

**MARINHA DO BRASIL
CENTRO DE INSTRUÇÃO ALMIRANTE GRAÇA ARANHA
CURSO DE FORMAÇÃO DE OFICIAIS DA MARINHA MERCANTE**

FILIPPE CASTELO BRANCO DE SOUZA

UTILIZAÇÃO DO ECDIS NA NAVEGAÇÃO MERCANTE

RIO DE JANEIRO

2015

FILIPPE CASTELO BRANCO DE SOUZA

UTILIZAÇÃO DO ECDIS NA NAVEGAÇÃO MERCANTE

Monografia apresentada como exigência para obtenção do grau de Bacharelado em Ciências Náuticas no Curso de Formação de Oficiais de Náuticas da Marinha Mercante do Centro de Instrução Almirante Graça Aranha.

Orientador: Renato Luis Garcez Kopezynski

**RIO DE JANEIRO
2015**

FILIPPE CASTELO BRANCO DE SOUZA

UTILIZAÇÃO DO ECDIS NA NAVEGAÇÃO MERCANTE

Monografia apresentada como exigência para obtenção do título de Bacharel em Ciências Náuticas Náutica/Máquinas da Marinha Mercante, ministrado pelo Centro de Instrução Almirante Graça Aranha.

Data da Aprovação: ____/____/____

Orientador (a): Renato Luis Garcez Kopezynski
Capitão de Longo Curso
Capitão-de-Fragata (RM1)

Assinatura do Orientador

NOTA FINAL: _____

Dedico esta obra primeiramente aos meus familiares, minha mãe Claudia, meu pai Manuel, que sempre me apoiaram e me ajudaram nos bons e maus momentos, à minha avó Marinalva, e a todos que de alguma forma me incentivaram e contribuíram positivamente para essa nova conquista em minha vida.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente ao meu orientador Renato Kopezynski, pela sua enorme paciência, calma e disponibilidade a mim oferecidas. Aos pensamentos e ideias do visionário Siddharta Gautama, por me mostrarem que eu sou a consequência do que penso, e que meus atos influenciam no meu futuro. Aos meus pais, Claudia e Manuel, e por tudo que sempre fizeram por mim; todo o apoio, dedicação, esforço e incentivo, muito obrigado. À minha avó Marinalva, que sempre acreditou em mim e depositou esperanças, e aos demais, que tiveram também suas participações especiais nessa viagem. A todos deixo os meus agradecimentos.

"A causa da derrota não está nos obstáculos ou no rigor das circunstâncias; está na falta de determinação e desistência da própria pessoa."

(Siddhartha Gautama)

RESUMO

A segurança da navegação marítima é um tema que está em constante discussão pelas autoridades e órgãos internacionais competentes, na tentativa de reduzir o número de acidentes envolvendo embarcações. Em virtude disso, paralelamente à evolução da ciência, novas tecnologias são desenvolvidas e regulamentadas, principalmente em relação aos equipamentos eletrônicos de navegação, que são artifícios de grande importância para o aumento da segurança das embarcações marítimas. O propósito deste trabalho é falar sobre um equipamento eletrônico de navegação utilizado recentemente nas embarcações: o *Electronic Chart Display and Information System* (ECDIS), que justamente por ser um equipamento relativamente novo e de alta importância no futuro da navegação, há a necessidade de possuir não apenas um conhecimento das funções básicas do sistema, como também conhecimento amplo das diversas funções do equipamento. Serão abordados os aspectos técnicos, operacionais e estruturais do equipamento, resoluções da *International Maritime Organization* (IMO), histórico, tipos e classes do equipamento, além de outros recursos e sensores que podem ser utilizados em conjunto com o sistema, assim como as vantagens e desvantagens de cada um.

Palavras-chave: Raster. Vetorial. Sensores.

ABSTRACT

The safety of maritime navigation is a subject that is constantly discussed by international authorities and competent international bodies in an attempt to reduce the number of accidents involving vessels. As a result, in parallel with the evolution of science, new technologies are developed and regulated, especially related to electronic navigational equipment, which are really important artifacts for increasing the safety of vessels. The purpose of this work is to talk about an electronic navigational equipment recently used in vessels: the Electronic Chart Display and Information System (ECDIS), and being a relatively new equipment with high importance in the future of navigation, there is a need to have not only knowledge of basic system functions as well as extensive knowledge of the various functions of the equipment. It will be discussed the technical, operational and structural aspects of the equipment, International Maritime Organization (IMO) resolutions, history, types and classes of equipment, besides other features and sensors that may be used in conjunction with the system as well as the advantages and disadvantages of each.

Keywords: Raster. Vector. Sensors.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	Resolução A-817 (19) da IMO para implementação do ECDIS até 2018	19
Figura 2	Centro de treinamento para operação de ECDIS	23
Figura 3	Publicação IMO <i>Model Course 1.27</i>	24
Figura 4	Diagrama de blocos de um ECDIS	25
Figura 5	<i>Electronic Chart Display Information System (ECDIS)</i>	26
Figura 6	Carta Raster	27
Figura 7	Representação gráfica de símbolos de cartas ENC (Bóias do sistema tradicional / simplificado)	28
Figura 8	Representação gráfica de símbolos de cartas ENC (Bóias do sistema tradicional / simplificado)	29
Figura 9	Catálogo eletrônico do IHO	30
Figura 10	Cartas náuticas Raster (Visões noturna, crepuscular e diurna)	31
Figura 11	Carta eletrônica Raster	32
Figura 12	Carta Náutica Raster	32
Figura 13	Carta eletrônica vetorial construída segundo as especificações definidas pelas Normas S-57 e S-52 da IHO	34
Figura 14	Carta vetorial	34
Figura 15	Carta eletrônica vetorial. Detalhe para o <i>zoom</i> destacado ao lado da tela	36
Figura 16	Carta eletrônica vetorial em diferentes graus de detalhes	36
Figura 17	Carta eletrônica vetorial	37
Figura 18	ECDIS	38
Figura 19	AIS	40

Figura 20	ARPA	41
Figura 21	Agulha Giroscópica	42
Figura 22	Satélite utilizado no sistema GPS	44

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ECDIS	<i>Electronic Chart Display and Information System</i>
RNC	<i>Raster Navigational Chart</i>
ENC	<i>Electronic Navigational Chart</i>
VTS	<i>Vessel Traffic System</i>
IHO	<i>International Hydrographic Organization</i>
IMO	<i>International Maritime Organization</i>
GNSS	<i>Global Navigation Satellite System</i>
GPS	<i>Global Positioning System</i>
DGPS	<i>Differential Global Positioning System</i>
AIS	<i>Automatic Identification System</i>
ARPA	<i>Automatic Radar Plotting Aid</i>

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	14
2	<i>ELECTRONIC CHART DISPLAY AND INFORMATION SYSTEM</i> (ECDIS)	15
2.1	Histórico	15
3	ASPECTOS GERAIS	18
3.1	Definição	18
3.2	Aspectos e Exigências Legais	18
4	CONSIDERAÇÕES SOBRE AS CARTAS ELETRÔNICAS	22
5	DEFINIÇÃO E CARACTERÍSTICAS DO ECDIS	25
5.1	Tipos de Cartas Eletrônicas	26
5.1.1	Carta Eletrônica Raster (RNC)	26
5.1.1.1	<i>Vantagens das Cartas Eletrônicas Raster</i>	<i>31</i>
5.1.1.2	<i>Desvantagens das Cartas Eletrônicas Raster</i>	<i>31</i>
5.1.2	Carta Eletrônica Vetorial (ENC)	33
5.1.2.1	<i>Vantagens da tecnologia vetorial</i>	<i>35</i>
5.1.2.2	<i>Desvantagens da tecnologia vetorial</i>	<i>35</i>
6	CONSTITUIÇÃO DO SISTEMA	38
6.1	<i>Hardware</i>	38
6.2	<i>Software</i>	39
6.3	Sensores	39
6.3.1	<i>Automatic Identification System (AIS)</i>	39
6.3.2	<i>Automatic Radar Plotting Aid (ARPA)</i>	40

6.3.3	Agulha Giroscópica	42
6.3.4	<i>Global Navigation Satellite System (GNSS)</i>	43
6.3.4.1	<i>Global Positioning System/Differential Global Positioning System (GPS/DGPS)</i>	43
6.3.4.2	<i>Globalnaya Navigatsionnaya Sputnikovaya Sistema (GloNaSS)</i>	44
6.3.5	Odômetro	44
	CONSIDERAÇÕES FINAIS	46
	REFERÊNCIAS	48

1 INTRODUÇÃO

Devido ao crescimento intenso do tráfego marítimo internacional e necessidade cada vez maior de seu monitoramento pelos países, buscando evitar situações tais como terrorismo, pirataria e outras práticas ilícitas, além de aperfeiçoar a segurança e a qualidade da navegação, surgiram os denominados *Vessel Traffic Service* (VTS) e os esquemas de separação de tráfego marítimo. Desta forma, forçou-se a criação de um sistema fiável de navegação em que o navegador, em qualquer instante e sem grande margem de erro, pudesse saber a sua localização e as dos demais navegadores, reduzindo assim o tempo que se perdia com a plotagem tradicional nas cartas de papel, aumentando a segurança e reduzindo erros do posicionamento manual. O sistema ECDIS deverá fornecer, no mínimo, as informações constantes de uma carta convencional, porém, sendo ele um sistema profissional de navegação, fornece outras informações de ajuda à navegação, tais como geológica, batimétrica, entre outros. Este sistema foi implementado com o propósito de aumentar a segurança da navegação reduzindo desta forma os riscos de encalhe e poluição.

O estudo do sistema ECDIS vem da necessidade de conhecer o funcionamento do sistema e da obrigatoriedade do oficial que opera navios com o referido equipamento ser detentor do certificado de operador.

2 ELECTRONIC CHART DISPLAY AND INFORMATION SYSTEM (ECDIS)

2.1 Histórico

Na era dos Grandes Descobrimentos, as cartas náuticas constituíam segredo de Estado, visto que os países que as possuíam ganhavam acesso a rotas marítimas exclusivas, tornando-se detentores do monopólio do comércio com outros povos e, conseqüentemente, grandes potências marítimas, devido às grandes riquezas envolvidas neste comércio. Devido a este fato, esses países não compartilhavam suas cartas náuticas, pois tal ato comprometeria a segurança nacional, sendo considerada crime de traição.

Posteriormente, as cartas náuticas passaram a ser distribuídas e disseminadas pelo mundo, aumentando a segurança da navegação. Atualmente, países como o Brasil apresentam toda a sua costa, portos e principais rios navegáveis representados em cartas náuticas modernas e precisas, constantemente atualizadas. Entretanto, a tradicional carta náutica está sendo cada vez menos utilizada, em virtude do desenvolvimento das cartas eletrônicas. Apenas como exemplo da produção total da *Defense Mapping Agency* (Agência Cartográfica de Defesa), dos Estados Unidos, somente 1/3 é representado por documentos cartográficos impressos em papel, sendo a cartografia restante toda ela basicamente eletrônica.

Em 1987, houve uma enorme preocupação da Organização Hidrográfica Internacional (IHO) com o desenvolvimento de cartas eletrônicas comerciais de produção independente, e seu risco em representar inadequadamente as informações hidrográficas compiladas, podendo comprometer a segurança da navegação, além das questões legais relacionadas com acidentes marítimos. Esta preocupação levou a IHO, em conjunto com a Organização Marítima Internacional (IMO) a formarem um grupo cuja finalidade era harmonizar e padronizar os requisitos dos usuários e as responsabilidades legais relacionadas com o sistema de apresentação de cartas digitais. A representação da IMO foi constituída por um grupo especial estabelecido pelo Subcomitê de Segurança da Navegação com a finalidade de estabelecer os padrões mínimos operacionais de desempenho. Paralelamente, a IHO estabeleceu seu próprio grupo de trabalho, denominado Comitê de Estudos de Sistemas de Apresentação de Cartas Eletrônicas, a fim de definir as especificações do sistema. As conclusões destas duas comissões deveriam ser transmitidas ao Subcomitê de Segurança da Navegação da IMO em Janeiro de 1989.

Neste contexto, em Junho de 1987, uma iniciativa independente do Serviço Hidrográfico da Noruega e da Real Administração de Hidrografia e Navegação da Dinamarca, envolvendo outras seis nações do Mar do Norte (Suécia, Alemanha Ocidental, Holanda, Bélgica, França e Grã Bretanha) empreendeu a viagem de um pequeno navio de pesquisa norueguês, M/V “Lance”, em Outubro de 1988. O projeto, denominado “Projeto Mar do Norte”, foi criação de Oyvind Stene, Diretor-Geral do Serviço Hidrográfico norueguês, que implementou-o com o auxílio essencial do gerente, Asbjorn Kyrkjeide, um de seus hidrógrafos.

Os objetivos do projeto eram:

- Definir a cooperação necessária entre os Serviços Hidrográficos nacionais para o desenvolvimento de um banco de dados regional para a carta eletrônica;
- Testar como os sistemas de apresentação de cartas eletrônicas (ECDIS) existentes podem aceitar e usar um banco de dados feito de acordo com as especificações da IHO;
- Testar os métodos existentes para atualização de cartas eletrônicas;
- Mostrar e apresentar as possibilidades e o potencial dos sistemas de apresentação de cartas eletrônicas (ECDIS) para as autoridades marítimas e armadores dos países visitados;
- Apresentar recomendações para os fabricantes de ECDIS, Serviços Hidrográficos nacionais, IHO e IMO, nos seus esforços para produzir especificações para os sistemas de apresentação de cartas eletrônicas; e
- Avaliar os recursos e custos necessários para estabelecer bancos de dados hidrográficos regionais.

Em 15 de Outubro de 1988, o M/V “Lance” partiu de Stavanger, Noruega, numa curta viagem cuja finalidade iria repercutir no futuro da navegação marítima. Antes de retornar ao porto de origem, no dia 7 de Novembro, o navio havia escalado em vários portos do Mar do Norte, onde foi visitado pelos diversos Serviços Hidrográficos e autoridades governamentais. Alguns visitantes permaneceram a bordo durante as paradas entre Gotemburgo, Esberg, Cuxhaven e Rotterdam. O objetivo dessa permanência a bordo era constatar a utilização de uma série de enfoques para sistemas de apresentação de cartas eletrônicas, onde puderam

verificar a utilização das cartas digitais que cobriam os seus portos e respectivas aproximações durante as pernadas, testemunhando em ação os bancos de dados criados e digitalizados. O tempo de atuação foi determinado pelo desejo de ter resultados disponíveis para a reunião do Subcomitê da IMO anteriormente citada.

3 ASPECTOS GERAIS

3.1 Definição

Sistema Eletrônico de Apresentação de Cartas (ECDIS). Refere-se a um sistema de informação para navegação que, com as devidas configurações de suporte (*backup*), pode ser considerado em conformidade com a carta atualizada exigida pelas regras V/19 e V/27 da Convenção Internacional para a Salvaguarda da Vida Humana no Mar (*SOLAS Convention*). Apresenta informações selecionadas em um sistema eletrônico de cartas náuticas com informações de posicionamento proveniente de sensores de navegação para auxiliar o navegante com o planejamento de sua derrota e o seu monitoramento e, se necessário, apresentar informações adicionais.

3.2 Aspectos e Exigências Legais

A Convenção SOLAS inclui exigência para que todos os navios tenham a bordo cartas náuticas e publicações atualizadas para a viagem intencionada. Porém, o uso de carta náutica a bordo para certas classes de embarcações tem sido progressivamente reduzido mediante o uso de cartas digitais, empregando-se um sistema de apresentação de cartas e informações ECDIS.

SOLAS Capítulo V/19

2.1 Todos os navios, independente do seu porte, deverão ter:

2.1.4 cartas náuticas e publicações náuticas para planejar e apresentar a derrota do navio para a viagem pretendida e para plotar e monitorar as posições durante toda a viagem; poderá ser aceito também um Sistema Eletrônico de Apresentação de Cartas e Informações (ECDIS) como atendendo às exigências deste subparágrafo. Navios para os quais o sub-parágrafo [2.10] é aplicado devem cumprir às exigências de dotação de ECDIS a bordo detalhadas nesse dispositivo;

2.1.5 arranjos de *back-up* para atender às exigências funcionais do subparágrafo 2.1.4, caso esta função seja parcial ou completamente atendida por meios eletrônicos

SOLAS Capítulo V/27

“Cartas náuticas e publicações náuticas, tais como roteiros, lista de faróis, avisos aos navegantes, tábuas das marés e todas as outras publicações náuticas necessárias para a viagem devem estar atualizadas.”

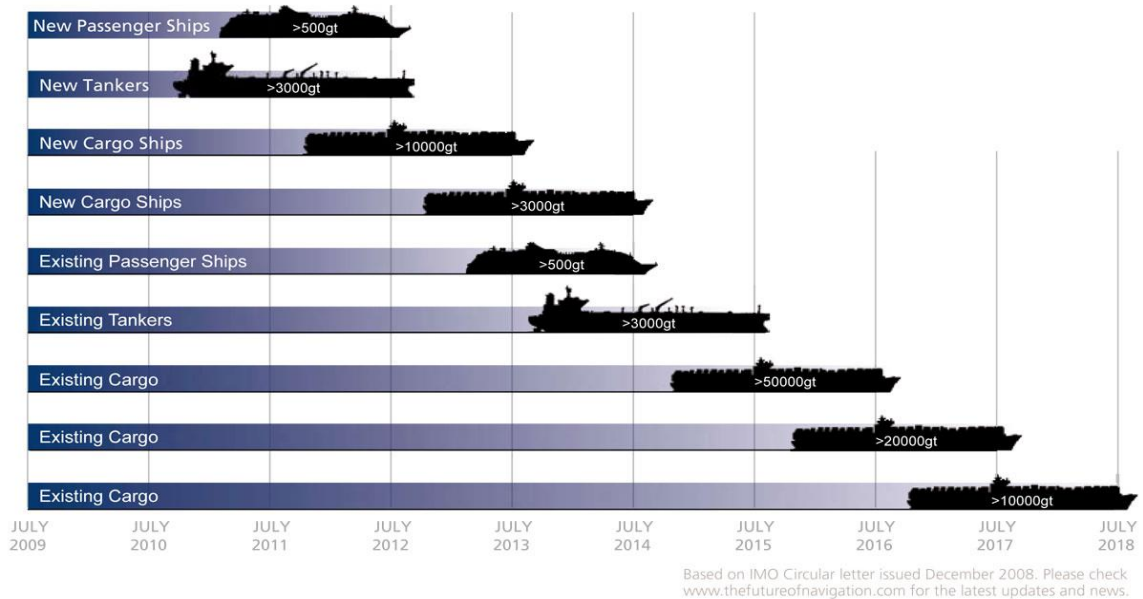


Figura 1 - Resolução A-817 (19) da IMO para implementação do ECDIS até 2018

As duas regras referidas acima demonstram que a exigência de dotação de cartas a bordo pode ser cumprida mediante:

- Existência a bordo de cartas oficiais e atualizadas impressas em papel; ou
- Existência a bordo de um tipo aprovado de ECDIS (de acordo com as exigências dos Padrões de Desempenho do ECDIS da IMO), complementados por um arranjo apropriado de *backup* e Cartas Náuticas Eletrônicas (ENC) atualizadas

De acordo com o circular da IMO SN/CIRC. 276, são definidos os conhecimentos mínimos que o operador deve possuir:

- Aspectos e exigências legais
- Principais tipos de carta
- Dados de ECDIS

- Apresentação de dados
- Sensores
- Funções básicas de navegação
- Funções especiais para monitoramento de rotas
- Atualizações
- Funções e indicações adicionais de navegação
- Erros nos dados apresentados
- Erros de interpretação
- Informação de status, avisos e alarmes
- Documentação da viagem
- Monitoramento da integridade do sistema
- *Backup*
- Perigos da confiança exagerada no ECDIS

Após a circular da IMO foi estabelecido o curso-modelo (*model course*) 1.27 e também foi promulgada a Resolução A.817/19, onde foram definidas as normas de desempenho para exibição das cartas eletrônicas e sistema ECDIS. Segundo esta resolução:

- o ECDIS deve ser capaz de contribuir para uma navegação segura;
- com a devida atualização e sistema de *backup*, é considerado como carta náutica de acordo com a SOLAS.
- Deve cumprir os requisitos de segurança dos equipamentos eletrônicos de navegação e atender aos padrões de desempenho, segundo a circular da IMO A 694/17
- As cartas eletrônicas devem ser capazes de exibir todas as informações de segurança e devem ser produzidas por institutos hidrográficos autorizados.
- Deve facultar uma atualização simples e fiável das cartas

- Deve reduzir o tempo de planejamento da derrota e facilitar o monitoramento com a plotagem constante da posição do navio.
- As cartas utilizadas deverão fornecer no mínimo as informações constantes nas cartas náuticas.
- O ECDIS deve ser capaz de providenciar alarmes de alerta de mau funcionamento.

4 CONSIDERAÇÕES SOBRE AS CARTAS ELETRÔNICAS

As cartas eletrônicas, quando usadas corretamente, oferecem vantagens substanciais sobre as variedades de cartas de papel, tais como plotagem contínua da posição do navio, advertências sobre os perigos à navegação na vizinhança, possibilidade de aproximação da imagem, mostrando melhor os detalhes da área em que se navega, etc. mantendo assim, a segurança da navegação melhorada. Um grande bônus é a facilidade de correção em relação ao processo de trabalho intensivo manual necessário das cartas de papel pelo navegador. As cartas eletrônicas raster (RNCs) são um complemento às cartas eletrônicas vetoriais (ENCs) por terem total cobertura mundial e assim poderem ser uma opção quando a área navegada não é coberta pelas cartas eletrônicas vetoriais (ENCs). Esta vantagem deve-se à dispendiosa e demorada elaboração de cartas vetoriais (ENCs) e de estas ainda não terem uma cobertura global completa. Quando se navega a partir de cartas eletrônicas, é obrigatório que o navio possua um tipo de *backup*, seja através de outro ECDIS independente ou de um conjunto das cartas náuticas oficiais equivalentes em papel.

Então, por que há certa apreensão sobre o processo agora obrigatório, que vai ver a frota mundial equipada com ECDIS? O que há a temer neste desenvolvimento tecnológico extremamente positivo? Há ainda algumas preocupações sobre a adoção de sistemas de carta eletrônica. Nada é novo, mas como muitos desenvolvimentos que entusiasma os fabricantes que produzem os novos equipamentos, a tradução do princípio à prática e a transição do papel para o eletrônico, que representa uma grande mudança e que tem implicações importantes para os procedimentos de passagem, são razões para que se fique ainda temeroso quanto à adoção do novo sistema. Há quem ache que a era do computador em que vivemos desperta uma mentalidade que considera um ECDIS como apenas mais uma máquina que proporciona lucros para os fabricantes, quando, na verdade ele é, para um navegador, uma “mudança de rumo” importante. Essa mentalidade se dá, muitas vezes, devido ao treinamento apenas informal e insuficiente sobre o equipamento eletrônico a ser usado, o que causa um uso limitado e, às vezes, incorreto do novo implemento. Também foi percebido que, durante o estágio de desenvolvimento do ECDIS e suas normas de funcionamento, foi dada ênfase insuficiente para a necessidade de desenvolver uma apresentação comum com símbolos e controles padronizados. Pode não haver grande surpresa nisso – aparelhos de radar e a maioria dos equipamentos de navegação estão sujeitos aos mesmos problemas – mas a mudança de

um radar para outro é muito menos complexa do que a mudança das cartas de papel para as cartas eletrônicas. Assim, a formação do operador se torna uma questão muito mais séria. Um modelo padronizado, que apresente ao navegador os princípios do ECDIS, é absolutamente essencial como um precursor para o tipo de formação que irá garantir que o navegador seja capaz de operar o equipamento instalado no navio no qual ele ou ela irá navegar. E é o desenvolvimento desta formação, ainda, objeto de debate, num momento em que o equipamento já está sendo montado nos navios novos e adaptado nos outros. Para padronizar a formação dos navegadores que irão operar o ECDIS, a IMO desenvolveu uma publicação que deverá ser usada como referência para os cursos de operadores de ECDIS. Ela é chamada de *Model Course 1.27 (The Operational Use of Electronic Chart Display and Information Systems - ECDIS)*. Nessa publicação estão os requerimentos técnicos, de competência e os padrões de performance exigidos para a formação do operador.



Figura 2 - Centro de treinamento para operação de ECDIS.

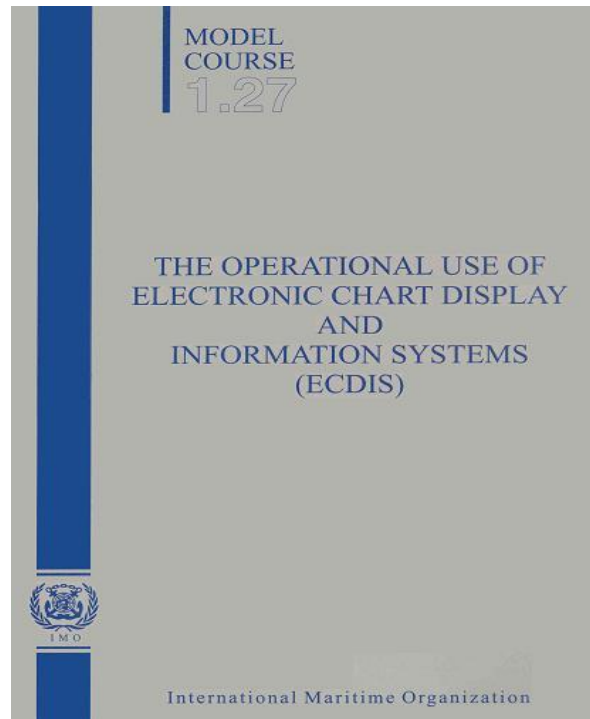


Figura 3 - Publicação IMO *Model Course 1.27*

Uma questão que poderá vir a ser um complicador para as empresas de navegação certamente diz respeito à movimentação dos oficiais de náutica em uma frota, especialmente se diferentes tipos de equipamento ECDIS estiverem instalados em seus navios. Os oficiais serão obrigados a passar por períodos de familiarização quando mudarem de navios, tornando as movimentações menos flexíveis do ponto de vista do departamento de pessoal. A adoção obrigatória do ECDIS certamente será acompanhada por uma boa dose de rápido desenvolvimento e aperfeiçoamento de equipamentos, fazendo com que uma atualização regular e cursos de reciclagem sejam necessários.

5 DEFINIÇÃO E CARACTERÍSTICAS DO ECDIS

Electronic Chart Display and Information System – Sistema de Informações e Apresentação de Cartas Eletrônicas (ECDIS): é um sistema de informação de navegação por computador que obedece aos regulamentos da Organização Marítima Internacional (IMO) que, com um sistema apropriado de *backup*, pode ser utilizado no lugar de cartas de navegação tradicionais em papel. O sistema exibe informação através de Cartas de Navegação Eletrônicas (em inglês, ENC – *Electronic Navigational Charts*) e integra informação de posição, através do Sistema de Navegação Global por Satélite (GNSS) e outros sensores de navegação como o radar e sistemas de identificação automáticos (AIS). Também pode exibir informação de rotas de navegação. O sistema gera alarmes sonoros e/ou visuais quando o navio está na proximidade de perigos à navegação. A função principal de um ECDIS é contribuir para a navegação segura, o que já era exigido com as cartas de navegação convencionais (em papel).

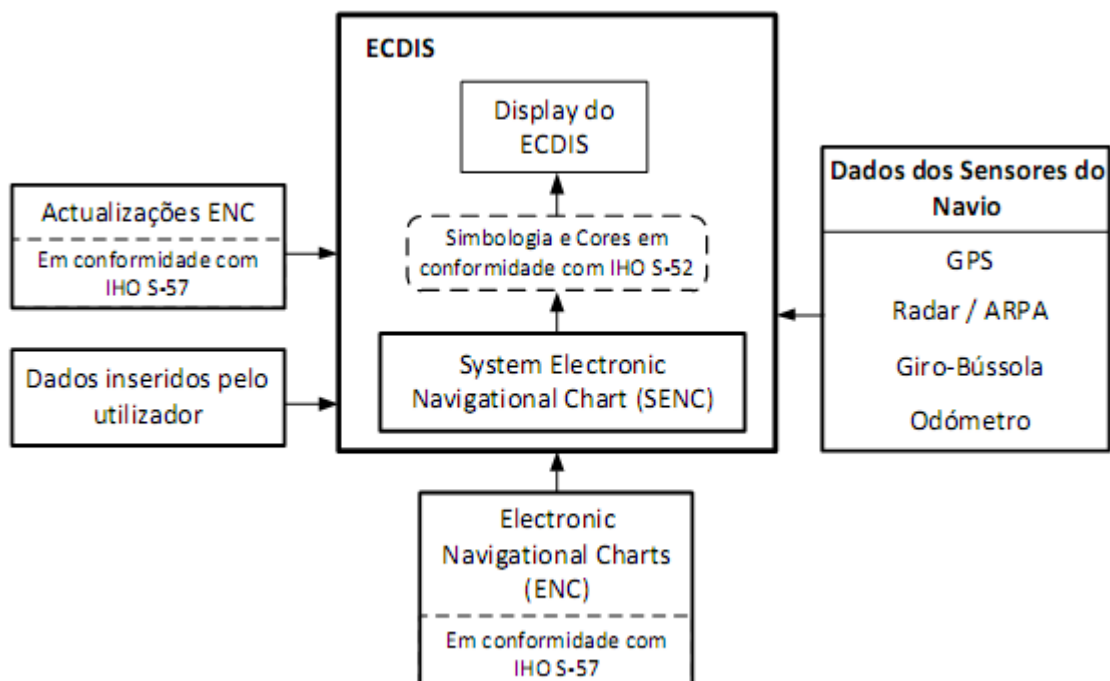


Figura 4 - Diagrama de blocos de um ECDIS



Figura 5 - *Electronic Chart Display Information System (ECDIS)*

5.1 Tipos de Cartas Eletrônicas

Existem dois formatos básicos de cartas eletrônicas: Raster e Vetorial. Cada formato utiliza um método diferente de digitalização da carta náutica original impressa.

5.1.1 Carta Eletrônica Raster (RNC)

Quando uma carta náutica de papel é convertida em uma carta eletrônica baseada no sistema Raster, essencialmente, é feita uma fotografia eletrônica da carta de papel. Ao invés de se digitalizar a carta impressa, o computador converte o arquivo de informações da carta em uma imagem *bitmap* (BMP). Isso converte a carta em uma série de pontos coloridos (*dots*). A quantidade de pontos por polegadas (*dots per inch*, ou DPI) dita a qualidade da carta. Normalmente, os Serviços de Hidrografia digitalizam as cartas em alta resolução (750 – 1300), enquanto as companhias privadas digitalizam com cerca de 100 – 250 (dpi) a fim de facilitar a visualização nas telas dos computadores. No início das cartas eletrônicas, as cartas Raster eram a forma mais fácil e barata. No entanto, elas possuem uma desvantagem comum à

maioria das imagens escaneadas: ocupam muito espaço no disco rígido e demoram a ser carregadas na tela do computador. Uma característica também negativa das cartas Raster é percebida face ao uso de “cartas em retalhos”. O retalhamento é o processo de misturarmos eletronicamente cartas diversas. A fim de emendá-las, os fabricantes das cartas eletrônicas trazem-nas para uma escala comum geralmente aumentando a escala da carta de menor escala e, portanto, menos precisa, para aquela de maior escala (mais precisa). O único indício visual para o navegador é a mudança no tamanho das fontes (os nomes e sondagens derivados de uma carta de menor escala aparecerão aumentados quando comparado com aqueles das cartas de escala maior).

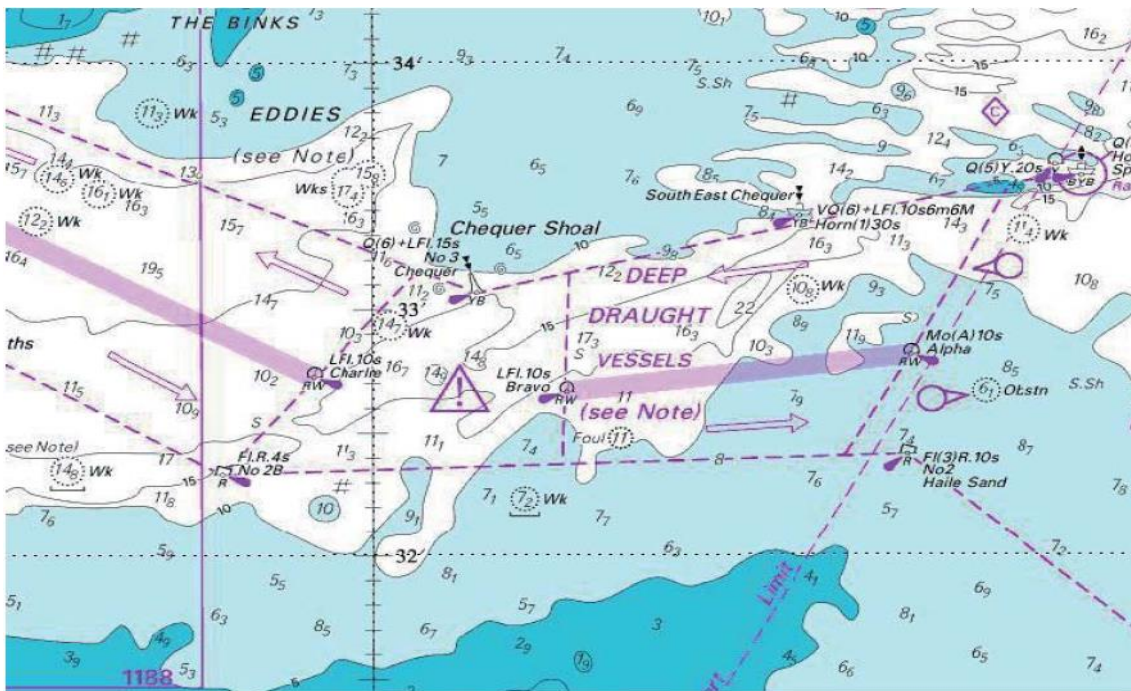


Figura 6 - Carta Raster

Na figura vê-se a representação de uma carta raster, que é uma transcrição digitalizada de uma carta impressa. Nesta carta pode-se ver a representação de um esquema de separação de tráfego marítimo, a respectiva balizagem e pontos de controle rádio.

As cartas raster devem ser utilizadas apenas quando não há cartas ENC de uma determinada área, pois sendo cópias digitalizadas não fornecem todas as funções das cartas ENC, tais como os alarmes de segurança, entre outros.

O operador do sistema ECDIS, além de conhecer os diferentes tipos de cartas utilizadas no sistema, também terá de estar familiarizado com as mais variadas simbologias apresentadas nas cartas ENC, pois são de elevada importância no planejamento de uma derrota segura. Nas figuras abaixo é apresentado um guia rápido de representação de símbolos.

ADMIRALTY Quick Guide to ENC Symbols

This quick reference guide is to help you recognise some of the lesser known ENC symbols. It is not intended to replace ECDIS Chart 1. The ENC symbols shown are in daytime colours. They may be shown in different colours/shades in night-time palette.

ENC Symbol	Explanation	Additional Information	5011 Ref
	Generic isolated danger symbol – with less depth than user-selected safety contour or where the depth is unknown	Wreck, rock or obstruction	K
	Sounding of low accuracy	Equates to sounding of doubtful depth in 5011	12
	6 stars A1 All significant seafloor features detected; very high accuracy survey 5 stars A2 All significant seafloor features detected; high accuracy survey 4 stars B Uncharted features dangerous to navigation are not expected but may exist; medium accuracy survey 3 stars C Depth anomalies may be expected; low accuracy survey or passage soundings 2 stars D Large depth anomalies may be expected; poor quality data U Quality of bathymetry yet to be assessed		
	Caution area where a specific caution note applies	Refer to cursor enquiry for more information. Refer to ECDIS Chart 1 for more examples	N64
	Dredged area deeper than safety contour Darker blue indicates water shallower than safety contour	Refer to cursor enquiry for more information	
	Vertical lines indicate areas of charted data at significantly smaller scale than main display	Zoom out until vertical lines disappear to view at scale appropriate to data	
	Indicates boundary between IALA A and B buoyage systems	See NP735	
	Isolated query indicates insufficient information to symbolise the feature. Query associated with symbol indicates absence of a mandatory attribute, such as beacon shape, direction or orientation.	Query may appear alone at a point, on a line or in a defined area. Further information may be obtained from cursor enquiry of the query	Q80
	Virtual aid to navigation with no physical structure	ECDIS / ENC based symbol	
	Limit between area of unofficial vector data and official ENC data, marked by orange pecked line – pecks angled towards unofficial vector data	May be shown the other way around an older ECDIS. Within areas of non-ENC data, an alternative, official chart must be used for navigation	

Figura 7 - Representação gráfica de símbolos de cartas ENC (Bóias do sistema tradicional / simplificado)

ENC Symbol	Explanation	Additional Information	5011 Ref	
	Indicates that an additional information note is available	Additional information can be viewed by cursor enquiry under the Information (INFORM) or Textual Description (TXTDSC) fields		
	Non-tidal current direction		H42	
	Spring tide – Ebb Flood		H41	
	Light vessel/lightfloat		P6	
	Daymarks		Q82	
	New Object – Point New Object – Line New Object – Area	New type of feature not yet known to ECDIS – further information available by cursor enquiry		
Symbol setting on ECDIS				
Simplified	Traditional	Buoy – Sloping Beacon – Upright		
		Spar or pillar lateral beacons – red/green	IALA Maritime Buoyage System. Refer to NP 735	Q130
		Buoys – lateral – conical – red/green, according to applicable IALA system	IALA Maritime Buoyage System. Refer to NP 735	Q130.1
		Lateral can buoys – red/green	IALA Maritime Buoyage System. Refer to NP 735	Q130.1
		Cardinal marks north/east/south/west	IALA Maritime Buoyage System. Refer to NP 735	Q130.3
		Isolated danger marks	IALA Maritime Buoyage System. Refer to NP 735	Q130.4
		Safe water buoy	IALA Maritime Buoyage System. Refer to NP 735	Q130.5
		Spar or Pillar – special marks	Shape/topmarks are optional – colour yellow	Q130.6
		Special purpose buoys eg TSS lane markers	Shape/topmarks optional – colour yellow	Q130.6
		Buoy – mooring	Derived from Chart 5011	Q40

Figura 8 - Representação gráfica de símbolos de cartas ENC (Bóias do sistema tradicional / simplificado)

Para obtenção das cartas eletrônicas, a Organização Hidrográfica Internacional (IHO) fornece um catálogo interativo na internet, onde apresenta a disponibilidade das cartas eletrônicas em todo o mundo.

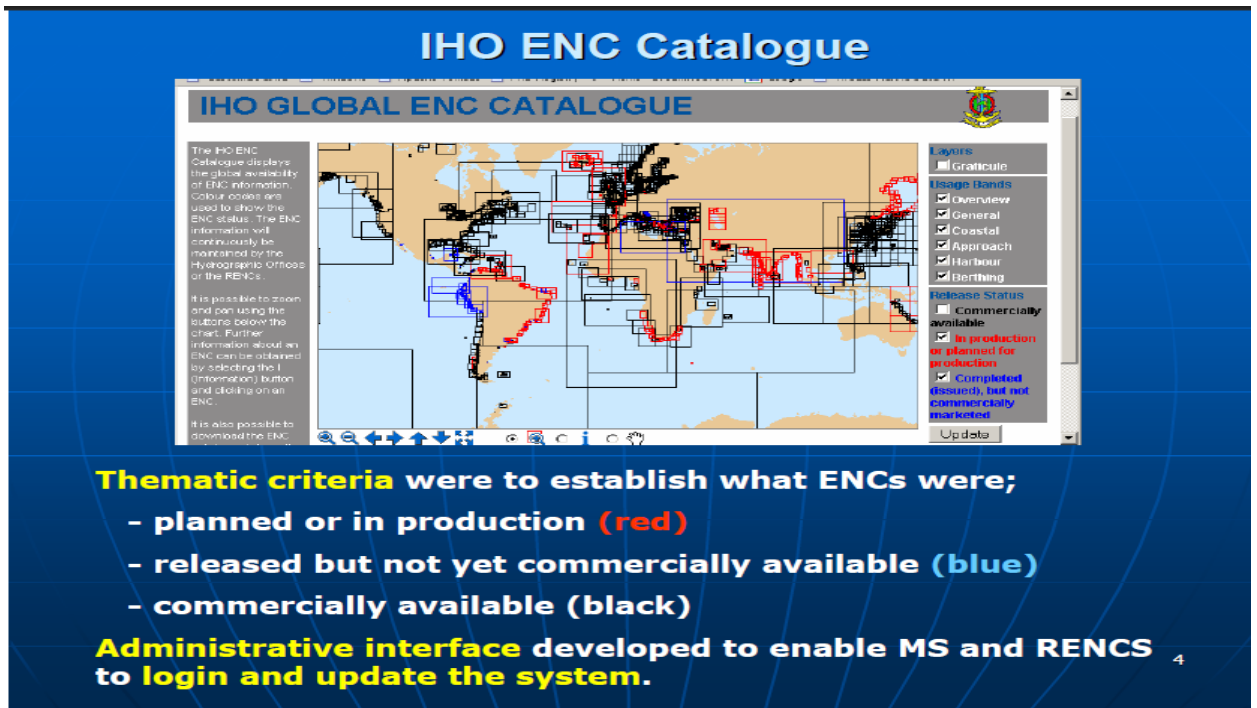


Figura 9 - Catálogo eletrônico do IHO

De acordo com a figura da IHO para aquisição de cartas ENC, é necessário consultar o catálogo eletrônico que nos fornece as respectivas áreas cobertas por ENC. As áreas são representadas por três cores diferentes: vermelho, azul e preto.

Vermelho: Cartas em construção

Azul: Cartas construídas mas não disponíveis no mercado

Preto: Cartas disponíveis no mercado

No Brasil as cartas ENC são fornecidos pelo website da DHN.

5.1.1.1 Vantagens das Cartas Eletrônicas Raster

- Familiaridade do operador, por utilizar os mesmos símbolos e cores das cartas náuticas em papel
- Cópias exatas das cartas em papel, preservando assim a sua integridade;
- As informações não podem ser omitidas visualmente pelo utilizador;
- Custo de produção inferior em relação à versão vetorial da carta;
- Oferta mais alargada de cartas; e
- Utilizando sobreposição de dados vetoriais com o *software* apropriado, as cartas raster podem ser utilizadas para realizar todas as operações normais feitas com as cartas de papel.

5.1.1.2 Desvantagens das Cartas Eletrônicas Raster

- Impossibilidade de definir melhor os dados apresentados na tela;
- Necessidade de uma base de dados adicional com um referencial comum para poderem ser analisadas;
- Não podem providenciar alertas diretamente;
- Necessitam de uma maior capacidade de armazenamento em relação às cartas vetoriais; e
- As cartas eletrônicas raster não permitem a separação das informações na tela.



Figura 10 – Cartas náuticas Raster (Visões noturna, crepuscular e diurna)

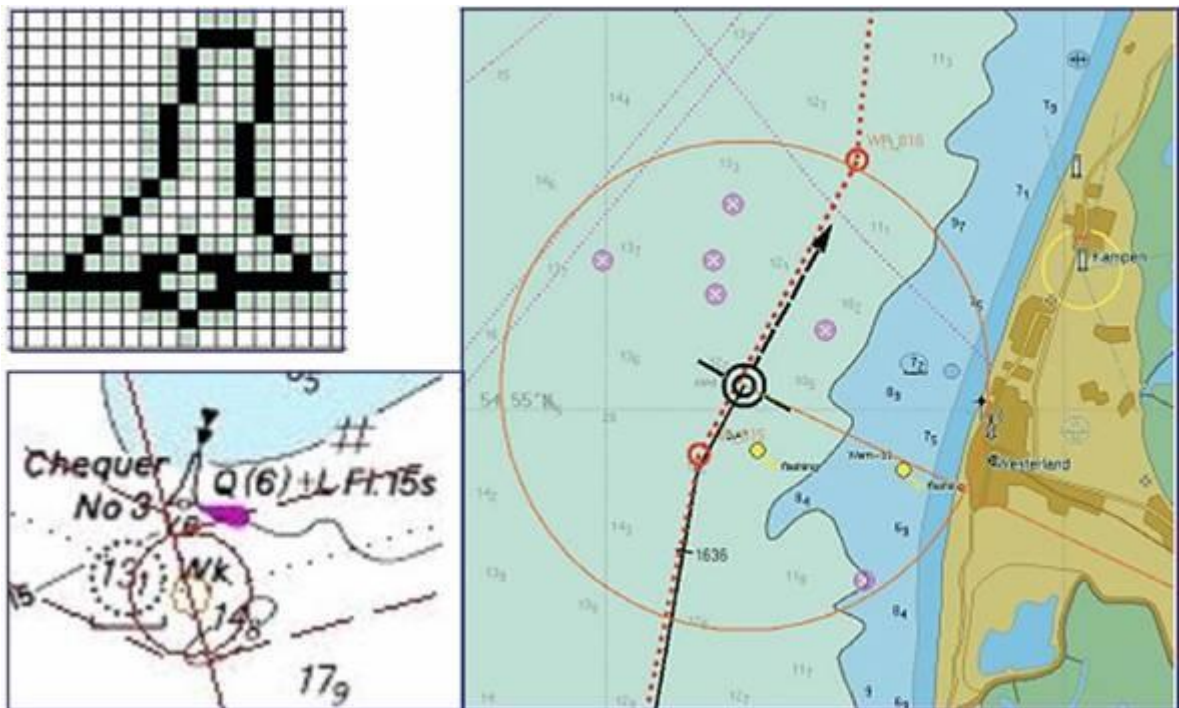


Figura 11 - Carta eletrônica Raster



Figura 12 - Carta Náutica Raster

5.1.2 Carta Eletrônica Vetorial (ENC)

As cartas eletrônicas vetoriais são geradas a partir de uma carta impressa digitalizada ou da transferência das informações da carta impressa para uma forma tabular. A grade de Latitude/Longitude é amarrada à carta e ela é então sistematicamente transferida para o computador. Todos os dados como contornos de massas terrestres, sondagens individuais, características específicas, etc. são convertidas para uma massa de pontos que são armazenados em arquivos eletrônicos em função da sua posição com um arquivo anexado que descreve as características representadas por aquele ponto. Quando o computador mostra a carta, ele coloca todos os pontos sobre a tela do mostrador. As camadas são construídas a partir de diversos elementos: primeiro é definido o contorno da linha costeira, depois as linhas de mesma profundidade, seguidas por pontos de sondagem e, por último, as bóias. Com isso, pode-se afirmar que as informações contidas nas cartas eletrônicas vetoriais são organizadas em camadas, permitindo seleção, análise e apresentação de elementos de forma customizada ou automática, havendo interação do navio com cada um de seus elementos. Além disso, as cartas vetoriais, por serem baseadas em banco de dados, não possuem limites definidos e tem a capacidade de incorporar informações de diversas fontes (Roteiros, Lista de faróis, Tábuas das Marés, Avisos aos Navegantes, Boletim Meteorológico, etc). Assim, a maioria das informações pode ser ocultada ou exibida em função do interesse do navegador. Diante disso, pode-se determinar que as cartas eletrônicas vetoriais são mais versáteis que as cartas eletrônicas raster, contudo, exigem maior atenção do navegador. As cartas eletrônicas vetoriais oficiais, produzidas pelos Serviços Hidrográficos e construídas segundo as especificações definidas pelas Normas S-57 e S-52 da IHO, recebem o nome de Carta Náutica Eletrônica (ENC). As posições nas ENC referem-se ao Sistema Geodésico Mundial adotado em 1984 (*World Geodetic System - WGS 84*).

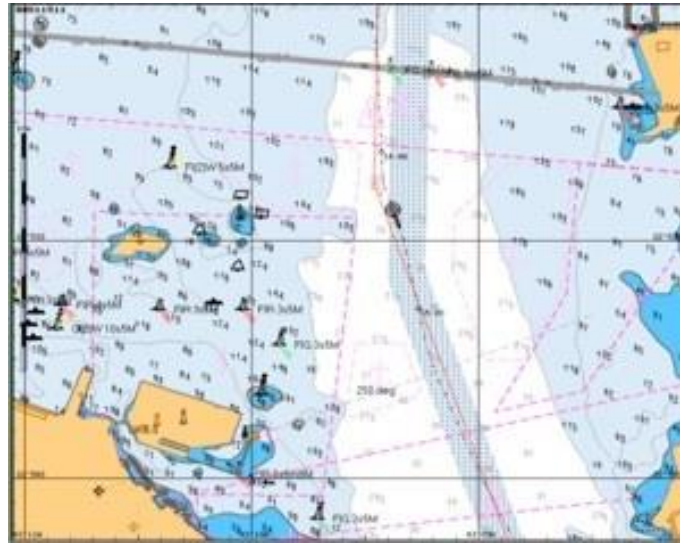


Figura 13 - Carta eletrônica vetorial construída segundo as especificações definidas pelas Normas S-57 e S-52 da IHO



Figura 14 - Carta vetorial

Na figura vê-se a representação de uma carta vetorial gráfica simplificada de acordo com os sinais representados. Ao centro do navio, representado por duas circunferências concêntricas, a seta indica o rumo do navio e a ré o pastrack, ou seja, o caminho já percorrido. As linhas vermelhas pontilhadas representam o rumo ou a pernada entre os *waypoints*, representados pelos pequenos círculos vermelhos. A circunferência maior representa uma delimitação da distância com a costa (*Variable Range Marker*). Também se pode ver a linha de marcação da costa à boreste.

5.1.2.1 Vantagens da Carta Eletrônica Vetorial

Numerosas características tornam a tecnologia vetorial notavelmente atrativa:

- Toda a informação contida em uma carta eletrônica vetorial pode ser armazenada em arquivos muito menores. Isso não somente ocupa muito menos memória, como também reduz o tempo que leva para conduzir qualquer operação de computação;
- Os dados podem ser armazenados em *layers* (camadas), isto é, todas as informações de massas terrestres em uma camada e as sondagens em outra. Isso pode ser comandado (colocando/tirando) pelo operador, possibilitando que somente a informação crítica seja mostrada, limpando a tela;
- A qualquer momento em que a escala do mostrador seja modificada (*zoom in/zoom out*), todas as informações e números podem ser mantidos no mesmo tamanho, o que não acontece em uma carta eletrônica raster;
- As cartas eletrônicas raster parecem distorcidas e pixeladas quando em aplicação extrema; e
- Um CD com cartas eletrônicas vetoriais pode conter até dez mil diferentes cartas

5.1.2.2 Desvantagens da Carta Eletrônica Vetorial

- Elas são tecnicamente mais complexas que as cartas eletrônicas raster;
- Sua produção é mais cara e prolongada;
- A cobertura mundial dificilmente será atingida;
- Mais difícil garantir a qualidade e integridade dos dados vetoriais; e
- A formação dos operadores das cartas vetoriais é mais demorada e dispendiosa em relação às cartas raster

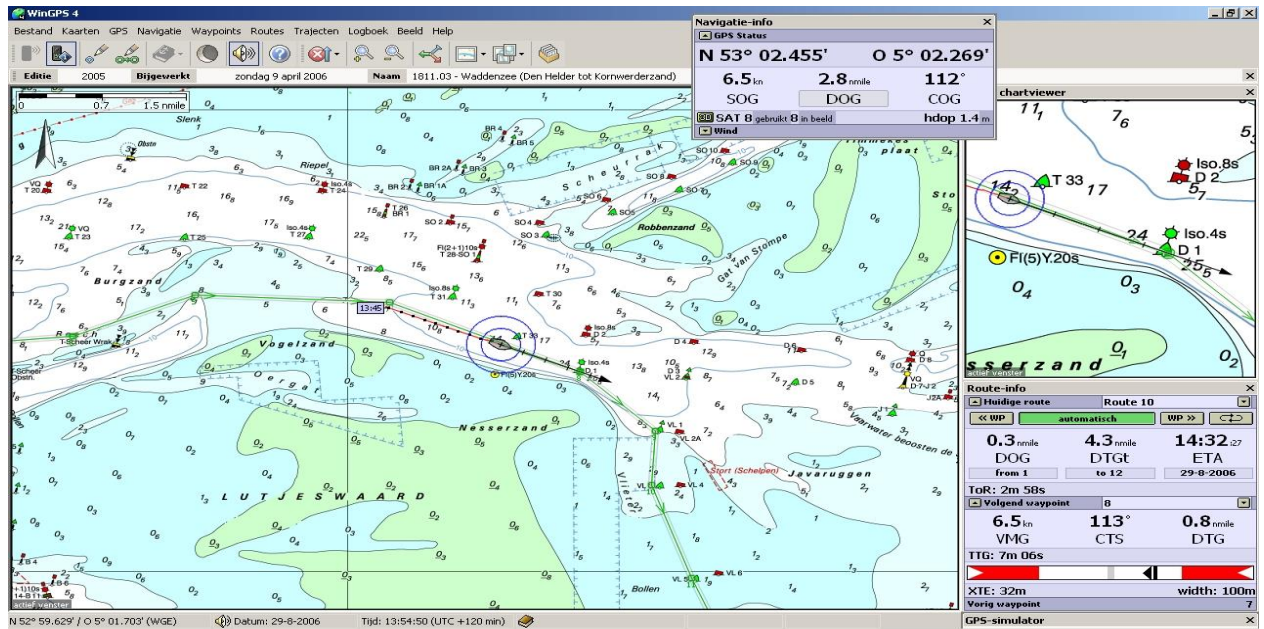


Figura 15 - Carta eletrônica vetorial. Detalhe para o zoom destacado ao lado da tela.



Figura 16 - Carta eletrônica vetorial em diferentes graus de detalhes

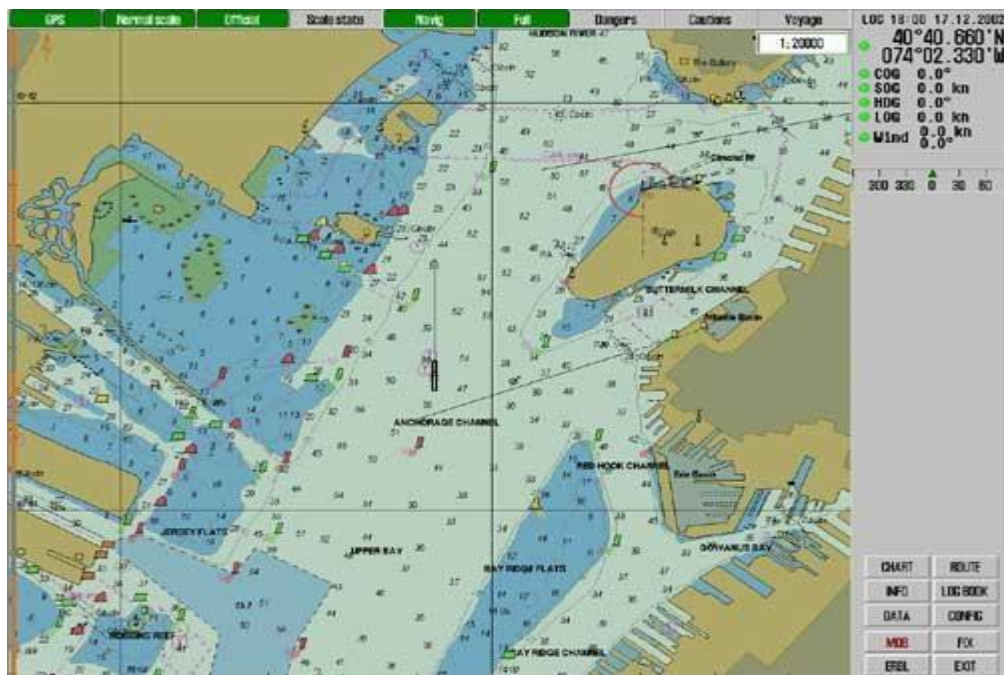


Figura 17 – Carta eletrônica vetorial.

6 CONSTITUIÇÃO DO SISTEMA

O sistema ECDIS pode ser dividido em duas partes: *Hardware* e *Software*.

6.1 Hardware

Consiste em um computador com grande capacidade gráfica e alta performance, um teclado e um monitor cujas dimensões mínimas devem ser 270 mm x 270 mm. O sistema é conectado aos vários equipamentos de ajuda à navegação existentes no passadiço. Estes irão fornecer dados importantes ao sistema e são denominados de sensores. Os equipamentos usados normalmente como sensores são: DGPS, Agulha Giroscópica, ARPA, Odômetro, AIS. Cada um dos sensores fornecerá informações individuais ao sistema, que depois serão computados e analisados como um todo.

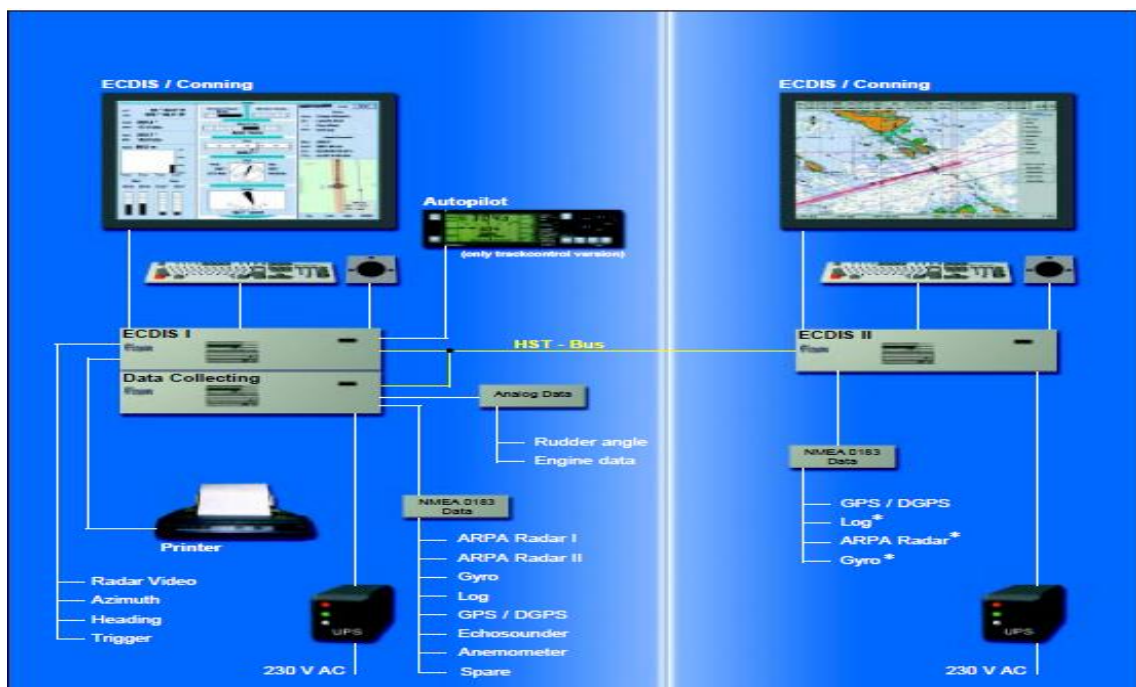


Figura 18 - ECDIS

A figura mostra a representação de dois sistemas de ECDIS. À direita um sistema simplificado demonstrando o monitor, o teclado, o computador e o sistema de alimentação de segurança em caso de *blackout*. Neste sistema *standard* o equipamento recebe informações de apenas quatro sensores: GPS/DGPS, Odômetro, ARPA e Agulha Giroscópica. À esquerda um sistema mais complexo que, além dos sensores do sistema *standard*, engloba outros tais como: Anemômetro, Axiômetro, Ecobatímetro e Piloto Automático.

6.2 Software

Compatíveis com as posições do *Global Navigation Satellite System* (GNSS), é o programa que faz a interface entre o operador e a máquina, permitindo desta forma ao operador manusear as diferentes funções do sistema tais como: manusear cartas, criar *waypoints*, definir margens de segurança, criar derrotas, entre outros.

6.3 Sensores

Define-se sensores os vários equipamentos de ajuda à navegação que fazem a interface com o sistema ECDIS. Entre os vários sensores serão destacados os utilizados para um funcionamento de um sistema *standard*:

- AIS;
- DGPS;
- ARPA; e
- Odômetro.

6.3.1 Automatic Identification System (AIS)

Sistema de informação automática dos navios que informa todos às estações da área, através da transmissão digital VHF, além de várias outras informações importantes. Fornece às estações dados relativos ao rumo, velocidade, identificação, carga transportada, passageiros a bordo, tipo de carga, etc.

Os navios poderão receber, através de estações terrestres ou autoridades, informações meteorológicas ou outras de segurança da navegação.

Os navios poderão transmitir mensagens específicas entre si, facilitando, deste modo, a comunicação e aumentando, assim, a segurança da navegação.

O AIS também é um equipamento de grande importância para embarcações de pequeno porte, como veleiros de pequena dimensão, que muitas vezes são indetectáveis pelos radares, e com o uso deste equipamento estes poderão ser localizados na sua presente posição, reduzindo desta forma o risco de abalroamento. O AIS também é utilizado em faróis e bóias de ajuda à navegação fornecendo a sua localização, entre outras informações.



Figura 19 – AIS

A figura mostra o display de um AIS onde o navio está representado ao centro e os diversos alvos, ao redor. No círculo menor vê-se um alvo marcado cujas informações estão representados à direita.

6.3.2 *Automatic Radar Plotting Aid (ARPA)*

É um sofisticado equipamento de navegação encontrado no passadiço que combina a tradicional imagem radar e com um aparelho de sistema de plotagem. As vantagens de utilização de um radar ARPA são:

- Apresentação em movimento relativo e movimento real;

- Aquisição automática e aquisição manual de alvos;
- Informação em relação à velocidade, rumo, distância, marcação, Ponto de Maior Aproximação - PMA (*Closest Point of Approach – CPA*) e Tempo para o PMA (*Time to Closest Point of Approach - TCPA*) sobre todos os alvos;
- Capacidade de trocar e apresentar vetores, linhas, círculos de distância e áreas perigosas na tela;
- Capacidade de apresentar simulações de situações de mudança de rumo e velocidade do navio ou dos alvos;
- Capacidade de apresentar alarmes sonoros e visuais; e
- Integração com os vários equipamentos do passadiço.



Figura 20 - ARPA

Na figura, a imagem do ARPA, sobreposta à apresentação radar, mostra o navio, o movimento dos alvos e a imagem da costa. O ARPA é muito importante no sistema ECDIS, pois se pode utilizar a sobreposição da imagem no display da carta ENC a fim de comparar com as posições do ECDIS e do radar.

6.3.3 Agulha Giroscópica

A agulha giroscópica é um tipo especial de agulha que não depende do campo magnético terrestre, mas sim das propriedades do giroscópio. É a agulha que nos fornece o norte geográfico e não o norte magnético. O funcionamento se baseia no princípio do giroscópio livre, ou seja, um motor que tem a liberdade para girar em torno de três eixos: um eixo de rotação, um eixo horizontal e outro vertical. Um giroscópio, quando em alta velocidade, apresenta duas propriedades: a inércia giroscópica e a precessão.

A inércia giroscópica é a propriedade que o giroscópio livre tem de manter seu eixo de rotação sempre apontando para o mesmo ponto.

A precessão é a propriedade que o giroscópio livre tem de, ao ser aplicada uma força tentando deslocar o eixo de rotação da sua direção, este, em vez de mover-se na direção da força, o faz num plano que forma 90 graus com a direção da força aplicada. Aplicando essas duas propriedades com forças convenientes, podemos orientar o nosso rotor para o meridiano geográfico.



Figura 21 - Agulha Giroscópica

6.3.4 *Global Navigation Satellite System (GNSS)*

São sistemas que estabelecem o posicionamento geoespacial através do uso de satélites artificiais. Estes sistemas permitem que receptores sobre a superfície terrestre possam determinar a sua localização comparando os sinais dos satélites, adquirindo sua posição em um sistema de referência espacial. A precisão da localização será dada conforme o tipo de técnica de posicionamento utilizada. Apenas dois sistemas GNSS são considerados plenamente operacionais e com alcance global: o sistema estadunidense GPS e o sistema russo GloNaSS. Outros sistemas GNSS em desenvolvimento incluem o sistema europeu Galileo e o sistema chinês Compass.

6.3.4.1 *Global Positioning System/Differential Global Positioning System (GPS/DGPS)*

Global Positioning System (GPS) é o sistema que permite determinar em todo o mundo a posição de um objeto. Funciona mediante uma rede de 24 satélites em órbita sobre a terra a uma altitude de 20200 Km com trajetórias sincronizadas para cobrir toda a superfície terrestre. Quando se pretende determinar a posição, o receptor localiza automaticamente no mínimo três satélites, baseando-se no princípio da diferença de fases entre os sinais rádio emitidos pelos satélites e registrados por ele. Porém, devido ao não sincronismo dos sinais e às limitações de transmissão atuais com as frequências utilizadas, a posição obtida pode variar entre 10 a 15 metros, surgindo deste modo um novo sistema chamado de DGPS.

Differential Global Positioning System (DGPS) é um aprimoramento do sistema GPS, melhorando a precisão de localização de 15 metros para apenas alguns centímetros. Este sistema baseia-se numa rede de estações de referência fixas em terra cuja função é fazer a diferença das posições indicadas pelos satélites e as posições fixas em terra. O sinal de correção digital é normalmente transmitido por estações terrestres de curto alcance.



Figura 22 - Satélite utilizado no sistema GPS

6.3.4.2 *Globalnaya Navigatsionnaya Sputnikovaya Sistema (GloNaSS)*

Sistema de navegação por satélite executado pelo Ministério da Defesa russo. Ele usa 21 satélites na órbita terrestre média e três sobressalentes. Semelhante ao GPS, o GloNaSS permite o posicionamento em qualquer lugar na Terra dentro de 100 a 150 metros para o público, porém não possui a correção diferencial presente no sistema estadunidense. O primeiro satélite foi lançado em 1982 e o sistema se tornou operacional em 1993, embora o conjunto completo de satélites não foi concluído até 1995.

6.3.5 Odômetro

Os odômetros são equipamentos utilizados para medir a velocidade do navio e consequentemente a distância navegada. A partir do tradicional odômetro de superfície, através da evolução eletrônica surgiram vários tipos de odômetros, porém os mais utilizados na marinha mercante são o odômetro eletromagnético e o odômetro doppler.

Odômetro Eletromagnético - baseia-se no princípio de que qualquer condutor produz uma Força Eletromotriz (FEM) quando se move através de um campo magnético ou, inversamente, quando um campo magnético se move relativamente a esse condutor. A direção do campo magnético, do movimento e da FEM induzida estão todas a 90° umas com as outras. Se o campo magnético for constante, o valor da FEM induzida será proporcional à velocidade com que o condutor se move na direção indicada. A FEM induzida pelo movimento do navio é proporcional à velocidade do elemento sensível em relação à água.

Odômetro Doppler - o efeito doppler é a mudança de frequência de uma onda quando a fonte sonora e o observador estão em movimento. Um odômetro doppler possui um transdutor de emissão e um de recepção. A diferença entre as frequências de emissão e de recepção é diretamente proporcional a velocidade do navio.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

No final de 2011, a autoridade marítima Brasileira publicou a NORMAM 28 (Normas da Autoridade Marítima) para a navegação e cartas náuticas, que entre outros assuntos tratou da adoção obrigatória do ECDIS e das condições para que este seja aceito como dotação de cartas náuticas requeridas pela convenção SOLAS.

Com o ECDIS, o plano de viagem pode ser acompanhado em tempo real com uma variedade de controles automáticos, tais como alarmes de contornos, alarmes de profundidade, alarmes para áreas proibidas, alarmes para perigos submersos entre outros. O sistema também poderá proporcionar uma navegação automática deste que seja incorporado um piloto automático compatível.

Porém, o ECDIS não é apenas uma tela que exhibe uma carta eletrônica com posição fornecida por um GNSS, e sim um complexo sistema que conecta os mais diversos equipamentos de ajuda à navegação do passageiro. Alterando de forma radical o antigo conceito de navegação com cartas de papel, podemos afirmar que a sua utilização na navegação tem um reflexo tão grande quanto a colocação de máquinas a vapor nos antigos navios a vela. No início da sua utilização, temos sistemas com cartas de papel e eletrônicas, como acontecia no passado com navios a vela e vapor. Contudo, com o passar dos anos e a respectiva formação e certificação dos oficiais, este passará a ser mais um equipamento eletrônico comum entre tantos outros utilizados na navegação.

O objetivo principal do sistema ECDIS é aumentar a segurança da navegação, porém a sua utilização por oficiais não qualificados sem adequada interpretação dos dados poderá conduzir a acidentes. Também a confiança excessiva no equipamento, não fazendo uso de outros sistemas de navegação, poderá acarretar em um sinistro.

Sem o devido treinamento, os oficiais podem se tornar meros observadores da posição do GNSS na carta eletrônica, sendo incapazes de reconhecer os potenciais riscos a navegação apresentados na tela.

Com a implementação do curso modelo 1.27 da IMO, o oficial ficará capacitado para poder utilizar o ECDIS, porém convém notar que existem vários equipamentos no mercado e que cada fabricante possui o seu *software*. Com isto, torna-se necessário, além da certificação, um treinamento para aprender a manipular o *software* que será utilizado e uma boa

familiarização com os equipamentos de bordo, minimizando desta forma possíveis erros em seu manuseio.

REFERÊNCIAS

BARROS, Geraldo Luiz Miranda de. **Navegando com a Eletrônica**. Catedral das Letras Editora – 2ª Edição: 2006

CCMM, Centro Capitães de Marinha Mercante. **Revista Eletronica Digital nº 93**. Rio de Janeiro 15/03/2012

IHO, International Hydrographic Organization. **Publicação S-66**. 1ª Edição: 2010 - London UK

INTERNATIONAL MARITIME ORGANIZATION. **International Convention for the Safety of Life at Sea: SOLAS**. Consolidated 2011 Edition – London UK

INTERNATIONAL MARITIME ORGANIZATION. **International Convention on Standards of Training, Certification and Watchkeeping for Seafarers: STCW**. 2011 Edition – London UK

MIGUENS, Altineu Pires. **Navegação: A Ciência e a Arte – Volume III – Navegação Eletrônica e em Condições Especiais**. 1ª Edição: 2000

NISHINOMYAJAPAN FURUNO ELECTRIC CO. LTD. **Furuno ECDIS Training Course**. 2010

SILVA, Renan dos Santos – **Navegação: NAV 011** - Edição 2008

WEINTRIT, Adam. **International Recent Issues about ECDIS, e-Navigation & Safety at Sea: Marine Navigation and Safety of Sea Transportation**. 2011 Edition