quebra, utilizando equipamentos de teste embutidos ou equipamentos de teste especiais. Os equipamentos de teste especiais e embutidos atuais geralmente analisam até a zona da falha, e a localização rápida de falhas ainda requer um operador experiente para operar o equipamento de teste. A necessidade de manutenção não planejada deve ser claramente eliminada o máximo possível.

A manutenção planejada tem sido uma área em que ocorreram melhorias ao longo da última década. Grande parte dessas melhorias resultou do simples ajuste do período de uso dos equipamentos. No entanto, reconhece-se que melhorias significativas poderiam ser alcançadas por meio do monitoramento de condições e do uso de auxílios mais abrangentes de diagnóstico baseados em computador. Esses elementos devem ser incorporados em qualquer futuro Sistema Integrado de Gerenciamento de Plataforma.

Atualmente, o treinamento requer o uso de manuais apoiados por equipamentos obsoletos. Exceto nos casos de treinadores de procedimentos, o treinamento não é interativo, e os operadores normais não conseguem antecipar situações incomuns, nem desenvolver suas reações. No futuro Sistema Integrado de Gerenciamento de Plataforma, podemos reduzir o tempo dedicado ao treinamento offline incorporando recursos de treinamento no sistema e tornando-os realistas o suficiente para capacitar o pessoal a lidar com todos os cenários. O

treinamento a bordo aproveita o tempo de outra forma desperdiçado e reduz a necessidade geral de mão de obra, economizando os recursos que seriam dedicados ao treinamento em terra.

4.2 Disponibilidade, Vulnerabilidade e Segurança Disponibilidade, Vulnerabilidade e Segurança são parâmetros do sistema intimamente relacionados. A Vulnerabilidade seria reduzida aumentando a probabilidade de que qualquer falha em um sistema seja coberta pela disponibilidade de um sistema alternativo. A Segurança seria melhorada de maneira semelhante à vulnerabilidade, exceto que o sistema alternativo estaria ativo e verificando os estados do primeiro sistema.

Fatores-chave que impactam a vulnerabilidade e a segurança são:

- Interações com outros sistemas.
- Dependências de outros sistemas.
- Redundância dentro do sistema.
- Interlocks e informações de outros sistemas.

Nas últimas duas décadas, foram realizadas melhorias significativas no uso de trancas (interlocks) e redundância. Infelizmente, o uso de trancas únicas resultou em um aumento na indisponibilidade do sistema.

A confiabilidade foi aumentada pela duplicação de equipamentos-chave, no entanto, houve um efeito colateral infeliz de um aumento drástico nos custos, que não se limitaram a dobrar, mas muitas vezes triplicaram ou quadruplicaram os custos, uma vez que o equipamento precisava diagnosticar quando usar suas seções redundantes.

A segurança foi aumentada monitorando as dependências e aumentando o número de trancas internamente e de outros equipamentos. Acidentes ainda ocorrem, e há espaço para mais melhorias tanto na vulnerabilidade quanto na segurança.

Os desenvolvimentos significativos em sistemas eletrônicos ao longo da última década devem permitir uma abordagem fresca no desenvolvimento de sistemas que atendam às metas combinadas de confiabilidade, disponibilidade/vulnerabilidade e segurança de maneira mais econômica do que no passado. Isso é claramente uma exigência para os futuros sistemas de plataforma e só pode ser alcançado por meio da implementação de produtos mundiais que, devido à sua ampla exposição no mercado, tiveram a oportunidade de amadurecer de forma mais satisfatória do que os sistemas feitos sob medida que foram implementados até o momento.

4.3 Flexibilidade

A década anterior também testemunhou uma aceleração na taxa de mudança nas instalações de computadores eletrônicos. Decisões sobre se incorporar uma mudança ou esperar por desenvolvimentos posteriores têm sido um grande desafio. Geralmente, a incorporação de avanços exigirá a eliminação ou modificações significativas em um sistema existente. As arquiteturas dos futuros Sistemas Integrados de Gerenciamento de Plataforma devem ser expansíveis e adaptáveis a mudanças sem grande impacto na estrutura existente. Isso aponta decididamente a favor do uso de padrões de comunicação e interconexão de sistemas internacionalmente aceitos.