



Universidad Austral de Chile

Facultad de Ciencias de la Ingeniería
Escuela de Ingeniería Naval

APLICACIÓN DE LOS SISTEMAS DE RADAR ARPA E IDENTIFICACIÓN AUTOMÁTICA DE CONTACTOS COMO AYUDAS A LA NAVEGACIÓN

Tesis para optar al grado de:
Ingeniero Naval.
Mención: Transporte Marítimo

Profesor Patrocinante:
Sr. Roberto Casanova Esparza.
Oficial Marina Mercante Nacional.

CRISTIAN ALEJANDRO SÁNCHEZ IMILÁN
VALDIVIA – CHILE
2009

Esta tesis ha sido sometida para su aprobación a la Comisión de Tesis, como requisito para obtener el grado de Licenciado en Ciencias de la Ingeniería.

La tesis aprobada, junto con la nota de examen correspondiente, le permite al alumno obtener el título de Ingeniero Naval, con mención en Transporte Marítimo.

EXAMEN DE TÍTULO

Nota de Presentación	(Ponderado) (1)	:
Nota de Examen	(Ponderado) (2)	:
Nota Final	(1 + 2)	:

COMISIÓN EXAMINADORA

..... DECANO FIRMA
..... EXAMINADOR FIRMA
..... EXAMINADOR FIRMA
..... EXAMINADOR FIRMA
..... SECRETARIO ACADÉMICO FIRMA

Valdivia,.....

Nota de Presentación	=	$NC/NA \times 0,6 + \text{Nota de Tesis} \times 0,2$
Nota Final	=	$\text{Nota de Presentación} + \text{Nota de Examen} \times 0,2$
NC	=	Sumatoria Notas de Currículum, sin Tesis
NA	=	Número de Asignaturas Cursadas y Aprobadas

DEDICATORIA

A mis padres y familia, les agradezco de corazón el esfuerzo que dedicaron en darme una buena educación, el permitirme seguir mis sueños y apoyarme en todos los momentos que pasé fuera de casa.

A mi hermana y su familia, quienes siempre han tendido sus brazos para acogerme en su hogar, y a mis sobrinos que me alegran la vida con sus cariños y travesuras.

A mis amigos de siempre que han estado en las buenas y en las malas, con quienes aprendí a crecer y a compartir. A los amigos con los que compartí en la universidad, a mis profesores y académicos que me entregaron las herramientas para convertirme en un profesional competente.

A todos, mis más sinceros agradecimientos.

ÍNDICE

<i>Contenido</i>	<i>Página</i>
Índice	
Resumen	
Summary	
Introducción	
Capítulo I	
1. Orígenes de los Sistemas de Comunicación Por Satélite	1
1.1 Sistemas Inerciales	1
1.2 Radiolocalización	2
1.3 Sistemas Basados en Satélites	2
1.4 TRANSIT	3
1.4.1 Generalidades del Sistema TRANSIT	4
1.4.2 Configuración y Operación del Sistema	5
1.5 GPS	6
1.5.1 Servicio Ofrecido por el Sistema GPS	7
1.5.2 Configuración del Sistema	7
1.5.3 Segmento Espacial	8
1.5.4 Segmentos de Control	8
1.5.5 Segmento de Usuario	9
1.5.6 Funcionamiento	9
1.5.7 Aplicaciones	9
1.6 La Tragedia del Andrea Doria	10
Capítulo II	
2. Conceptos del Radar ARPA	13
2.1 Definiciones Concernientes a la Utilización del Equipo	13
2.1.1 Radar	13
2.1.2 Onda	13
2.1.3 Ondas Electromagnéticas	13
2.1.4 Distancia Mínima de un Radar	14
2.1.5 Distancia Máxima de un Radar	14
2.1.6 Potencia de Cresta de un Radar	15
2.1.7 Frecuencia de la Portadora	15
2.1.8 Banda X, Banda S	15
2.1.9 Largo y Forma del Pulso	15
2.1.10 Forma de los Pulsos	16
2.1.11 Frecuencia de Repetición de Pulso (FRP o PRF)	16
2.1.12 Radiofrecuencia	17
2.1.13 Ciclo de Trabajo	18
2.1.14 Resolución del Radar	19
2.1.15 Precisión en Demora	19

2.2 Descripción de los Equipos Componentes de un Radar ARPA	20
2.2.1 Fuente de Poder	22
2.2.2 Modulador	22
2.2.3 Transmisor	22
2.2.4 Sistemas de Antena Receptora – Transmisora	22
2.2.5 Receptor	23
2.2.6 Indicador	24
 Capítulo III	
3. Principios Básicos de Funcionamiento del Radar	27
3.1 Características de Propagación de Ondas de un Radar	28
3.1.1 Las Ondas de Radar	28
3.1.2 Refracción	29
3.1.3 Refracción en una Atmósfera Estándar	29
3.1.4 Súper – Refracción	30
3.1.5 Sub – Refracción	31
3.1.6 Ductos	31
3.1.7 Difracción	32
3.1.8 Atenuación	32
3.1.9 Características del Eco	32
3.2 Factores que Afectan la Detección de Blancos	33
3.2.1 Factores que afectan el alcance máximo	33
3.2.2 Factores que afectan al alcance mínimo	34
3.2.3 Factores que afectan la exactitud en distancia	35
3.2.4 El Tiempo Meteorológico	36
3.2.5 Longitud de Onda	37
3.2.6 Características del Blanco	38
 Capítulo IV	
4. Conceptos Básicos en el Uso del Radar ARPA	40
4.1 Conceptos de Cinemática Automatizadas por el Sistema ARPA	40
4.1.1 Movimiento Absoluto	40
4.1.2 Movimiento Relativo	41
4.1.3 Significado del Ploteo de las Tres Posiciones	44
4.1.4 La Rosa de Maniobras	45
4.1.5 Formas de Usar la Rosa de Maniobras en el Ploteo de los Contactos	45
4.1.6 Maniobras para Evitar una Colisión	53
4.2 Funciones y Operación del Radar	61
4.3 Observaciones del Radar	102
4.3.1 Ecos Falsos	102
4.3.2 Imagen Virtual	104
4.3.3 Sectores de Sombra	105
4.3.4 Interferencia de Radar a Radar	105
4.3.5 Sectorización	105

4.3.6 Anillos de Distancia Segmentados	105
4.3.7 Distorsión en la Presentación PPI	105
4.3.8 Efecto de Reloj de Arena	106
4.3.9 Efecto de Cable Suspendido	106
4.3.10 Ayudas a la Navegación por Radar	106
4.4 Conceptos y Operación ARPA	110
Capítulos V	
5. Reglamentación Concerniente al Radar ARPA	133
Capítulos VI	
6. Sistema Automático de Identificación (AIS o SIA)	138
6.1 Origen del AIS	138
6.1.1 Descripción del Sistema	139
6.1.2 Tipos de Transpondedor	140
6.1.3 El AIS Como Ayuda a la Navegación	142
6.1.4 Mensajes de Informe de Estaciones AIS de Ayudas a la Navegación	143
6.1.5 Descripción de los Mensajes	143
6.1.6 Descripción de los Mensajes AIS de Ayudas a la Navegación	145
6.2 Descripción Equipos Componentes AIS	146
6.2.1 Características	147
6.3 Datos del Sistema AIS	148
6.3.1 Contenido de los Datos del barco	148
6.3.2 Mensajes cortos relativos a la seguridad	149
6.4 Operaciones Básicas del Equipo AIS	151
6.5 Reglamentación Concerniente al AIS	173
Capítulo VII	
7. Mantenimiento de los Equipos	179
Capítulo VIII	
8. Conclusiones	185
Capítulo IX	
9. Glosario	187
Capítulo X	
10. Bibliografía	192

RESUMEN

Los avances tecnológicos que se han desarrollado en los últimos tiempos han potenciado de gran manera los equipos utilizados en el puente de gobierno de un buque, prestando una utilidad extraordinaria para la navegación.

Los sistemas de Radar ARPA y de Identificación Automática de contactos son un ejemplo claro de eficiencia al momento de maniobrar un buque, manteniendo la seguridad de la gente a bordo y facilitando la labor del navegante en mantener las comunicaciones con su entorno.

El objetivo principal de esta tesis es de dar a conocer los aspectos generales de estos equipos y facilitar una guía a la cual recurrir al momento de enfrentarse a su uso diario en la vida profesional, entregando las instrucciones e informaciones básicas para la manipulación segura y oportuna cuando sea necesario. Para ello se ha estructurado este documento en diez capítulos comenzando por una revisión a los orígenes de los sistemas de comunicación por satélite, seguido de la entrega de los conceptos necesarios para el entendimiento del funcionamiento de un radar, estructura del mismo y de los fenómenos que le permiten la identificación de un contacto. Continúa con una revisión a la cinemática náutica aplicada a la prevención de los abordajes, cuyos principios el sistema automatiza, la presentación de los controles y funcionamientos básicos para el uso del radar y ARPA, y una revisión a las normas y convenios que se han creado para su observación. Finalmente un capítulo del Sistema Automático de Identificación (AIS o SIA) repasa desde los orígenes del sistema y su desarrollo, hasta el funcionamiento del mismo, enfocándose en la descripción de los controles y facultades del manejo adecuado de un equipo AIS, para terminar en la revisión de las normas y convenios creados para su control.

El término de este documento se realiza con las conclusiones en relación al trabajo desarrollado y expuesto a continuación.

SUMMARY

The technological advances that have been developed nowadays, have boosted the use of equipment in a bridge's ship, facilitating an extraordinary utility in navigation.

The A.R.P.A. Radar system and the Automatic Identification System of Targets are clear examples of efficiency in the time of maneuvering a ship, and maintaining the security of the people on board. As well as facilitating the work of the sailor in keeping communication around him.

The primary objective of this thesis is to show the general aspects of this equipment and to facilitate a guide to access at the time of facing its daily use in the professional life. It would give instructions and basic information for the safety and opportune manipulation when necessary. Thus, this document has been structured in ten chapters. Beginning with a revision of the origins of the satellite communications systems. Then it is followed by the necessary concepts for the understanding of the operation in a radar, its structure and the phenomena that allows it to identify a contact. It continues with a revision to the nautical kinematics applied to the prevention of boardings, whose basic principles are automated by the system. The presentation of the controls and operations in the use of the radar and A.R.P.A. A revision of the requirements and agreements that have been created for its observation. Finally a chapter with a review of the Automatic Identification System (A.I.S. or S.I.A.), from its origins and development, to the operation of it. The focus here is in the control description and faculties of the adapted handlings of the A.I.S. equipment, finally finishing with the revision of the requirements and agreements created for its control.

The end of this document is made with the conclusions in relation to the developed work, exposed below.

INTRODUCCIÓN

Desde la antigüedad, el hombre se vio en la obligación de buscar maneras de guiarse mediante instrumentos y el entorno para navegar hacia su destino. A lo largo de los años la tecnología se ha puesto en manos de los tripulantes desarrollando instrumentos que permiten una mejor observación del medio en que se navega, prestando principal atención a los elementos que pueden presentar algún tipo de riesgo a la embarcación. El principal sistema que sin duda se transformó en un componente infaltable en cada puente de los buques, fue el **Radar**. Desde sus inicios permitió facilitar el trabajo de los pilotos y vigías que debían estar atentos a cualquier buque en las cercanías para así, poder realizar las maniobras necesarias para evitar colisiones o accidentes en general. Si bien en la actualidad el principio de funcionamiento de un radar no ha variado considerablemente, se han implementado nuevas tecnologías para hacer de este instrumento, un sistema cada vez más competente en la adquisición, visualización y cálculos de potenciales peligros. La necesidad de aplicar la cinemática náutica para la prevención de abordajes ya ha pasado, progresivamente, a un segundo plano, debido a que la implementación del sistema ARPA en los radares actuales permiten la automatización de estos cálculos, presentando en tiempo real; el contacto adquirido, velocidad, potencial colisión con el mismo, tiempo para que esta colisión ocurra y, en fin, una serie de datos que mantienen al oficial de guardia totalmente informado para tomar la decisión adecuada al maniobrar el buque.

Las ayudas a la navegación han ido cumpliendo en cabalidad su objetivo de prestar un mayor auxilio a la gente de mar, tal es el caso de un dispositivo capaz de entregar información referente a la identificación de los buques, como también, de mantener informadas a otras embarcaciones y autoridades, de notificaciones y novedades de cualquier tipo, me refiero: al **Sistema Automático de Identificación (AIS)**. Aunque éste es un sistema que no es obligatorio para todas las embarcaciones, se ha ido integrando paulatinamente y se está transformando en un importante aliciente en las comunicaciones entre buques. Si bien nunca debemos olvidar las comunicaciones radiales como uno de los mejores medios de comunicación en altamar, no podemos ignorar las prestaciones que estas nuevas tecnologías entregan, ya que, no es lo mismo un radar en la actualidad a uno en sus inicios.

A medida que los avances tecnológicos nos van entregando mejores herramientas, debemos aprenderlas y aprovecharlas para sacarles un mejor provecho, resguardando así, nuestra seguridad y la de aquellos de los cuales somos responsables al momento de tomar el control de la nave. La utilidad que estos sistemas entregan para la navegación es extraordinaria, siempre y cuando quienes lo manipulen posean la instrucción adecuada y mantengan los datos de todos ellos al día (tarea que recae en el Segundo Piloto) lo que permite poder visualizarlos por quienes lo necesiten. Esta tesis pretende entregar esas herramientas, acercando al interesado, a conocer sobre el funcionamiento de estos sistemas, ya que todos en el desempeño profesional, tendremos la oportunidad de servirnos de su utilización.

CAPÍTULO I

1. Orígenes de los Sistemas de Comunicación Por Satélite

Los sistemas de navegación solucionaron un problema muy antiguo en la historia de la humanidad: La necesidad de conocer la posición sobre la superficie terrestre. Sin esa capacidad los movimientos por tierra debieron basarse en puntos de referencia conocidos y los movimientos marítimos debieron restringirse a una franja de mar en que la costa fuese visible.

Al principio el hombre se basó en la observación de los astros para obtener referencias espaciales (estrella Polar indicando el norte), y temporales (altura del Sol). Las observaciones astronómicas favorecieron el desarrollo de la trigonometría y la geometría esférica. Más adelante se desarrolló el astrolabio que permitió medir con mayor precisión la altura de los astros, con lo que la medida de la posición fue mucho más precisa.

Como para obtener una buena estimación de la posición es necesario conocer de forma fiable el tiempo por medios más precisos que la observación del Sol, se hizo necesario el desarrollo de los mecanismos de relojería, para los que se aplicó el principio del péndulo. Con el descubrimiento de la brújula la tarea de navegar mar adentro se hizo mucho más segura.

Los métodos antiguos no permiten una gran precisión, se consiguen mediante costosos cálculos que no los hacen útiles para posicionar vehículos a gran velocidad, y no funcionan en todas las condiciones meteorológicas. Con la llegada del siglo XX aparecieron nuevos sistemas de posicionamiento. La principal fuerza de desarrollo provino, como tantas cosas en las telecomunicaciones, de los intereses militares, que buscaban determinar la posición de sus unidades de ataque para guiarlas hacia sus objetivos. Se desarrollaron dos métodos distintos de navegación de forma paralela: Navegación inercial y radiolocalización.

1.1 Sistemas inerciales

Se basa en el principio de inercia y en la relación existente entre las aceleraciones y la posición. Se usan acelerómetros y giroscopios para medir los cambios de velocidad y dirección. Conociendo la posición inicial de partida, se puede determinar la posición relativa.

No se pueden interferir y por eso se han usado para guiado de misiles y torpedos, así como de referencia auxiliar para misiles, buques y aviones de guerra. El principal inconveniente es que el error en precisión es acumulativo por lo que las prestaciones del sistema empeoran a medida que pasa el tiempo. Se pueden cometer errores de hasta 2 Km. por hora de vuelo (de un misil, por ejemplo).

1.2 Radiolocalización

Los sistemas de radiolocalización se basan en la obtención de unas líneas de posición hiperbólicas midiendo la diferencia en los instantes de llegada de ondas transmitidas por estaciones emisoras sincronizadas y de posición conocida: La intersección de esas líneas determina la posición sobre la superficie terrestre. Los primeros intentos de combatir la falta de visibilidad fueron obra de Reginald Fessenden en Boston, usó ondas de radio en conjunto con ondas acústicas acuáticas para medir la distancia a la fuente. También usaba emisiones desde puntos conocidos para corregir los cronómetros de los barcos.

El segundo sistema fue el Loran (Long Rang Navigation) desarrollado en el MIT¹ durante la II Guerra Mundial para guiar los convoyes en el océano Atlántico en condiciones meteorológicas adversas. Se utilizaba una frecuencia de 1.95 MHz (propagación por onda de superficie) y proporcionaba una cobertura de hasta 1.200 Km. en el mar. Su funcionamiento se basaba en la emisión de pulsos sincronizados desde varias emisoras separadas y conocidas. Fue el primer sistema de navegación para todo tipo de clima y posición. La precisión ofrecida era de 1.5 Km. Tras la guerra se adoptó para fines pacíficos en la guardia costera y se pasó a llamar Loran – A.

Después se desarrolló un sistema de cobertura global con pocas estaciones transmisoras: el sistema Omega, que funcionaba a 10 – 14 KHz. La precisión era muy pobre. Apareció un sistema mejorado a partir del Loran: Loran – C que trabaja a 100 KHz. y obtiene precisiones aceptables de hasta 100 metros en condiciones atmosféricas y topográficas ideales.

1.3 Sistemas basados en satélites

Los primeros satélites empleados para la radionavegación fueron los de la serie estadounidense TRANSIT (1960, operativo desde 1964). Se desarrollaron para ayuda de navegación de los submarinos del tipo Polaris. En este sistema los satélites siguen una órbita baja y transmiten continuamente una misma frecuencia. Debido al movimiento orbital, desde tierra se perciben unos desplazamientos Doppler de la señal (concepto que se detallará más adelante). Conociendo las coordenadas y esas desviaciones de frecuencia se puede conocer la posición del observador. En realidad la idea del sistema TRANSIT surgió cuando en 1957 George Weiffenback y William Guier demostraron que podían establecer las efemérides del satélite Soviético Sputnik 1, mediante la medida cuidadosa del desplazamiento Doppler de su señal de onda continua. A la inversa funciona igual de bien.

El inconveniente principal es que la medida es lenta y hay que esperar a que el satélite pase por encima del área en la que se está (hasta unos 30 minutos). No es válida para vehículos móviles como aviones, misiles, etc.

¹ Instituto Tecnológico de Massachussets. es una de las principales instituciones dedicadas a la docencia y a la investigación en Estados Unidos, especialmente en ciencia, ingeniería y economía.

Actualmente, destacan el sistema europeo de satélites de navegación Marecs (1981), destinado a mejorar las comunicaciones e incrementar la seguridad de la navegación marítima y, en el campo militar, el sistema estadounidense NAVSTAR – GPS (1978) de localización global, que ofrece un método de navegación exacto, de alcance mundial, a los ejércitos de tierra, mar y aire de EEUU, y el sistema de navegación global por satélite soviético GLONASS (1982), paralelo al anterior y que también se emplea para usos civiles.

1.4 TRANSIT

En muchos aspectos el sistema TRANSIT de Navegación por Satélite, fue más un descubrimiento que una invención. Y esto es así, ya que no resultó de estudiar el problema de la navegación por satélites artificiales, sino que se concluyó después de analizar todas las posibilidades que se presentaban, que se debía implementar un tipo de sistema determinado para ello.

El descubrimiento del TRANSIT se debió a la curiosidad de dos científicos del **John Hopkins Physics Laboratory**², quienes empezaron a efectuar un traqueo de radio del primer satélite artificial lanzado por los rusos a fines de 1957: el SPUTNIK. Los sorprendió el hecho de que el efecto del cambio de la frecuencia Doppler, debido a la velocidad del satélite, fuese absoluta y exactamente predecible. Las investigaciones que desarrollaron en la búsqueda de conclusiones que pudieran derivarse de estas observaciones, les permitieron demostrar que:

- a. La órbita del satélite podía predecirse con toda exactitud basándose en el cambio de la frecuencia recibida. Esta sorprendente conclusión se obtuvo, en parte, debido a la facilidad para hacer la medición de la curva de frecuencia Doppler y también por la aplicación de un concepto denominado Geodesia Dinámica. En forma simple, el satélite no es libre. Está atrapado en el campo gravitacional terrestre. Por lo tanto considerando matemáticamente las limitaciones que la gravedad impone en cualquier órbita, solo una órbita específica puede satisfacer las leyes de física y considerar la curva del Doppler medido.
- b. La distancia mínima del satélite con respecto a la estación rastreadora, se producía en el momento en que la frecuencia Doppler era cero.

El concepto del sistema de navegación nació, más tarde, cuando se hizo evidente de que si se podía determinar la órbita de un satélite mediante las mediciones de su Doppler con una estación terrestre, entonces, a la inversa, al conocerse la órbita del satélite podía determinarse exactamente la situación de un receptor mediante las mismas mediciones Doppler.

²Es una institución privada situada en Baltimore, Maryland, Estados Unidos. Fue fundada el 22 de febrero de 1876, siendo la primera Universidad dedicada a la investigación en los Estados Unidos.

Había nacido así un nuevo sistema de Radioayuda a la Navegación, que había logrado superar una limitación propia a los sistemas operativos que empleaban estaciones situadas en tierra: la disminución en exactitud con el aumento de la distancia a los transmisores.

Y no es difícil deducir la razón de ello. La Tierra es aproximadamente esférica y para alcanzar grandes distancias, cualquier onda de radio que se emplee deberá seguir más o menos aproximadamente esta curvatura. Las ondas medias bajas lo hacen en cierta medida, pero los cambios en la conductividad del terreno tienen sobre ellas un efecto perturbador que arruina cualquier pretensión de gran exactitud y el alcance de la onda. Las ondas celestes reflejadas por la Ionosfera³ tiene mayores alcances sobre la superficie terrestre, pero las continuas variaciones en altura y densidad iónica que experimenta la capa reflectora hacen que su exactitud sean poco confiable.

Las mayores exactitudes se han obtenido con ondas de frecuencia lo suficientemente altas como para que su propagación fuese en línea recta y que evidentemente no siguen la curvatura de la Tierra, estando su alcance limitado al visual, de acuerdo a la altura en que se haya ubicado la antena transmisora. El satélite obvió esta última limitación. Fue posible instalar transmisores VHF en el espacio donde estos podían “ver” una gran parte de la tierra en un instante determinado.

Como en aquel entonces la flota de submarinos polares necesitaba de un sistema de alta precisión para obtener situaciones, el laboratorio propuso a la Armada de EE.UU. el empleo de este sistema con ese objetivo. La proposición fue aprobada y se comenzó a trabajar en el desarrollo del sistema en Diciembre de 1956. En esta forma, las observaciones efectuadas a las señales de radio emitidas por el Sputnik, pusieron en marcha el desarrollo del TRANSIT, el Sistema de Navegación por Satélite de la Armada de Estados Unidos de América del Norte.

Este sistema que fue desarrollado e implementado en un comienzo para satisfacer necesidades militares, fue más tarde, en Julio de 1967, entregado al uso público; lo que permitió a los usuarios obtener, situaciones en cualquier parte del mundo, en cualquier condición de tiempo o visibilidad y con una exactitud dentro de los 50 metros.

1.4.1 Generalidades del Sistema TRANSIT

El Sistema de Navegación por Satélite (NAVSAT, NNSS o TRANSIT) fue un sistema pasivo de cobertura mundial. Su exactitud en cualquier parte del mundo era menor de 0,1 millas, ya haya sido sobre el mar o tierra. Se le empleó principalmente como ayuda a la Navegación en buques de superficie y submarinos, y tuvo algunas aplicaciones en la navegación aérea. Se le

³ La ionosfera o ionósfera es la parte de la atmósfera que se extiende desde el final de la mesosfera (80 km de altitud) hasta los 500 km. La ionosfera permite que la atmósfera superior refleje las ondas de radio emitidas desde la superficie terrestre posibilitando que éstas puedan viajar grandes distancias sobre la Tierra.

empleó, también, para levantamientos hidrográficos y para la determinación de posiciones topográficas.

El principio de operación del sistema, se basó en el fenómeno del “**Cambio de frecuencia Doppler**”, o sea, *el cambio aparente en la frecuencia de las ondas de radio recibidas cuando la distancia entre la fuente de radiación (en este caso el satélite) y la estación receptora, aumenta o disminuye debido al movimiento de uno de los dos o de ambos*. La razón de cambio en cada caso es proporcional a la velocidad de aproximación o alejamiento de las estaciones. La frecuencia cambia aumentando cuando el satélite se aproxima a la estación y disminuye cuando pasa o se aleja. La razón de este cambio depende de la exacta ubicación de la estación con respecto al paso del satélite. Por consiguiente, si se conocía la situación del satélite (órbita) era posible, mediante una exacta medida del cambio de frecuencia Doppler dentro de un lapso de tiempo determinado, calcular la ubicación del receptor en tierra.

El satélite transmitía también señales horarias que proporcionaban tiempo en forma automática. La exactitud en frecuencia era menor que una parte en un billón, para que en esta forma se pudiese determinar exactamente la variación del Doppler; el tiempo se daba en Hora Universal Coordinada (UTC) dentro de los 200 microsegundos.

1.4.2 Configuración y Operación del Sistema

El Sistema TRANSIT estaba compuesto, en sus inicios, por una constelación de aproximadamente 5 satélites que orbitaban alrededor de la Tierra, por una red de apoyo terrestre (estaciones terrestres de traqueo, Centro de Control y Computación, estación inyectora y el Observatorio Naval de USA que proporcionaba señales de tiempo), que servía para controlar en forma continua al satélite a la vez que actualizaba la información que transmitía, como también cualquier número de equipos de los usuarios, compuestos de receptores y computadores.

Cada satélite se encontraba en una órbita circular polar a una altura que variaba entre 450 y 700 millas náuticas. Los planos orbitales de los satélites interceptaban al eje de rotación terrestre y se encontraban espaciados a intervalos regulares de longitud. En esta forma, los pasos orbitales les cruzaban tanto el Polo Norte como el Polo Sur.

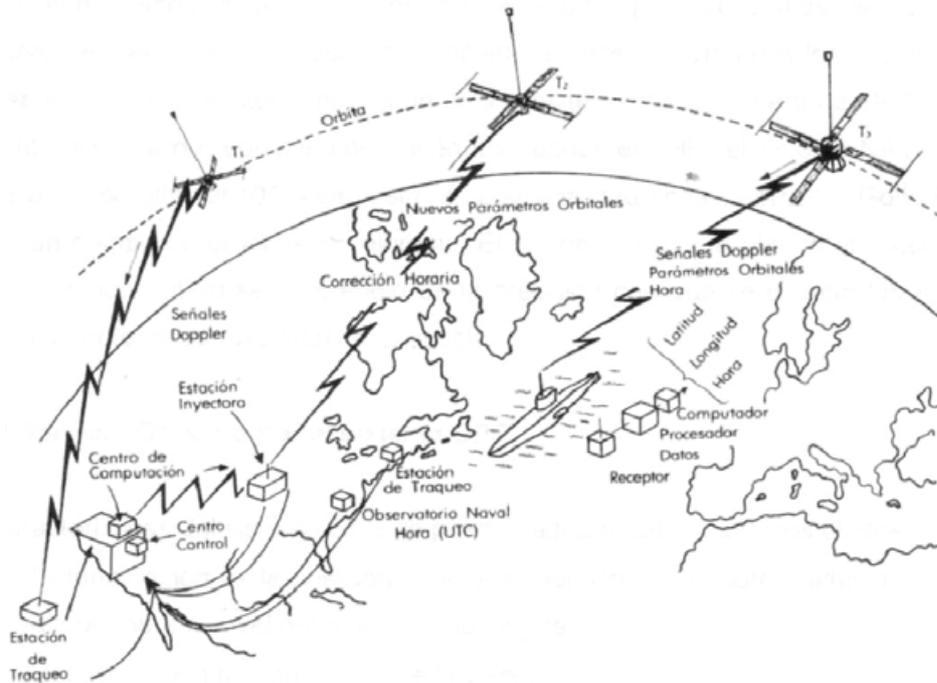


Figura 2. Diagrama Sistema TRANSIT

(Fuente: Manual de Navegación Volumen II – I.H.A. Pub. 3031)

El sistema TRANSIT pasó, desde sus comienzos en 1958, por muchas fases de desarrollo, desde declararse operacional en 1964 tras el lanzamiento de 10 satélites, hasta en 1967, donde se permitió su uso a civiles. Desde entonces estuvo en servicio durante 33 años y habiendo sido utilizado por 250.000 usuarios, se consolidó como un éxito sin precedentes.

A pesar de su sencillez y sus limitaciones, el sistema TRANSIT estableció todos los conceptos básicos de los Sistemas de Navegación por Satélite: estructura del sistema, fuentes de error, técnicas de navegación, etc. De hecho, el GPS (Global Positioning System – Sistema de Posicionamiento Global) no es más que su evolución lógica de la mano de nuevos desarrollos tecnológicos que permitieron la superación de dichas limitaciones.

1.5 GPS

En 1963 la Fuerza Aérea de los EE.UU. inició un ambicioso proyecto conocido por "Proyecto 621B" para desarrollar un sistema de navegación tridimensional basado en satélites artificiales. Poco después la Marina de los EE.UU. emprendió otro proyecto similar conocido como "Timation". Ambos proyectos convergieron finalmente en el sistema NAVSTAR – GPS, el 17 de agosto de 1974. El objetivo inicial era la consecución de un sistema exclusivamente militar, pero el excesivo coste obligó a que se permitiera el uso civil del sistema para que fuera aprobado el presupuesto por el Congreso de los EE.UU. (El coste final del proyecto ascendió a unos 10.000 millones de dólares).

Aunque el proyecto incluía 24 satélites, ciertos recortes presupuestarios los redujeron a 18 y 3 de reserva. Posteriormente se decidió completar el sistema con todos los satélites previstos. La serie se inició con el lanzamiento de un sólo satélite, el 22 de febrero de 1978. En 1986 se dio luz verde al desarrollo completo del sistema y aunque en 1991 el sistema NAVSTAR – GPS aún no estaba operativo al 100% demostró su potencialidad en la Guerra del Golfo Pérsico que constituyó un campo de pruebas inmejorable. El enorme éxito que obtuvo el sistema en aquel conflicto (el mundo entero se sorprendió de la precisión con que se dirigían los misiles a sus objetivos) aceleró el desarrollo final del proyecto.

1.5.1 Servicio Ofrecido por el sistema GPS

Las características del sistema GPS se pueden agrupar en unos pocos puntos:

- Determinación de la posición tridimensional. Con tres coordenadas: latitud, longitud, altura sobre el nivel del mar, o cualesquiera.
- Determinación tridimensional de la velocidad.
- Determinación del tiempo exacto con un error de un microsegundo.
- Cobertura global las 24 horas del día.
- Alta fiabilidad.
- Independencia de transmisores terrestres.
- Gran precisión en todo tipo de condiciones atmosféricas.
- Evaluación de la precisión conseguida.
- Versátil y válido para todo tipo de usuarios.

El sistema GPS es capaz de precisiones asombrosas. La generalización del acceso a esta precisión supone un compromiso para la seguridad nacional, por lo que se procedió a modificar el sistema en varios aspectos. Para adaptar el sistema GPS a los usuarios civiles se crearon dos tipos de servicio: SPS (Standard Positioning Service) y el PPS (Precise Positioning Service).

La diferencia entre ambos es que el SPS permite 10 veces menor precisión y fiabilidad que el PPS. Ésta limitación es propia del sistema.

Las primeras pruebas demostraron que el sistema era mejor de lo que se diseñó en un principio, por lo que se decidió empeorar las características de forma premeditada transmitiendo información falsa desde los satélites para permitir una precisión en el servicio SPS de unos 100 metros el 90% del tiempo, lo que es suficiente para navegación pero no para dirección de armas.

1.5.2 Configuración del Sistema

En el sistema NAVSTAR – GPS, como es común en los sistemas de satélites, se pueden distinguir varios "segmentos" que agrupan a los elementos con características comunes. Cada uno de los segmentos es claramente diferente y tienen responsabilidades y objetivos distintos.

El segmento más costoso es el segmento espacial, mientras que el responsable de que todo se ajuste a lo planificado es el segmento de control. Al final el segmento de usuario es el que recoge a los "clientes" que son el objetivo final de todo el sistema. Son los que se benefician de las estimaciones de posición para una gran multitud de aplicaciones.

1.5.3 Segmento Espacial

Los satélites GPS se sitúan en 6 órbitas circulares semisincronizadas (de 11 horas 58 minutos) con 4 satélites en cada órbita separados por 90°. Cada órbita está a una altitud de 20.169 Km. sobre la Tierra con una inclinación de 55° respecto del ecuador. Esos planos orbitales están separados entre sí 60°.



Figura 3. Aspecto de las 6 órbitas del sistema GPS.

De esta forma se asegura una cobertura global ininterrumpida que permite la visibilidad (con más de 5° de elevación sobre el horizonte) de un mínimo de 4 satélites.

1.5.4 Segmento de Control

Consiste en tres partes principales.

La estación central en Colorado Springs (EE.UU.) que reúne la información de las estaciones de monitorización repartidas por todo el mundo. Realiza los cálculos correspondientes para que todo se desarrolle según la planificación y que todos los parámetros estén dentro de las tolerancias. Genera el mensaje de navegación y lo retransmite a los satélites para que éstos los difundan a los usuarios.

Estaciones de monitorización. Distribuidas por todo el mundo. Disponen de precisos relojes atómicos y equipos receptores especiales que les permiten detectar cambios en los relojes o modificaciones en la calidad de los datos.

Y finalmente, una antena terrena del enlace "up – link" que comunica con los satélites en la banda S (Sierra).

1.5.5 Segmento de Usuario

El segmento de usuario consiste en los aparatos receptores sobre la Tierra. El equipo de usuario es un dispositivo pasivo en el sentido de que sólo recibe información de los satélites, cuya misión es obtener la señal de los satélites, la de modular y extraer la información de efemérides de los satélites, de correcciones, etc. y presentan la información al usuario final.

El sistema GPS permite que la localización de cada usuario la conozca solamente el beneficiario debido a que no se emite ningún tipo de señal, con lo que la privacidad del servicio se garantiza.

1.5.6 Funcionamiento

El sistema GPS consigue su cometido mediante la determinación de las distancias respecto a unos puntos móviles que son los satélites. Los otros sistemas basados en distancias relativas utilizaban siempre señales emitidas por estaciones de referencia muy bien conocidas. Además se utilizan referencias temporales absolutas, en el sentido de que se necesitan conocer exactamente los estados de los relojes de los satélites, no basta con medir el retardo relativo entre dos señales.

1.5.7 Aplicaciones

Además de todas las aplicaciones militares para las que el sistema fue inicialmente diseñado, los civiles cuentan con una herramienta muy potente para la localización y temporización. Un equipo portátil GPS calcula la posición cada medio segundo con una precisión más que suficiente para navegación marítima y vehículos terrestres.

El uso adecuado del GPS puede permitir la aplicación a muchas nuevas áreas tales como:

- Reportes en vuelo bajo condiciones de visibilidad nulas.
- Dirección de misiles autónomos.
- Localización y control de tropas en operaciones militares remotas.

- Localización de aeronaves en aeropuertos (aproximación) con una precisión de 1 metro, lo que permitiría un posible sistema de aterrizaje a ciegas o incluso automático.
- Geodesia e investigación climática, medida de la dinámica tectónica del planeta.
- Soporte del tiempo internacional atómico en el Instituto Internacional de Pesas y Medidas de París.
- Sector de ocio tal como la navegación de placer, los viajes de aventura, etc.

Y como no, se tiene que considerar la aplicación a la medida de campo eléctrico y la posterior elaboración de mapas de cobertura.

1.6 La Tragedia del SS Andrea Doria

Desde el desarrollo de los sistemas TRANSIT y, más actualmente, del GPS se han creado una serie de ayudas a la navegación con el fin de aligerar el trabajo que los oficiales de puente debían realizar; la constante vigilia del entorno, el esquivar cualquier tipo de obstáculo en la vía del buque, evitar colisiones con otras embarcaciones, etc. Si bien actualmente estos sistemas prestan una gran ayuda en mantener los estándares de seguridad de la vida humana en el mar, nunca se debe dejar caer en la autoconfianza solamente por la presencia de estos equipos guías, el factor de comunicación con una embarcación que se encuentra cerca es clave, y más importante aún, cuando debemos planificar una maniobra. El uso de la radio para mantenerse en contacto es elemental al momento de sincronizarnos en un paso con otra embarcación, para dar un reporte de la situación de un lugar, o simplemente para comunicar un saludo.

Un claro ejemplo de excesiva confianza en estos equipos, es el accidente del SS Andrea Doria con el buque Stockholm, donde la carencia de comunicaciones radiales entre buques tuvo consecuencias devastadoras junto con la pérdida innecesaria de vidas humanas.

El SS Andrea Doria fue un trasatlántico de la Società di Navigazione Italia con base en el puerto italiano de Génova, bautizado con el nombre del almirante genovés del siglo XVI Andrea Doria. La Nave tenía un desplazamiento de 29.100 toneladas y una capacidad de 1.200 pasajeros y 500 tripulantes. Para un país que intentaba reconstruir su economía y reputación después de la Segunda Guerra Mundial, el Andrea Doria era un símbolo del orgullo nacional italiano. De todos los barcos italianos de su tiempo, el Andrea Doria era el más grande, el más rápido y lujoso y, en teoría, el más seguro en su momento. Desde su viaje inaugural en 1953, el Andrea Doria sólo conocía la mano del veterano comandante Piero Calamai, quien poseía una experiencia de 40 años sin incidente alguno. El trágico viaje 101 sería el último con el que tenía planificado hacerlo con el Andrea Doria, ya que pensaba comandar otro barco.

Confirmando las predicciones obtenidas de las pruebas a escala durante la fase de diseño del Andrea Doria, el barco sufría una gran escora al ser golpeado por cualquier fuerza

significativa. Esto fue especialmente visible durante su viaje inaugural, cuando el Andrea Doria se escoró 28 grados después de ser alcanzado por una gran ola cerca de Nantucket. La tendencia del barco a escorarse se acentuaba cuando los tanques de combustible del barco estaban casi vacíos, lo que era habitual al final del viaje.

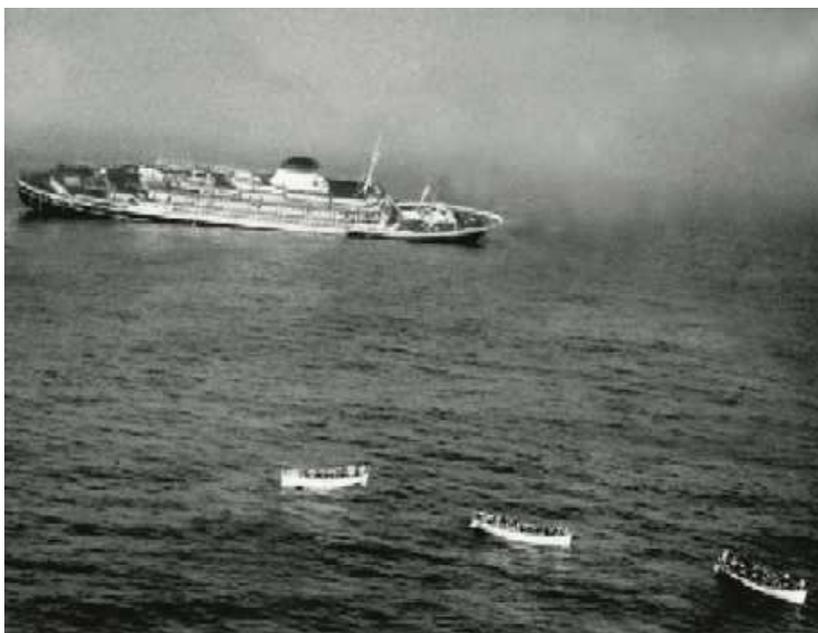
El 25 de julio de 1956, el Andrea Doria navegaba cerca de la costa de Nantucket, Massachussets, dirigiéndose a Nueva York en su viaje n° 101, en una mañana de espesa niebla, Calamai había ordenado sirena de niebla intermitente y especial atención a los vigías hacia proa. Además había encargado a su segundo oficial estar atento al radar y a los equipos de posicionamiento. Hacia las 05:30 hrs, el segundo oficial captó un punto hacia proa algo retirado hacia el sudoeste, este hizo un trazado con los actuales rumbos y determinó que se pasarían por banda a algo más de una milla de distancia. Se siguió punteando la ruta del barco desconocido proveniente desde los bancos de Terranova. A su vez el barco desconocido, el Stockholm detectó frente a su proa a unos 45 km de distancia al Andrea Doria, y determinó que de seguir el rumbo se pasarían por banda a menos de una milla por estribor. El Stockholm, de la Swedish – American Line era un buque similar pero más pequeño. El 25 de abril zarpaba de Nueva York con destino a Gotemburgo. Su capitán era Gunnar Nordenson. Este determinó cambiar el rumbo para aumentar aun más la distancia de separación cuando se pasasen por banda. El cambio de rumbo determinó que el paso por banda sería por babor del contacto desconocido en vez de estribor. Hacia las 07:15 hrs, el tercer oficial del Andrea Doria relevó al segundo oficial y traspasó la información del radar. El tercer oficial notó que el contacto había cambiado de rumbo y que se pasarían por estribor a menos de una milla. El tercer oficial determinó que el contacto estaba a menos de 25 Km. El capitán Calamai al ser notificado ordenó un cambio de rumbo que lo hiciera alejarse del barco hacia su proa, el cambio de rumbo hizo que se cambiara el lado de pasada, este hecho produciría confusión en el Stockholm. Ninguno de los dos barcos hizo contacto radial.

Hacia las 07:45 hrs ambos barcos pudieron avistarse las luces de posición. El Stockholm nuevamente realizó una corrección de rumbo para pasarse por banda y a su vez el SS Andrea Doria interpretó el cambio de rumbo del barco desconocido e hizo una guiñada que anuló el efecto del cambio de rumbo del Stockholm. Hacia las 08:00 hrs el SS Stockholm vio emerger desde un banco de niebla al SS Andrea Doria a menos de 600 m e hizo una guiñada para evitarlo, pero el SS Andrea Doria realizó un viraje a babor muy cerrado y el Stockholm colisionó con el Andrea Doria introduciendo su puntiaguda proa en el lado de estribor, por debajo del puente del transatlántico italiano. En el choque mismo, los camarotes de las cubiertas inferiores fueron inundados y familias enteras que viajaban en clase económica murieron ahogadas. La inclinación del navío sentenciado aumentó y se hizo imposible arriar los botes del lado de estribor y los de babor quedaron muy alejados de la cubierta inclinada.

La escora del barco dañado fatalmente hizo que no se pudieran usar la mitad de los botes salvavidas del Andrea Doria, lo que podría haberse traducido en una gran pérdida de vidas. Sin

embargo, la mejora de las comunicaciones y la rápida respuesta desde otros barcos impidieron un desastre similar en su escala al del hundimiento del Titanic, en 1912. La mayor parte de los pasajeros y la tripulación sobrevivieron. En el Andrea Doria 1.660 personas fueron rescatadas y 46 murieron, mientras que en el Stockholm fallecieron 5 personas. El trasatlántico de lujo volcó y se hundió avanzada la mañana.

Debido a este hecho se dio lugar a una nueva ley sobre la navegación, el Reglamento Internacional de Prevención de Abordajes.



*Figura 4. Hundimiento del SS Andrea Doria
(Fuente: Fotografía de Bob Wendlinger del Periódico Daily Mirror)*

CAPÍTULO II

2. Conceptos del Radar Arpa

2.1 Definiciones Concernientes a la Utilización del Equipo

Antes de entrar de lleno a lo concerniente al radar ARPA, es necesario entender ciertos conceptos, desde los más básicos a los más específicos, que ayudarán a entender de mejor manera el funcionamiento del equipo en sí y que se pasarán a detallar a continuación.

2.1.1 Radar

El Radar (Radio Detecting And Ranging), tal como se emplea en navegación, es un sistema que permite determinar distancias mediante la medición del tiempo que transcurre entre la emisión y el regreso de una señal electromagnética que ha sido reflejada hacia el receptor por un blanco. La señal que regresa puede ser reflejada como un eco o bien puede ser retransmitida por un transceptor activado por la señal original. El transceptor genera automáticamente una señal cuando es interrogado por una señal de una frecuencia adecuada. Con este dispositivo también pueden obtenerse demarcaciones.

A pesar de que los sistemas de radar existentes difieren bastante en cuanto a detalles, los principios de operación son esencialmente los mismos para todos ellos. Entre otro de los ámbitos de aplicación de este sistema se incluyen la meteorología, el control del tráfico aéreo y terrestre y gran variedad de usos militares.

2.1.2 Onda

Una onda es una perturbación de alguna propiedad de un medio, por ejemplo, densidad, presión, campo eléctrico o campo magnético, que se propaga a través del espacio transportando energía. El medio perturbado puede ser de naturaleza diversa como aire, agua, un trozo de metal, el espacio o el vacío.

Las ondas de radar (o radio), emitidas en forma de pulsos de energía electromagnética en las bandas de frecuencia de 3.000 y 10.000 Megahertz (MHz), que se emplean en los radares de navegación, tienen muchas características similares a otras formas de ondas. Al igual que las ondas luminosas, que son de una frecuencia mucho mayor, las ondas de radar tienden a desplazarse en línea recta a una velocidad casi igual a la de la luz.

2.1.3 Ondas Electromagnéticas

Son aquellas ondas que no necesitan un medio material para propagarse. Incluyen, entre otras, la luz visible y las ondas de radio, televisión y telefonía.

Todas se propagan en el vacío a una velocidad constante, muy alta (300.000 km/s) pero no infinita. Gracias a ello podemos observar la luz emitida por una estrella lejana hace tanto tiempo que quizás, ésta, ya haya desaparecido. O enterarnos de un suceso que ocurre a miles de kilómetros prácticamente en el instante de producirse.

Las ondas electromagnéticas se propagan mediante una oscilación de campos eléctricos y magnéticos. Los campos electromagnéticos al "excitar" los electrones de nuestra retina, nos comunican con el exterior y permiten que nuestro cerebro "construya" el escenario del mundo en que estamos.

Las Ondas Electromagnéticas son también soporte de las telecomunicaciones y el funcionamiento complejo del mundo actual.

2.1.4 Distancia Mínima de un Radar

Distancia mínima es la menor distancia a la cual un blanco de 10 m^2 aparece en la imagen del radar separado del punto que representa la posición de la antena, en las escalas de 0,75 ó 1,5 millas. El valor de esta distancia depende principalmente de la longitud de pulso, de la altura de la antena y de la técnica de proceso de la señal. Es una buena práctica usar una escala más corta hasta donde se obtenga una definición y claridad de imagen favorables.

2.1.5 Distancia Máxima de un Radar

La distancia de detección máxima del radar, $R_{\text{máx}}$, varía considerablemente en función de factores tales como la altura de la antena sobre la línea de flotación, la altura del blanco sobre el nivel del mar, el tamaño, forma y naturaleza del blanco y las condiciones atmosféricas.

En condiciones atmosféricas normales, la distancia máxima es igual al horizonte del radar o un poco menor. El horizonte del radar es aproximadamente un 6% mayor que el óptico (o el que se ve a simple vista) debido a la difracción de la señal de radar. La $R_{\text{máx}}$ viene dada por la siguiente fórmula:

$$R_{\text{máx}} = 2,2 \times (\sqrt{h_1} + \sqrt{h_2}), \quad \text{donde}$$

$R_{\text{máx}}$:	horizonte radar (millas)
h_1	:	altura de antena (m)
h_2	:	altura del blanco (m)

Por ejemplo, si la altura de la antena sobre la línea de flotación es de 9 m y la altura del blanco es de 16 m; la distancia máxima es:

$$R_{\text{máx}} = 2,2 \times (\sqrt{9} + \sqrt{16}) = 2,2 \times (3 + 4) = 15,4 \text{ millas.}$$

Se debe tener en cuenta que las precipitaciones (que atenúan la señal de radar) reducen la distancia de detección.

2.1.6 Potencia de Cresta de un Radar

La potencia de cresta de un radar es su poder útil, contenido en pulsos irradiados. Es casi evidente que la distancia a la cual se detecta un blanco, depende de la potencia del pulso transmitido. Muchos otros factores pueden afectar esa distancia, pero bajo cualquier circunstancia dada, la máxima distancia teórica de detección del radar está limitada por la potencia transmitida.

2.1.7 Frecuencia de la Portadora

Es la frecuencia a la cual se genera la radiofrecuencia. Los principales factores que afectan la selección de la frecuencia portadora son la directividad deseada y la generación y recepción de la energía de radiofrecuencia de microonda necesaria.

Para la determinación de la dirección y para la concentración de la energía, de manera de obtener un alto porcentaje de utilidad, la antena debe ser altamente direccional. Cuanta más alta sea la frecuencia de la portadora, menor es el largo de onda y por consiguiente más chica será la antena que se necesite para obtener una agudeza determinada en la característica de radiación.

2.1.8 Banda X, Banda S

Por acuerdo internacional, dos grupos de radiofrecuencia son usados en el sistema de radares marinos civiles:

- El Primer Grupo de la Banda "X", incluye las frecuencias comprendidas entre 9.300 a 9.500 MHz y corresponden a un largo de onda aproximadamente de 3 cm.
- El Segundo grupo de la Banda "S", incluye las frecuencias comprendidas entre 2.900 a 3.100 MHz y corresponden a un largo de onda aproximadamente de 10 cm.

En condiciones de fuerte precipitación, con el radar de banda S se obtiene una mejor detección que con el de banda X.

2.1.9 Largo y Forma del Pulso

El largo del pulso, en microsegundos, es el tiempo que dura la transmisión de un solo pulso de energía de radiofrecuencia. La distancia mínima a la cual puede descartarse un blanco, la fija básicamente la longitud del pulso. Si un blanco se encuentra tan cerca del transmisor que su

eco regresa antes de que la transmisión termine, la recepción del eco estará confundida con el pulso transmitido. Por ejemplo, un radar que tiene una longitud del pulso de un microsegundo, tendrá una distancia de detección mínima de 164 yardas. Esto significa que el eco de un blanco dentro de esta distancia, no se verá en la pantalla, debido a que se encuentra tapado por el pulso emitido.

Como la energía de radiofrecuencia se desplaza a una velocidad de $164.000 \frac{\text{millas}}{\text{segundo}}$ ó $0,164 \frac{\text{millas}}{\mu\text{segundo}}$ (hay un millón de microsegundos en un segundo), la distancia que la energía recorre en un microsegundo es de aproximadamente 328 yardas. Como esta energía debe efectuar un viaje de ida y vuelta, el blanco no debe estar a menos de 164 yardas si se desea ver su eco en la pantalla empleando una longitud de pulso de 1 microsegundo. Por consiguiente, para distancias menores se emplean pulsos más cortos de alrededor de 0,1 microsegundos.

Una gran cantidad de equipos de radar han sido diseñados para operarlos, ya sea con pulso largo o con pulso corto. Muchos de los radares, a su vez, cambian automáticamente de pulso, cuando se cambia de las escalas más grandes a las más pequeñas. En otros equipos es el operador quien selecciona la longitud del pulso, de acuerdo a las condiciones de operación que se requieran. Los radares pueden alcanzar mayores distancias de detección al emplear pulsos más largos, debido a la mayor cantidad de energía que se transmite con cada pulso.

2.1.10 Forma de los Pulsos

La envolvente de la modulación de los pulsos, debe ser tan rectangular como sea posible, ya que la medida de la distancia se origina en el instante en que comienza la transmisión del pulso y tanto la mínima distancia detectable, como la discriminación de blancos respecto a la distancia, depende de la duración del mismo. Por consiguiente, tanto el comienzo como el final del pulso, deben estar perfectamente definidos.

2.1.11 Frecuencia de Repetición de Pulso (FRP ó PRF)

Es el número de pulsos transmitidos en la unidad de tiempo. Como es el “segundo” usualmente utilizado como una unidad de tiempo, tenemos que la frecuencia de repetición del pulso es el número de pulsos transmitidos por segundo. Debe dejarse un intervalo de tiempo suficiente entre pulsos, para que un eco pueda regresar desde cualquier blanco que se encuentre dentro del alcance máximo de operación del sistema. De otra forma, la recepción de los ecos de los blancos más lejanos, quedaría bloqueado por la transmisión de pulsos siguientes. El alcance máximo de un equipo de radar, depende del poder de cresta en relación a la frecuencia de repetición de pulso.

Suponiendo que se ha irradiado un poder suficiente, la distancia máxima desde la cual pueden recibirse ecos puede aumentarse, disminuyendo la frecuencia de repetición del pulso,

para así tener un mayor lapso entre pulsos transmitidos. La PRF o FRP debe ser lo suficientemente alta para permitir que la cantidad suficiente de pulsos golpee al blanco, como asimismo, que un número suficiente de ellos regrese como para detectar el blanco.

Al girar la antena, el haz de energía incide sólo por un corto tiempo en el blanco. Durante este lapso deberán transmitirse un número tal de pulsos que permita recibir a su vez un número suficiente de ecos como para producir una indicación en la pantalla del radar. La persistencia de la pantalla de radar, o sea, el tiempo que retiene la imagen de los ecos y la velocidad de rotación de la antena, serán por lo tanto, los factores que fijan la menor PRF a emplear.

2.1.12 Radiofrecuencia (RF)

El término radiofrecuencia, también denominado espectro de radiofrecuencia o RF, se aplica a la porción menos energética del Espectro Electromagnético⁴, situada entre unos 3 Hz y unos 300 GHz. Las ondas electromagnéticas de esta región del espectro se pueden generar aplicando corriente alterna a una antena. La radiofrecuencia se puede dividir en las siguientes bandas del espectro:

Nombre	Abreviatura Inglesa	Banda ITU	Frecuencias	Longitud de Onda
			Inferior a 3 Hz	>100.000 Km.
Extra Baja Frecuencia (Extremely Low Frequency)	ELF	1	3 – 30 Hz	100.000 Km – 10.000 Km.
Súper Baja Frecuencia (Super Low Frequency)	SLF	2	30 – 300 Hz	10.000 Km – 1000 Km
Ultra Baja Frecuencia (Ultra Low Frequency)	ULF	3	300 – 3000 Hz	1000 Km – 100 Km
Muy Baja Frecuencia (Very Low Frequency)	VLF	4	3 – 30 KHz	100 Km – 10 Km
Baja Frecuencia (Low Frequency)	LF	5	30 – 300 KHz	10 Km – 1 Km
Media Frecuencia (Medium Frequency)	MF	6	300 – 3000 KHz	1 Km – 100 m
Alta Frecuencia (High Frequency)	HF	7	3 – 30 MHz	100 m – 10 m
Muy Alta Frecuencia (Very High Frequency)	VHF	8	30 – 300 MHz	10 m – 1 m
Ultra Alta Frecuencia (Ultra High Frequency)	UHF	9	300 – 3000 MHz	1 m – 100 m
Super Alta Frecuencia (Super High Frequency)	SHF	10	3 – 30 GHz	100 mm – 10 mm
Extra Alta Frecuencia (Extra High Frequency)	EHF	11	30 – 300 GHz	10 mm – 1 mm
			Por encima de los 300 GHz	< 1 mm

⁴ Se denomina espectro electromagnético a la distribución energética del conjunto de las ondas electromagnéticas.

2.1.13 Ciclo de Trabajo

Debido a que el transmisor emite solamente durante el tiempo de duración del pulso, que es muy pequeño comparado con el intervalo entre dos pulsos consecutivos, pueden obtenerse potencias de cresta relativamente altas con potencias medias pequeñas. Por otra parte, durante el tiempo que el transmisor permanece inactivo, el generador de RF puede disipar el calor producido durante la emisión.

La relación entre la potencia media y la potencia de cresta toma el nombre de *ciclo de trabajo* y cumple con la siguiente condición:

$$\begin{aligned} \text{Ciclo de Trabajo} &= P_m / P_c = \text{Ancho Pulso} / \text{Período (P)} \\ \text{Período (P)} &= 1 / \text{PRF} \end{aligned}$$

Siendo,

- P_m: Potencia Media
P_c : Potencia de Cresta
P : Período
PRF : Frecuencia de Repetición de Pulso

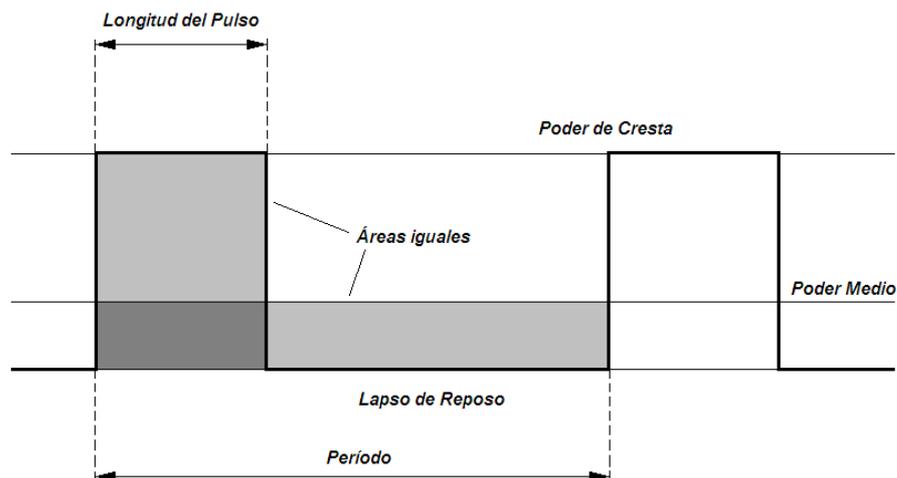


Figura 5. Ciclo de Trabajo

2.1.14 Resolución del radar

Deben ser consideradas las dos formas de la resolución (discriminación): la resolución en demora y la resolución en distancia.

Resolución en Demora

La resolución en demora es la habilidad del radar para presentar como ecos separados los correspondientes a dos blancos a la misma distancia y muy cerca uno de otro. Es directamente proporcional a la longitud de la antena e inversamente a la longitud de onda.

La longitud del radiador de antena debe ser elegida para una resolución en demora mejor que $2,5^\circ$ (Exigencias IMO). Normalmente, esta exigencia se satisface con longitudes de radiador de 1,2 m (4 pies) o mayores, en banda X.; para banda S se requieren radiadores de aproximadamente 12 pies (3,6 m) o mayores.

Resolución en Distancia

La resolución en distancia es la habilidad del radar para presentar como ecos separados los de dos blancos en la misma demora (o demarcación) y muy cerca uno de otro. Está determinada por la longitud de pulso. En la práctica, pulsos de $0,08 \mu\text{s}$ proporcionan una discriminación en distancia mejor de 35 m.

Los blancos de prueba para determinar la resolución en distancia y en demora son reflectores de radar con área de eco de 10 m^2 .

2.1.15 Precisión en Demora

Una de las características más importantes de un radar es la precisión con que puede ser medida la demora (o demarcación) de un blanco; esta precisión depende, básicamente, de lo estrecho que sea el haz del radar. Además, como normalmente las demoras se miden con relación a la proa del barco, la precisión del ajuste de la línea de proa en la instalación es muy importante. Para hacer mínimo el error de medida de la demora, se debe elegir la escala del radar adecuada para que el eco del blanco al que se mide la demora aparezca lo más alejado posible del centro de la imagen.

2.2 Descripción de los Equipos Componentes de una Radar ARPA

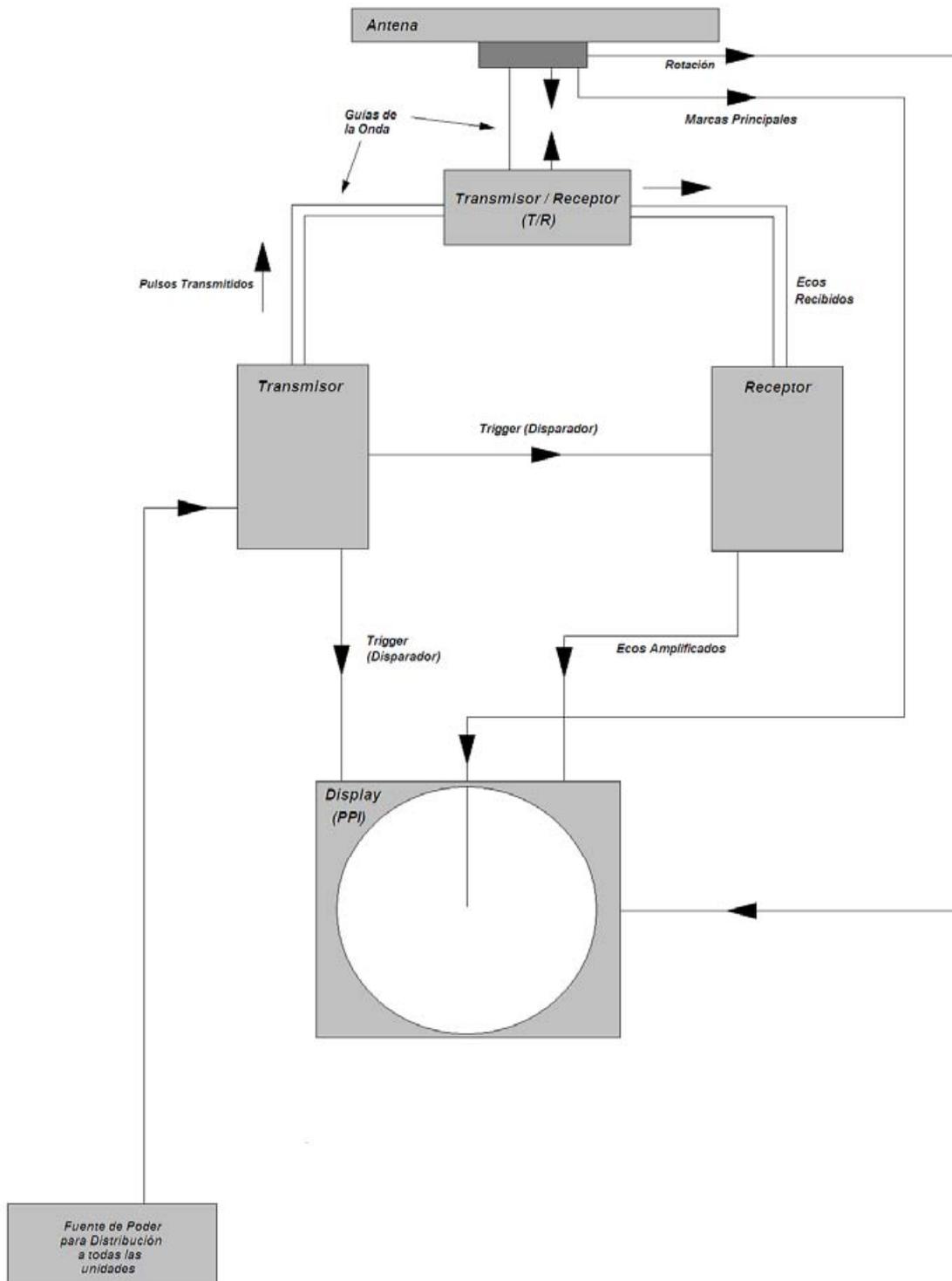
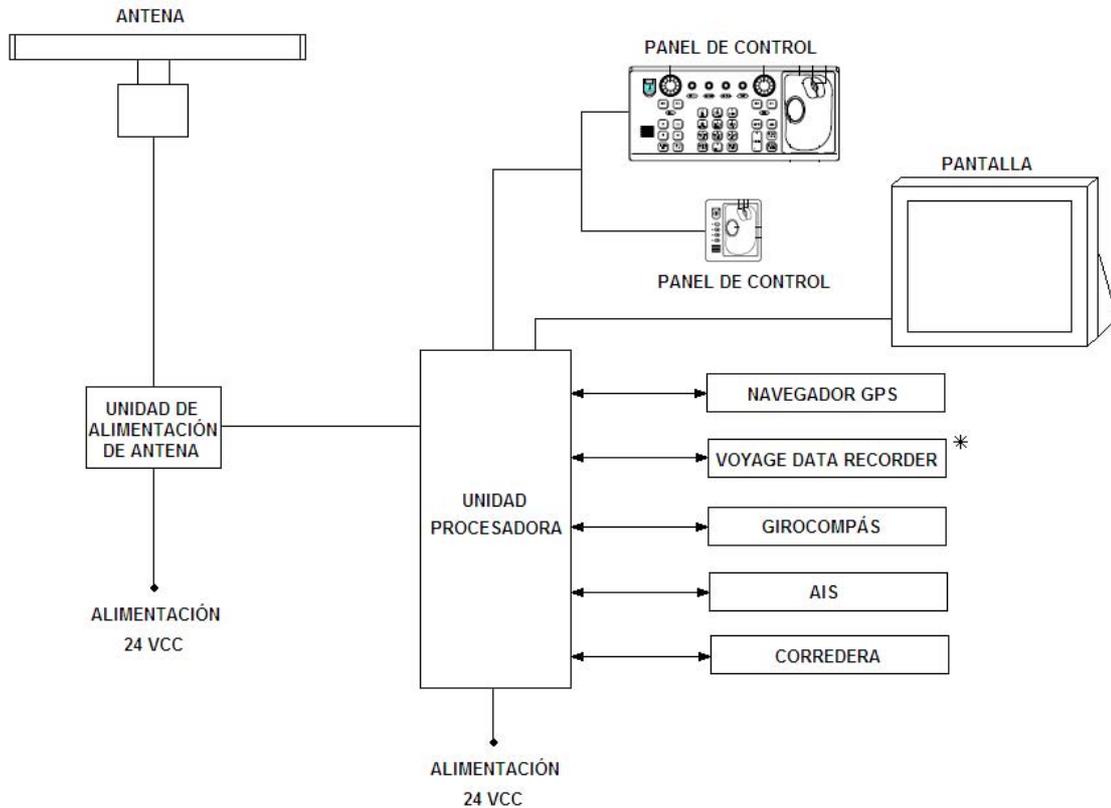


Figura 6. Diagrama Componente del Radar

Interconexión entre los Equipos que Trabajan con el Radar



**El Voyage Data Recorder, es un Grabador de Información del Viaje, equipo cuya función es similar a la de una "caja negra" de un avión. Graba las conversaciones ocurridas en el puente de gobierno durante 12 horas continuas antes de comenzar a grabar nuevamente borrando los datos anteriores. Una cierta cantidad de micrófonos instalados en los alrededores del puente registran los hechos ocurridos antes de algún siniestro a bordo, sirviendo de respaldo al análisis de lo acontecido.*

Tal como el diagrama anterior lo muestra, el Radar es un equipo que necesita de otros para proveerlo con diversa información para su propio trabajo y mejor desempeño.

Equipos tales como el GPS le entregan constantemente la posición en que navega para que la adapte a su presentación de pantalla y permita interactuar con diversas posiciones de objetos, contactos, porciones de tierra, etc. El AIS y la Corredera le entregan información de otros contactos que posean el mismo equipo y la velocidad que lleva la embarcación, mientras que el Girocompás permite ubicar el rumbo del buque propio y ubicar otros contactos.

2.2.1 Fuente de Poder

La función de la Fuente de poder, es suministrar poder a todas las unidades del equipo. En general, los sistemas de radares marinos civiles, no están diseñados para operar directamente desde la fuente principal. Normalmente se emplea una fuente de poder adicional al del equipo de Radar. Sin embargo es dudoso que una sola fuente de poder pueda proporcionar todos los poderes necesarios en un equipo de radar. La distribución de los componentes físicos de un sistema pueden ser tales que no sea práctico agrupar todos los circuitos de poder en una sola unidad física. Se necesitan diferentes alimentaciones para satisfacer los variados requerimientos del sistema y sus fuentes de alimentación deben diseñarse para satisfacer estas necesidades. La función de fuentes de poder la desempeñan varios tipos de alimentaciones distribuidas entre los componentes de los circuitos de un equipo de radar.

2.2.2 Modulador

La Función del Modulador, es asegurar que todos los circuitos conectados en el sistema de radar trabajen con una relación de tiempo bien definida entre ellos y que el intervalo de tiempo entre los pulsos, sea del largo apropiado. El modulador envía simultáneamente una señal sincronizada para la partida simultánea del transmisor y del barrido en la pantalla. Esta circunstancia, fija un control para la Frecuencia de Repetición de Pulso (FRP) y proporciona una referencia para adaptar el tiempo de trayecto del pulso emitido a un blanco y su regreso como eco.

2.2.3 Transmisor

La función del transmisor es generar energía de radio frecuencia (RF), de pulsos muy cortos y poderosos. La frecuencia que se genera, potencia de cresta, ancho de pulso y longitud de onda (λ), dependen de un instrumento denominado Magnetron. El transmisor es básicamente un oscilador que genera energía de radiofrecuencia en la forma de pulsos cortos y poderosos, debido a que es conectado y desconectado por las señales del Trigger (o disparador) del modulador. Debido a las frecuencias empleadas y los poderes necesarios del oscilador es de un tipo especial llamado Magnetron.

2.2.4 Sistema de Antena Receptora – Transmisora

La función del sistema antena es recibir la energía de radiofrecuencia del transmisor, irradiar esta energía en la forma de un haz altamente direccional, recibir cualquier eco o reflexiones de pulsos transmitidos y enviar estos ecos al receptor. Para cumplir esta función, los pulsos de energía de Radiofrecuencia (RF) generados en el transmisor son llevados a una bocina instalada en el punto focal de un reflector direccional, desde el cual la energía se irradia con un patrón altamente direccional. La energía transmitida y la reflejada (devuelta al equipo por la

misma bocina de doble propósito) son conducidas desde y hacia el equipo a través de un conducto común. Este conducto común es un conducto eléctrico al que se le conoce como **Guía de Onda**. Una guía de onda es esencialmente un tubo hueco de cobre, generalmente de sección rectangular, cuyas dimensiones están de acuerdo a la frecuencia de la portadora, o sea, la frecuencia de las oscilaciones dentro del pulso emitido o de su eco.

Debido al empleo de esta guía de onda común, es que debe contarse con un switch eléctrico o **Tubo Transmisor – Receptor (TR)**, que sea capaz de cambiar de las funciones de transmisión a las de recepción y proteger en esta forma al receptor del daño que le puede causar la enorme cantidad de energía generada por el transmisor. El tubo TR, bloquea al transmisor de los pulsos emitidos. Durante los períodos relativamente largos en los que el transmisor está inactivo, el TR permite que los ecos que regresan pasen al receptor. Para evitar que alguno o todos los ecos más débiles sean absorbidos por el transmisor, se emplea otro dispositivo denominado **Tubo Anti – TR (A – TR)**, cuya función es bloquear el paso de estos ecos al transmisor. La bocina del extremo superior de la guía de onda dirige la energía transmitida al reflector, el que la enfoca en un delgado haz. Cualquiera de los ecos que regresa, a su vez son enfocados por el reflector y enviados hacia la bocina. Los ecos pasan a través de la bocina y la guía de onda hacia el receptor.

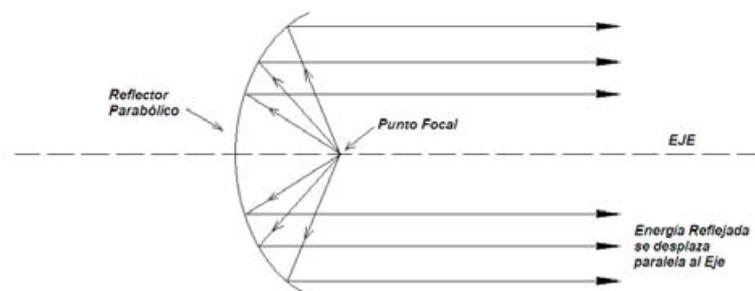


Figura 7. Reflector Parabólico

Como la energía de RF se transmite en la forma de un haz muy angosto, especialmente en su dimensión horizontal, deberán hacerse las provisiones necesarias para dirigir este haz hacia un blanco en forma tal que puedan medirse tanto su distancia como su demarcación. Normalmente esto se consigue mediante la rotación continua del haz de radar a un velocidad de 10 a 20 revoluciones por minuto, de manera, que puede alcanzar a cualquier blanco que se encuentre en su paso. Por consiguiente, en este sistema básico de radar, la parte superior de la guía de onda, se construye en forma tal que pueda girar en su plano horizontal, mediante un motor de arrastre. A este conjunto de antena giratoria y reflector se le llama ANTENA.

2.2.5 Receptor

La función del receptor es amplificar o aumentar la intensidad de los muy débiles ecos de RF y transformarlos en señales de video para ser traspasadas al indicador. El receptor cuenta

con un mezclador de cristal y las etapas de amplificación de frecuencia intermedia necesarias para producir las señales de video que emplea el indicador.

2.2.6 Indicador

La principal función del indicador, es proporcionar una presentación visual de las demarcaciones y distancias de los ecos de los blancos de radar que se están recibiendo. En un sistema básico de radar, el tipo de presentación empleado, es el de Plano de Indicador de Posición Plana o PPI (Plan Position Indicator) que es esencialmente un diagrama polar, con la posición del buque transmisor al centro. Las imágenes de los ecos de los blancos se reciben y se presentan, ya sea, con demarcaciones verdaderas o relativas y con las distancias desde el centro del PPI. Mediante una presentación continua de las imágenes de los blancos, también se evidencia el movimiento relativo del blanco, con respecto al buque transmisor. Como función secundaria del indicador, aparece la de proporcionar los medios para operar los diferentes controles del sistema de radar.

El tubo de rayos catódicos (TRC) es el corazón del indicador. La cara del TRC o pantalla, que está recubierta por una película de material fosforescente, es el PPI. El cañón electrónico en el extremo opuesto del tubo, envía un haz muy angosto de electrones que chocan en el centro del PPI a menos que sean deflectados por efectos electrostáticos o electromagnéticos. Como la parte interior del PPI se haya cubierta con un material fosforescente, aparece un pequeño punto brillante en el centro del PPI.

Si el haz electrónico se refleja radialmente en el centro en forma rápida y repetida, se forma en el PPI una línea brillante a la que se le denomina Trazo. Si se detiene el flujo de electrones en un momento determinado, el trazo continúa brillando por un corto período debido a la capa fosforescente. La lenta pérdida de brillo se conoce con el nombre de Persistencia; cuanto más lento es la pérdida del brillo mayor es la persistencia.

En el momento en que el modulador dispara al transmisor, también envía un Trigger de sincronía al indicador. Esta última señal hace reflejar el haz electrónico radialmente desde el centro de la pantalla del TRC (PPI) de manera de formar un trazo del movimiento radial del haz electrónico. Este movimiento radial del haz electrónico se le denomina el Barrido o Base del Tiempo. A pesar de que los términos Trazo y Barrido se emplean frecuentemente en forma indistinta, el término "Trazo" describe solo la evidencia visible del movimiento de barrido.

Dado que el haz electrónico se refleja del centro de la pantalla del TRC con cada pulso del transmisor, el barrido debe repetirse muy rápidamente aún al emplear las más bajas frecuencias de repetición. La velocidad de movimiento del punto de choque del haz electrónico sobrepasa sobradamente la capacidad de detección del ojo humano.

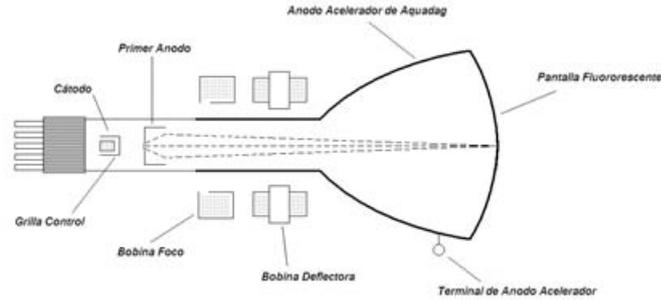


Figura 8. Tubo de Rayos Catódicos

La razón real del movimiento radial del haz electrónico la fija el radio de la pantalla y la distancia representada por el radio de esta pantalla, de acuerdo a la escala de distancia que se emplea; si se está empleando la escala de 20 millas, el haz electrónico debe ser reflejado radialmente desde el centro del TRC que tiene un radio determinado a una razón de que corresponda al tiempo que necesita la energía de RF para desplazarse el doble de la distancia de la escala o sea 40 millas. Cuando se emplea la escala de 20 millas, el haz electrónico debe moverse radialmente desde el centro de la pantalla del TRC a su periferia en 246 microsegundos.

$$\begin{aligned}
 \text{Velocidad energía RF} &= 0,161829 \text{ millas/microsegundos} \\
 \text{Distancia} &= \text{Velocidad} \times \text{Tiempo} \\
 40 \text{ millas}/0,161829 &= 246 \text{ microsegundos}
 \end{aligned}$$

El objetivo de regular la razón de desplazamiento del haz electrónico en esta forma, es establecer la base de tiempo en la PPI el cual puede ser usado para medición directa en distancias a blancos sin necesidad posterior de considerar el hecho de que los pulsos transmitidos y sus ecos reflejados hacen un viaje de ida y vuelta al blanco. Con la periferia del PPI representando una distancia de 20 millas desde el centro del PPI en la escala de 20 millas, el tiempo necesario para que el pulso transmitido llegue a un blanco distante 20 millas y regrese a la antena como un eco reflejado, es el tiempo necesario para desplazarse 40 millas en este caso. Se deduce que un punto que se encuentre en la mitad de la línea de barrido o a mitad del camino entre el centro del PPI y su periferia en la línea de base de tiempo, representa una distancia de 10 millas desde el centro del PPI. Lo antedicho presupone que la velocidad de desplazamiento del haz electrónico es constante, lo que es lo normal en el caso de diseño de indicadores para radares de navegación.

Si la antena se orienta hacia un blanco que está a 10 millas de distancia y la escala que se emplea es la de 20 millas, el tiempo que necesita un pulso y su correspondiente eco para desplazarse ida y regreso esas 20 millas, es de 123 microsegundos. A los 123 microsegundos, después del instante de disparo del transmisor y de haber enviado el disparo de sincronización al indicador para hacer reflejar el haz radialmente, el haz se habrá desplazado una distancia

de 10 millas en su barrido o en la base de tiempo. Al recibir el eco 123 microsegundos después de emitido el pulso, el receptor envía una señal de video al indicador, la que tiene por efecto el intensificar o abrillantar el haz electrónico en un punto en su barrido a 123 microsegundos, o sea, 10 millas en la base del tiempo. La intensificación del trazo producido por el barrido en el punto correspondiente a la distancia al blanco sumado a la persistencia, produce una imagen visible del blanco en el PPI. Debido a la frecuencia de repetición del pulso la reproducción de la imagen en el PPI se repite varias veces dentro de un corto período de tiempo, obteniéndose un brillo estable de la imagen del blanco siempre que el blanco sea un reflector razonablemente bueno.

En el empleo del radar en navegación o como un medio para evitar abordajes, la antena y el haz de energía de RF irradiada por ella están a una velocidad constante, generalmente entre 10 a 20 RPM, de manera que permita la detección de cualquier blanco que se encuentre alrededor del buque. Así como el haz electrónico puede ser reflectado radialmente por medios electrostáticos o electromagnéticos, también puede hacerse girar por los mismos procedimientos. Generalmente en los radares modernos, el barrido se hace girar electromagnéticamente.

CAPÍTULO III

3. Principios Básicos de Funcionamiento del Radar

Los primeros usuarios del radar (entre los años 1945 y 1947), tenían una considerable ventaja durante períodos de baja visibilidad, debido a su conocimiento superior de la presencia de otros buques. Cuando los contactos eran pocos, la tradicional estrategia de reducir la velocidad, y la información de donde se encontraban los contactos, era suficiente para tomar rumbos que evitaran las colisiones. A medida que el número de naves equipadas con radar se hizo más importante, estas prácticas se deterioraron y las prácticas erróneas aprendidas durante la época del desarrollo de estos equipos, provocaron un aumento en los accidentes marítimos, entre naves equipadas con radar.

La interpretación del movimiento relativo descrito en las pantallas de los radares, resultó difícil para los navegantes que habían basado toda su experiencia como oficiales de puente, en el “aspecto” del contacto obtenido mediante la sensación visual. El problema en traducir el movimiento relativo entregado por el radar, a movimiento verdadero, se transformó en la piedra angular del desarrollo del radar.

Con el desarrollo de la computación fue posible programar un procesador digital capaz de interpretar la información entregada por el equipo de radar y transformarla en fórmulas matemáticas, capaces de ser analizadas por este ordenador el que, a su vez, puede entregar de manera rápida y eficiente los datos que necesita el navegante, para tomar decisiones correctas; para evitar las colisiones o aproximaciones excesivas. Este equipo se conoce con el nombre de ARPA, que proviene de los términos ingleses: AUTOMATIC RADAR PLOTTING AID.

El ARPA es, entonces, un calculador adjunto al radar, que procesa la información que entrega el radar y resuelve automáticamente el problema cinemático, de manera de entregar gráficamente, la siguiente información:

- Demarcación del Contacto
- Distancia al Contacto
- Rumbo del Contacto
- Velocidad del Contacto
- Punto de Mayor Aproximación
- Tiempo para llegar al Punto de Mayor Aproximación

Dependiendo del diseño del radar, esta información puede aparecer en la propia pantalla del radar o en una pantalla separada, pero esencialmente, los datos son los mismos.

Para poder llegar a entender las funcionalidades básicas de un Sistema de Radar ARPA primero hay que entender la teoría que maneja y automatiza, siendo lo más importante la

3.1.1.1 La Frecuencia

Es el número de ciclos completados en un segundo. La unidad que se emplea en la actualidad para la frecuencia en ciclos por segundo, es el Hertz. Un hertz es un ciclo por segundo, un Megahertz (MHz) es un millón de ciclos por segundo.

3.1.1.2 La Longitud o Largo de Onda

Es la distancia entre dos crestas medida en el sentido de propagación. Al completarse un ciclo la onda se ha desplazado una longitud de onda.

3.1.1.3 La Amplitud

Es el máximo desplazamiento de la onda de su valor medio o cero.

3.1.2 Refracción

Si las ondas de radar realmente se desplazan en línea recta, la distancia al horizonte alcanzado por estos rayos dependerá exclusivamente de la altura de la antena, suponiendo que se cuenta con el poder suficiente para alcanzar este horizonte. Sin los efectos de la refracción, la distancia al Horizonte de Radar sería la misma que la del horizonte visible para la altura de esa antena. Sin embargo, al igual que los rayos ópticos, los de radar están sujetos a una cierta deflexión o refracción en la atmósfera debido a que pasan por zonas de distinta densidad. Pero debido a las frecuencias empleadas, esta deflexión es mayor para las ondas de radar que para las luminosas u ópticas.

3.1.3 Refracción en una Atmósfera Estándar

Si tenemos una antena de una altura de "h" pies, suponiendo que se encuentra en una atmósfera estándar, la distancia "d" al horizonte de radar, puede encontrarse mediante la siguiente fórmula:

$$d = 1,22 \times \sqrt{h} \quad (\text{h en pies}).$$

Como las distancias a los horizontes geográficos y ópticos están dados por las fórmulas $1,06 \times \sqrt{h}$ y $1,15 \times \sqrt{h}$ respectivamente, se puede ver claramente que el horizonte de radar, excede del geográfico en aproximadamente un 15% y al visible en un 6%. O sea que, al igual que los rayos luminosos en una atmósfera estándar, los de radar son ligeramente refractados hacia abajo siguiendo la curvatura de la Tierra.

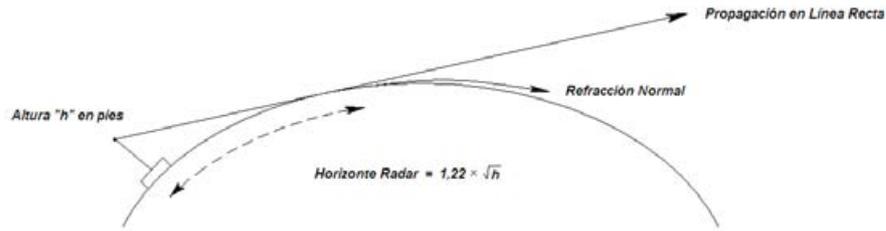


Figura 10. Refracción en una Atmósfera Estándar

La distancia al horizonte radar en sí mismo no limita la distancia desde la cual se pueden recibir ecos. Si suponemos que se cuenta con un poder adecuado, podrán recibirse ecos de blancos que se encuentran más allá del horizonte de radar, pero siempre que su superficie reflectora se alcance sobre él. Nótese que la distancia al horizonte de radar es la distancia a la cual los rayos de radar rozan a la superficie de la tierra.

En la explicación anterior se supuso una atmósfera estándar. Se denomina Atmósfera estándar a aquella que tiene una distribución vertical hiperbólica de la temperatura, presión y densidad, y a la que se toma como referencia en distintos objetivos. Debido a que las condiciones atmosféricas reales en un sitio cualquiera, pueden diferir bastante de las condiciones estándar, la pequeña deflexión que el haz de radar sufre en esas circunstancias puede considerarse como el caso típico.

A pesar de que la fórmula para determinar la distancia al horizonte de radar ($d = 1,22 \times \sqrt{h}$) se basa en un largo de onda de 3 centímetros, puede también emplearse indistintamente para determinar la distancia al horizonte de radar de cualquier radar que se emplea para navegación. El valor así determinado, debe considerarse como un valor aproximado, debido a que generalmente no pueden efectuarse cálculos más exactos por cuanto a bordo normalmente no se cuenta con los medios para determinar las constantes reales de refracción.

3.1.4 Súper – Refracción

Con tiempo calmo, sin turbulencias y cuando se encuentra una capa superior de aire seco y caliente sobre una capa de aire frío y húmedo, se produce lo que se conoce como Súper – Refracción. La Súper – Refracción produce una mayor deflectación del rayo del radar y por consiguiente un aumento en la distancia a la cual pueden detectarse blancos. Este fenómeno se observa generalmente en los trópicos cuando una cálida brisa terrestre sopla sobre corrientes oceánicas más frías.

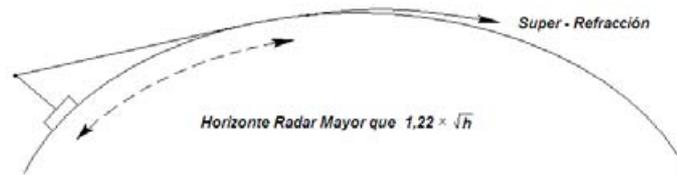


Figura 11. Súper – Refracción.

3.1.5 Sub – Refracción

Si por el contrario una capa de aire frío y húmedo se coloca sobre una de aire caliente y seco se puede producir lo que se denomina Sub – Refracción. La Sub – Refracción, provoca una deflección hacia arriba de los rayos de radar, disminuyendo en esta forma la distancia máxima a que puedan obtenerse detecciones. La sub – refracción también afecta a la distancia mínima de detección y puede darse el caso, de que no sean detectados blancos cercanos bajos. Este fenómeno se registra generalmente en las regiones polares al tener masas de aire frío sobre corrientes oceánicas más cálidas.

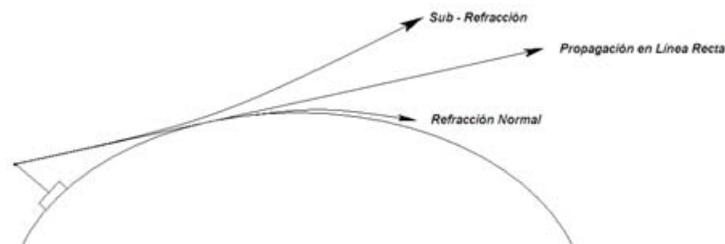


Figura 12. Sub – Refracción.

3.1.6 Ductos

La gran mayoría de los operadores de radar saben que en determinadas circunstancias pueden detectarse blancos a distancias anormalmente grandes, así como que en otras oportunidades no pueden detectar blancos que están dentro del alcance visual; a pesar de que en ambas circunstancias los equipos hayan estado funcionando con el máximo de eficiencia.

Este fenómeno ocurre durante casos de súper refracción extrema y la energía que se irradia con ángulos de un grado y menores pueden quedar atrapadas en una capa de la atmósfera llamada Ducto de Radio de Superficie. En el ducto, los rayos de radar son refractados primero hacia la superficie del mar, luego reflejados hacia arriba, vueltos a refractar dentro del ducto y así en forma continua.

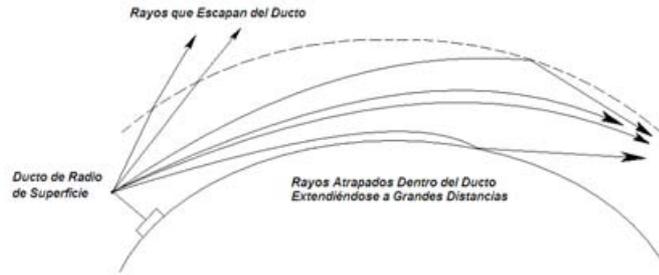


Figura 13. Ductos.

La energía atrapada en el ducto sufre pocas pérdidas, por lo que pueden detectarse blancos a distancias bastantes grandes. Es así que se han detectado blancos de superficie a 1.400 millas con equipos de poder relativamente bajo. Por otra parte, se ha comprobado que los rayos que salen del ducto sufren una considerable pérdida de energía, lo que reduce las oportunidades de detectar blancos sobre el ducto.

Los ductos, ocasionalmente reducen el alcance efectivo del radar. Si la antena está bajo el ducto es muy poco probable que pueda detectar blancos que se encuentren sobre él. En casos de ductos extremadamente bajos y cuando la antena está sobre el ducto, puede suceder que no se detecten blancos que están bajo él. Afortunadamente este es un caso que no sucede muy frecuentemente.

3.1.7 Difracción

Es la deflexión que sufre una onda cuando pasa un obstáculo. Debido a la difracción, es que se produce alguna iluminación de la zona detrás de una obstrucción o blanco. Los efectos de la difracción son mayores a las frecuencias bajas. Es así que, el haz de un radar de frecuencia baja tiende a iluminar más la zona sombría que existe tras una obstrucción que el haz de un radar de una frecuencia más alta.

3.1.8 Atenuación

Es la dispersión o absorción de energía del haz de radar al pasar por la atmósfera y produce una disminución en la intensidad del eco. La atenuación es mayor a frecuencias más altas.

3.1.9 Características del Eco

A pesar de que los ecos reflejados son mucho más débiles que los pulsos transmitidos, las características del regreso a la fuente, son similares a las características de propagación. La intensidad de estos ecos depende de la cantidad de energía transmitida que llegue al blanco, así como del tamaño y características reflectoras de él.

3.2 Factores que afectan la Detección de Blancos

3.2.1 Factores que afectan el alcance máximo

3.2.1.1 Frecuencia

Cuanto mayor es la frecuencia de las ondas del radar, mayor será la pérdida de poder. Es por esto que, generalmente, con frecuencias más bajas (mayor largo de onda) se tienen mayores alcances de detección.

3.2.1.2 Poder de Cresta

El poder de Cresta de un radar es su poder útil. El alcance de un radar aumenta cuando se aumenta su poder de cresta. Al duplicar su poder de cresta el alcance aumenta en un 25%.

3.2.1.3 Largo del Pulso

Cuanto mayor es la longitud del pulso, mayor es el alcance del radar, debido a la mayor cantidad de energía transmitida.

3.2.1.4 Frecuencia de Repetición de Pulso

PRR o FRP, fija la distancia máxima que puede medirse con el radar. Debe dejarse un amplio espacio de tiempo entre pulsos, para que el eco regrese de cualquier blanco que se encuentre dentro de los alcances operativos del sistema. De otra forma, los ecos que regresan de los blancos más lejanos se verían bloqueados por pulsos sucesivos. Este intervalo de tiempo es el que fija el mayor PRR que puede ser empleado. El PRR puede ser lo suficientemente alto, siempre que un número conveniente de pulsos dé en el blanco y puedan, a su vez, regresar al radar un número conveniente de ecos.

3.2.1.5 Ancho del Haz

Cuanto más concentrado es el haz, mayor es el alcance de detección del radar.

3.2.1.6 Características del Blanco

Blancos grandes pueden verse en la pantalla a mayores distancias, siempre que exista horizonte visual entre la antena del radar y el blanco. Materiales conductores (como un casco de acero por ejemplo) producen ecos relativamente fuertes, mientras que materiales no conductores (un casco de madera de un pesquero) producen ecos más débiles.

3.2.1.7 Sensibilidad del Receptor

Cuanto más sensible sea el receptor, mayor será el alcance, pero está más expuesto a la interferencia y bloqueo electrónico.

3.2.1.8 Velocidad de Rotación de la Antena

Cuanto menor es la velocidad de rotación de la antena, mayor es el alcance de detección de radar, especialmente para blancos pequeños.

3.2.2 Factores que afectan al alcance mínimo

3.2.2.1 Largo del Pulso

La distancia mínima de detección de un radar la determina básicamente la longitud del pulso.

En general puede decirse que es igual a la mitad de la longitud del pulso del radar (164 yardas por microsegundo de largo de pulso). Considerando el carácter electrónico, el tiempo de recuperación del receptor y duplexer (conjunto de tubos TR y Anti – TR), hacen mayor la distancia mínima de detección de un blanco que la obtenida por la sola consideración de la longitud del pulso.

3.2.2.2 Retorno del Mar

El retorno del mar, o sea, los ecos recibidos de las olas, pueden saturar el indicador, dentro y aún más allá del alcance mínimo determinado por la longitud del pulso y tiempo de recuperación.

3.2.2.3 Ecos de los Lóbulos Laterales

Aquellos blancos que son detectados por los lóbulos laterales del haz de la antena, se denominan ecos de lóbulos laterales. Cuando se trabaja cerca de tierra o de blancos grandes, los ecos de los lóbulos laterales, pueden saturar el indicador e impedir la detección de blancos cercanos, sin importar hacia donde esté apuntando la antena.

3.2.2.4 Ancho vertical del Haz

Pueden perderse los pequeños blancos de superficie, al quedar por debajo del haz cuando se encuentran muy próximos.

3.2.3 Factores que Afectan la Exactitud en Distancia

La exactitud con que el radar mide una distancia, depende de la exactitud con la que se mide el intervalo de tiempo entre el instante de la transmisión del pulso y de recepción del eco.

3.2.3.1 Error Fijo

Se produce un error fijo, por la partida del barrido en el indicador antes de que la energía de RF abandone la antena. El cero de referencia para todas las mediciones de distancia, debe corresponder al borde delantero del pulso transmitido. Sin embargo, como una parte del pulso transmitido se filtra directamente al receptor, sin ir a la antena, se produce un error fijo debido al tiempo que necesita la energía de RF para llegar hasta la antena y regresar al receptor. Esto hace que las distancias que se indican sean mayores que en la realidad. Para eliminar este error se emplea un dispositivo denominado "Circuito de Retraso del Trigger". Por este medio puede atrasarse una pequeña cantidad el Trigger al indicador. Este retraso hace que el barrido parta en el instante en que un eco debiera regresar al indicador, desde una plancha colocada justamente en la antena y no en el instante en que el pulso se genera en el transmisor.

3.2.3.2 Voltaje de la Línea

La exactitud de las mediciones de distancia, dependen de la constancia del voltaje de línea que se le suministra al radar. Si el voltaje varía de su valor nominal, las distancias indicadas no pueden ser de confianza. Estas fluctuaciones ocurren generalmente solo en forma momentánea; pero después de una corta espera, las distancias vuelven a ser exactas.

3.2.3.3 Variación de Frecuencias

Los errores en distancia pueden deberse también a pequeñas variaciones en la frecuencia del oscilador que se emplea para dividir el barrido en intervalos iguales. Si existe este error en frecuencia, las distancias que se lean en el radar, tendrán un error equivalente a un pequeño porcentaje de la distancia.

Para reducir los errores producidos por variaciones en frecuencia, los osciladores de precisión en los radares se colocan en hornos a temperatura constante. El horno está siempre caliente de manera que no se producen variaciones en frecuencia mientras el resto del equipo se caliente.

3.2.3.4 Calibramiento

La distancia a un blanco se puede medir muy exactamente en el PPI cuando el borde delantero de sus pips⁵, apenas toca un anillo fijo. La exactitud de esta medición depende del alcance máximo de la escala que se está empleando. Un error máximo típico en el calibramiento de los anillos fijos de distancia es de 75 yardas o 1 ½ % de la distancia máxima de la escala que se está empleando, dependiendo según cual sea mayor. Cuando el indicador está en la escala de 6 millas, el error en distancia de un pip que justamente toca a un anillo de distancia puede ser alrededor de 180 yardas o 0,1 millas, debido solamente a error en calibramiento, cuando el calibramiento está dentro de límites aceptables.

En algunos PPI, la distancia solo puede apreciarse con referencia a los anillos fijos. Cuando el pip cae entre los anillos de distancia, la estimación es generalmente errónea en un 2 o 3% de la distancia máxima de la escala de distancia más cualquier error en la calibración de los anillos de distancia.

Los indicadores de radar cuentan generalmente con un anillo variable de distancia (VRM) o anillo ajustable, que es el medio normal que se emplea en las mediciones de distancia. Con el VRM pueden tener un error de un 2 ½ % de la distancia máxima de la escala empleada. Si se está trabajando con la escala de 8 millas, el error en distancia medido por el VRM puede llegar a ser de 0,2 millas náuticas.

3.2.3.5 Escala de Distancias

Cuanto mayor sea la escala empleada, menor será la exactitud que se tendrá en la medición de distancias tanto con anillos fijos como con el VRM, debido a que los errores en calibramiento son mayores, al ser las mediciones de distancias más grandes.

3.2.3.6 Curvatura del PPI

Debido a la curvatura del PPI, especialmente en áreas cercanas a la periferia, las mediciones de distancia de los pips cerca del borde son menos exactas que las mediciones de distancia cerca del centro del PPI.

3.2.4 El Tiempo Meteorológico

Normalmente, los efectos de las condiciones meteorológicas son el de reducir el alcance de detección de los blancos y producir ecos no deseados en la pantalla que puedan bloquear los ecos de blancos importantes, o de aquellos que representen un peligro para el buque.

⁵ Se entenderá de aquí en adelante a un "pip" como el eco o como el impulso identificador de un objeto, superficie o contacto que el equipo detecte y presente en la pantalla del radar.

3.2.4.1 Viento

El viento produce olas que reflejan ecos no deseados y que aparecen en la pantalla como Retorno de Mar. El retorno de mar es siempre mayor al lado de barlovento. Este efecto puede reducirse con un buen empleo de los controles de ganancia; el A/C Sea (que será explicado más adelante), pero debe tenerse buen cuidado de no perder blancos en este proceso.

3.2.4.2 Precipitaciones

La lluvia, el granizo y la nieve pueden producir ecos que aparecen en la pantalla como zonas borrosas o confusas. El control A/C Rain se emplea para minimizar los ecos producidos por precipitaciones, de manera que, puedan aparecer los ecos que se puedan esconder. Fuera de ocultar blancos que están dentro de un área de mal tiempo, una fuerte precipitación puede absorber algo de la energía del pulso y disminuir el alcance máximo de detección.

3.2.4.3 Condiciones Anormales de Propagación

Al igual que las ondas luminosas, las ondas de radar también están sujetas a la refracción y normalmente se curvan ligeramente siguiendo la curvatura de la Tierra. En ocasiones, determinadas condiciones atmosféricas producen una modificación de esta refracción normal.

3.2.5 Longitud de Onda

Generalmente, los radares que transmiten en las longitudes de onda más cortas, están más expuestos a los efectos del tiempo meteorológico que los que lo hacen en longitudes de ondas mayores.

Dos radares con distintos largos de ondas montados en un buque que navega en un chubasco y con marejada, si no emplea los controles de A/C Rain y A/C Sea, los efectos de lluvia y mar aparecen en forma más maciza en el radar con menor largo de onda. Además, tres blancos que puedan detectarse en el PPI del radar con mayor largo de onda, no son detectados por el otro, aún al emplear los controles de A/C Rain y A/C Sea. Los blancos no son detectados en el PPI del radar con menor longitud de onda, debido a que gran parte de la energía ha sido absorbida o atenuada por la lluvia.

Similarmente, se producirá la detección de blancos cercanos, con un radar con un largo de onda relativamente grande y la no detección de estos blancos con un radar con un largo de onda relativamente corto.

3.2.6 Características del Blanco

Son varias las características que permitirán que un blanco sea detectable a mayor distancia que otro, o que un blanco produzca un mayor eco que otro.

3.2.7 Altura

Debido a que la propagación de las ondas de radar es casi una línea recta, la altura de un blanco tiene una importancia capital. Si el blanco no se eleva sobre el horizonte, el haz de radar no puede ser reflejado por el blanco. Debido a las características de interferencia, el blanco debe elevarse algo sobre el horizonte.

3.2.8 Tamaño

Dentro de ciertos límites, aquellos blancos con mayor superficie reflectora proporcionarán ecos más fuertes que aquellos de superficies más chicas. Si un blanco es mayor que el ancho horizontal del haz, la intensidad del eco no aumenta en razón al mayor ancho del blanco, ya que en ningún caso podrá producir un eco aquella superficie que no está expuesta al haz. Debido a que la altura de los blancos de radar siempre será pequeña en comparación con la antena del haz, la limitación por altura del haz generalmente no se puede aplicar a la dimensión vertical. Sin embargo, hay una limitación en la dimensión vertical en el caso de superficies inclinadas. En este caso, sólo el área vertical proyectada que queda dentro de la distancia equivalente de la longitud al pulso puede proporcionar un eco en cualquier momento.

3.2.9 Aspecto

El aspecto de un blanco lo constituye su orientación con respecto al eje del radar. Con un cambio de aspecto, puede cambiar la superficie reflectante efectiva, dependiendo de la forma del blanco. Cuanto más cerca esté de los 90° el ángulo entre el área reflectante y el eje del haz, mayor será la intensidad del eco reflejado.

3.2.10 Forma

Blancos de una misma forma pueden dar ecos de intensidad diferentes, de acuerdo al aspecto con que se presentan. En esta forma una superficie plana en ángulo recto con el haz del radar, como puede ser el costado de un buque de fierro, o un acantilado de la costa, proporcionará ecos muy fuertes. A medida que cambia el aspecto, esta superficie plana tiende a reflejar una mayor cantidad de energía alejándose de la antena, proporcionando ecos más débiles.

Una superficie cóncava, tiende a enfocar toda la energía hacia la antena, mientras que una superficie convexa tiende a dispersarla. Una superficie cónica pulida no reflejará energía hacia la antena. Sin embargo, esta misma figura refleja energía si su superficie es áspera.

3.2.11 Estructura

La estructura o textura de un blanco puede modificar los efectos de la forma y el aspecto. La suavidad tiende a aumentar las cualidades reflectoras y la intensidad de la reflexión, pero a menos que el aspecto y forma del blanco sean tales que la reflexión sea enfocada directamente a la antena, la superficie suave dará un eco de radar débil, debido a que la mayor parte de la energía se refleja en otra dirección. Por el contrario, una superficie áspera y compacta tiende a quebrar la reflexión y mejorará la intensidad del eco que regresa de aquellos blancos cuya forma y aspecto darían normalmente ecos débiles.

3.2.12 Composición

La habilidad de determinadas sustancias para reflejar pulsos de radar, dependen de las propiedades eléctricas intrínsecas de esas sustancias. Es así como los metales y el agua son buenos reflectores. El hielo es un reflector solo regular, dependiendo de su aspecto. Masas terrestres varían en sus cualidades reflectoras dependiendo de la cantidad y tipo de vegetación y el contenido de rocas y minerales. Botes de madera y de fibra de vidrio son malos reflectores. Debe tenerse presente que todas las características actúan en forma conjunta para proporcionar un eco determinado, no pudiéndose aislar uno determinado sin considerar los efectos de los demás.

CAPÍTULO IV

4. Conceptos Básicos en el Uso del Radar ARPA

4.1 Conceptos de Cinemática Automatizadas por el Sistema ARPA

La palabra “cinemática” proviene de la palabra griega “kinema”, que significa movimiento y viene a ser la parte de la mecánica que estudia el movimiento en su aspecto geométrico, abstracción hecha de las fuerzas que lo generan. Por lo tanto la Cinemática Náutica estudia el movimiento de nuestro buque con relación a otro cuando uno de los dos está en movimiento.

Cuando un buque navega aislado, con independencia de los demás buques, sus movimientos sólo se relacionan con la superficie terrestre o con la derrota a seguir para llegar a un punto de destino, pero cuando dos o más buques navegan agrupados, la relación de sus movimientos adquiere gran importancia. Esta relación así como las maniobras que tiene que efectuar un buque para ocupar una cierta posición con respecto a otro, o pasar a una determinada distancia de un punto o de otro barco, así como todos los problemas que en la práctica se presentan, se estudian y se resuelven gráficamente de forma sencilla por medio de la Cinemática Náutica.

Hay que explicar las siguientes premisas al estudiar la cinemática:

- Las derrotas de los buques serán consideradas rectilíneas y uniformes.
- Los cambios de rumbo se considerarán instantáneos, producidos por un giro en un eje vertical que pasa por la posición en que se encuentra el buque considerado. No se tendrá en cuenta la curva de evolución ni la disminución de velocidad producida.
- Los cambios de velocidad se consideran instantáneos.
- Cuando se somete a los dos móviles a una fuerza común, la posición entre ambos no variará. Del mismo modo, si suprimimos este movimiento común, tampoco se alterarán las posiciones relativas de ambos móviles.

Para comenzar a entender el concepto de Cinemática Náutica primero se debe tomar en cuenta una serie de conceptos que ayudarán al análisis de las distintas situaciones que podremos encontrar mientras navegamos.

4.1.1 Movimiento Absoluto

El Movimiento Absoluto es el que realiza el buque con respecto del fondo; los elementos que lo caracterizan son: el rumbo verdadero (Rv), la velocidad verdadera (Vv) y la distancia. El rumbo se cuenta de 000° a 360°, la velocidad se expresa en nudos y la distancia en millas.

4.1.2 Movimiento Relativo

El Movimiento Relativo es el que aparenta un buque visto con relación a otro, cuando ambos están en movimiento de manera independiente. Si uno no se moviese, el otro se apreciaría igual que el movimiento absoluto. Sus elementos son: el rumbo relativo (R_r), la velocidad relativa (V_r) y la distancia.

Tomemos en referencia el siguiente diagrama para explicar mejor el concepto de movimiento relativo:

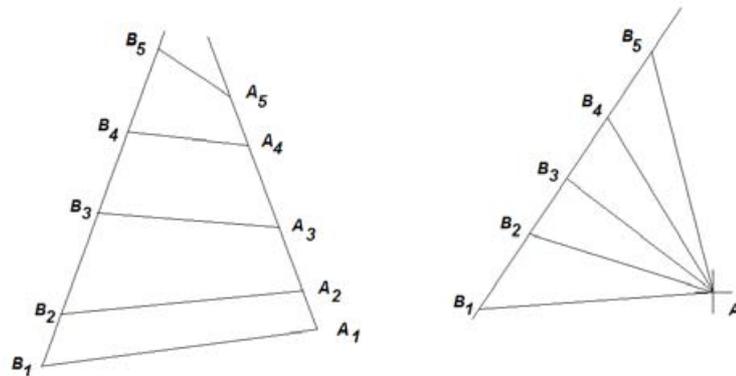


Figura 14. Modelos Ejemplificadores

Sean A y B las posiciones iniciales de dos buques en un momento dado, si por ambos trazamos sus rumbos absolutos y marcamos sobre ellos las posiciones sucesivas absolutas a intervalos regulares, los segmentos A_1B_1 , A_2B_2 , A_3B_3 , etc., serán sucesivas demarcaciones y distancias entre ambos buques.

Si a partir de las posiciones de A trazamos las rectas AB_1 , AB_2 , AB_3 , etc., los puntos B_1 , B_2 , B_3 , etc., representan las posiciones aparentes según la recta determinada por los puntos $B_1 \dots B_5$. Esta línea recibe el nombre de rumbo relativo o rumbo relativo de B con respecto de A.

El buque B se mueve aparentemente visto desde A con un rumbo relativo igual a $R_r = B_1B_5$; la velocidad relativa será $V_r = B_1B_5 / \text{Tiempo}$.

Si en lugar de tomar las distancias desde A las tomamos a partir de B, el rumbo relativo sería el opuesto al anterior, es decir que el rumbo relativo de A con respecto a B, es opuesto si se toma de B con respecto de A.

Al observar la pantalla del radar, pareciera como si el buque propio estuviese detenido, por estar el sistema de radar al igual que el observador de la pantalla, situados sobre el buque y el contacto se desplazará sobre una línea.

Sea el vector “ V_1 ” el indicativo del rumbo y de la velocidad correspondiente al buque propio y “ V_2 ” el vector correspondiente al rumbo y velocidad de un contacto.

Para formar el triángulo de velocidades basados en lo anterior, ha sucedido lo siguiente:

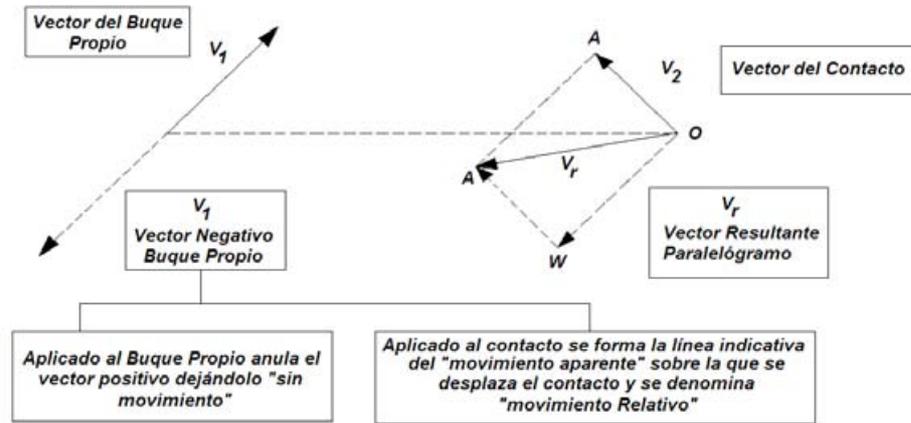


Figura 15. Diagrama de formación triángulo de velocidades

Como se muestra en el dibujo, se forman dos triángulos de velocidades. Para efectos prácticos, para la solución de problema, se utiliza el denominado “Triángulo de Velocidades WOA”. Éste triángulo resultante en el paralelogramo, es el utilizado para resolver los problemas cinemáticos que se presentan.

Los Vectores que forman el triángulo WOA y las letras con que se han denominado los vértices del triángulo de velocidades, son los siguientes:

ΔWOA Vectores	Vector	Significado		
	WO	<i>Way Own Ship</i>	<i>Rumbo y Velocidad del buque propio</i>	Buque Propio
	WA	<i>Way Another Contact / Ship</i>	<i>Rumbo y Velocidad del contacto</i>	Contacto
	OA	<i>Origin Apparent Motion</i>	<i>Rumbo y Velocidad relativos</i>	Del movimiento relativo o movimiento aparente

Como fue aplicado el “vector negativo” indicativo del rumbo y velocidad del buque propio, se debe “invertir el sentido del vector”, para obtener el “rumbo verdadero del buque propio”, quedando definitivamente el triángulo como se muestra a continuación:

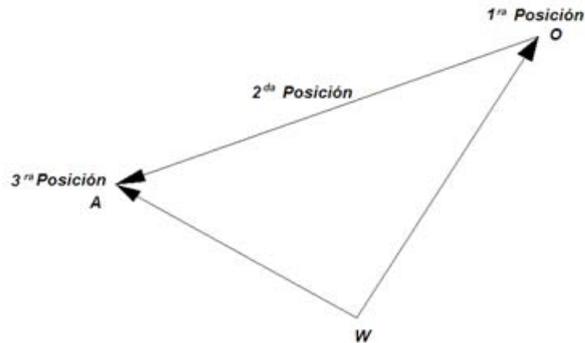


Figura 16. Triángulo de Velocidades

Observaciones:

- En el Buque Propio se conoce el rumbo y la velocidad con que se navega, es decir, se tiene como dato inicial el vector “WO”.
- El problema cinemático se presenta cuando aparece uno o varios contactos sobre la pantalla del radar.
- Para plotear un contacto es necesario adquirir tres posiciones.
- Cada posición de ploteo, se compone de una demarcación y distancia, tomadas para una hora determinada, para ello es necesario establecer el tiempo de ploteo que se usará.
- El tiempo de ploteo a considerar es el tiempo que transcurre entre la primera y la tercera posición, por ejemplo:

Posición	Hora
3 ^{ra} Posición	10 horas 06 minutos
1 ^{era} Posición	- 10 horas 00 minutos
Diferencia de Tiempo	00 06 minutos
Diferencia de Tiempo = Tiempo de Ploteo	

- Como se deben considerar “tres” posiciones, la 2^{da} posición debe ser tomada en la mitad del tiempo transcurrido entre la primera y la tercera posición. Es decir, la 2^{da} posición en el ejemplo anterior, debe ser tomada a la hora 10 horas 03 minutos.
- El objetivo de tomar tres posiciones a intervalos de tiempo regulares, es para determinar que el contacto no haya efectuado ninguna maniobra, es decir, no haya variado su velocidad y/o rumbo durante la observación.

4.1.3 Significado obtenido del ploteo de las tres posiciones

- Las posiciones mantienen una línea de movimiento recta y las distancias recorridas entre ellas son iguales. Aquí el contacto y el buque propio no han variado su velocidad y/o rumbo.

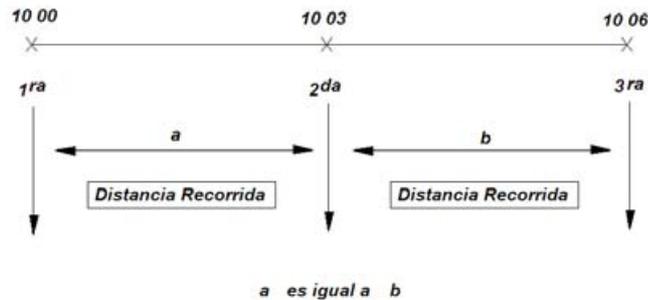


Figura 17. Contacto si variar velocidad o rumbo

- Las posiciones mantienen una línea recta y las distancias que las separan entre sí son diferentes. Significa que la velocidad relativa ha variado, el contacto y/o el buque propio han efectuado alguna maniobra.

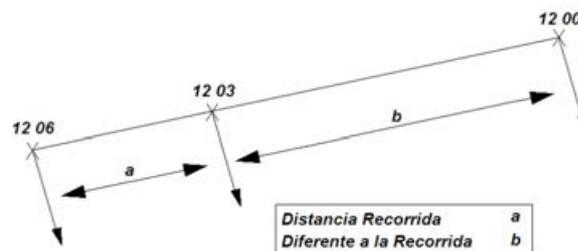


Figura 18. El contacto ha cambiado velocidad o ha realizado una maniobra

- Cuando el resultado del ploteo de las tres posiciones es una línea quebrada. Significa que el contacto o el buque propio han efectuado un cambio de rumbo y/o velocidad.

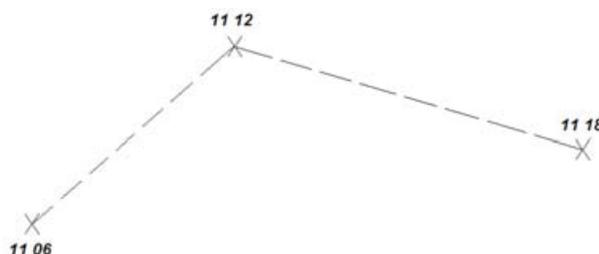


Figura 19. Cambio de Rumbo o velocidad del contacto

- El ploteo va formando un arco cercano a la recta. Significa que uno de los buques o los dos del propio o el contacto están cambiando de rumbo por pocos grados de variación. Aquí debemos tener mucho cuidado ya que puede producirse un punto de colisión.

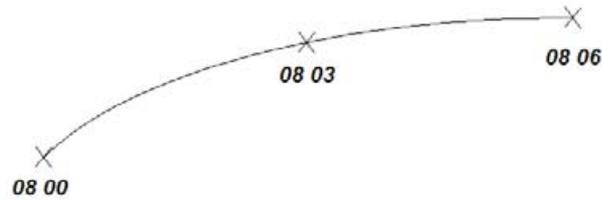


Figura 20. Leve cambio de rumbo

Considerando las observaciones anteriormente expuestas, se debe tener cuidado cuando se observan los contactos, para lo cual, se debe seguir un procedimiento con el fin de obtener los diferentes datos necesarios y resolver con seguridad la acción que se adoptará, para evitar una situación de riesgo de acuerdo con la reglamentación vigente y la experiencia.

4.1.4 La Rosa de Maniobras

La Rosa de Maniobras, es utilizada para resolver los diferentes problemas cinemáticos que se presenten. En ella se plotean los contactos y se visualiza el problema en conjunto. Para los cálculos que se efectúen, se utilizará solamente la escala 1:1 de ella, de acuerdo a lo explicado en la Aplicación del Reglamento Internacional para Prevenir los Abordajes.

4.1.5 Forma de usar la Rosa de Maniobras en el ploteo de los contactos

4.1.5.1 Tiempo a usar en el ploteo de los contactos

Es el tiempo transcurrido desde el momento en que se observa la "1^{era} Posición", hasta el momento en que se observa la "3^{era} Posición". Puede ser utilizado cualquier tiempo de ploteo, teniendo presente que el tiempo en que se debe ser observada la "2^{da} Posición" es la mitad del tiempo de ploteo.

Por ejemplo, si el tiempo de ploteo es de 12 minutos, la 2^{da} Posición debe ser observada $(12:2) = 6$ minutos después de haber tomado la 1^{era} Posición.

La 1^{era} Posición se inicia con la hora cero, como, por ejemplo, las 08 h 04 m.

4.1.5.2 Cuadro Explicativo del Tiempo de Ploteo

La Velocidad del buque propio es la base para determinar el tiempo de ploteo. Aunque se pueden plotear buques con cualquier tiempo de ploteo, se recomienda lo siguiente para que en la Rosa de Maniobras se forme un Triángulo de velocidades aceptable, para la determinación de los datos. Se debe tener en presente que a una mayor velocidad, se requiere menor tiempo para formar el triángulo de velocidades y a menor velocidad, se requiere mayor tiempo.

Buque Propio	Velocidad		Tiempo Ploteo
	1.	Mayor de 20 Nudos	0 - 1 - 3
2.	Desde 8 hasta 20 Nudos	0 - 3 - 6	
3.	Menor de 8 Nudos	0 - 6 - 12	

Figura 21. Recomendaciones de tiempo de ploteo (en minutos)

4.1.5.3 Factor a Utilizar con la Velocidad

El Factor a usar es para transformar la velocidad, en la magnitud que representará el vector de velocidad en la Rosa de Maniobras o, para transformar la magnitud del vector que representa cada uno de los lados del “Triángulo de Velocidades”, en la “velocidad real” que tienen ellos.

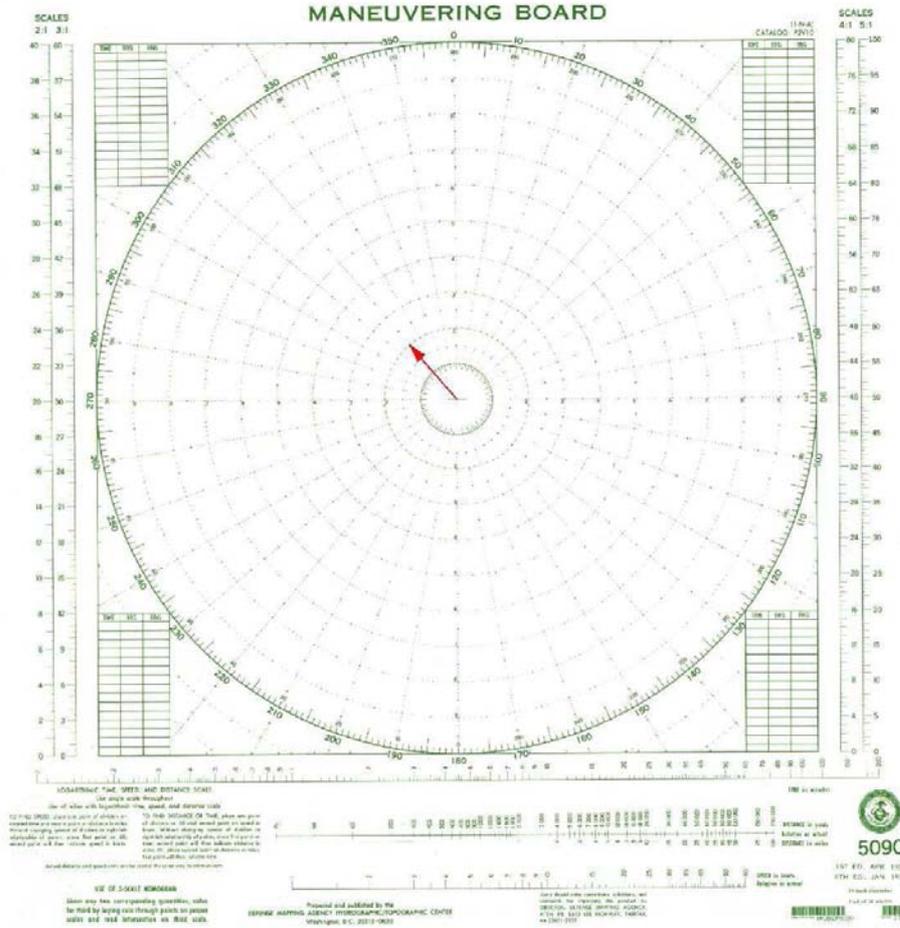
Con el objetivo de omitir el uso de la regla de tres simple, se empleará este “factor”, cuya finalidad es la de ser usado con el sólo propósito de utilizarlo con la **velocidad**. Por ejemplo, si se está usando un tiempo de ploteo de 6 minutos, el factor a utilizar será:

$$60: 6 = 10$$

$$\boxed{\text{Factor} = 10}$$

- La velocidad de los buques se divide por el factor y se obtendrá la magnitud del vector dentro de la Rosa de Maniobras.
- La magnitud de un vector dentro de la Rosa de maniobras se multiplica por el factor y se obtendrá la velocidad correspondiente.
- La Rosa de Maniobras que a continuación se presenta, ilustra lo anterior en el siguiente caso:

Rumbo del buque Propio	:	320°
Velocidad del buque Propio	:	20 Nudos
Factor	:	10



4.1.5.4 Cuadro Resumen para utilizar en el ploteo de un contacto

Posición	Hora	Demarcación	Distancia
1 ^{era}	XX : XX	XXX°	X,X millas
2 ^{da}	XX : XX	XXX°	X,X millas
3 ^{ra}	XX : XX	XXX°	X,X millas
Diferencia de tiempo hora (3 ^{ra} Posición – 1 ^{ra} Posición) TIEMPO DE PLOTEO	Minutos	60 : Tiempo de Ploteo = Factor	

Ejemplo de la forma de registrar el ploteo de un contacto y obtener el factor a utilizar:

Posición	Hora	Demarcación	Distancia
1 ^{era}	15 : 06	020°	7,0 millas
2 ^{da}	15 : 09	012°	5,9 millas
3 ^{ra}	15 : 12	000°	5,0 millas
TIEMPO DE PLOTEO	6 Minutos	60 : 6 =	Factor 10

4.1.5.5 Procedimiento para Formar el Triángulo de Velocidades

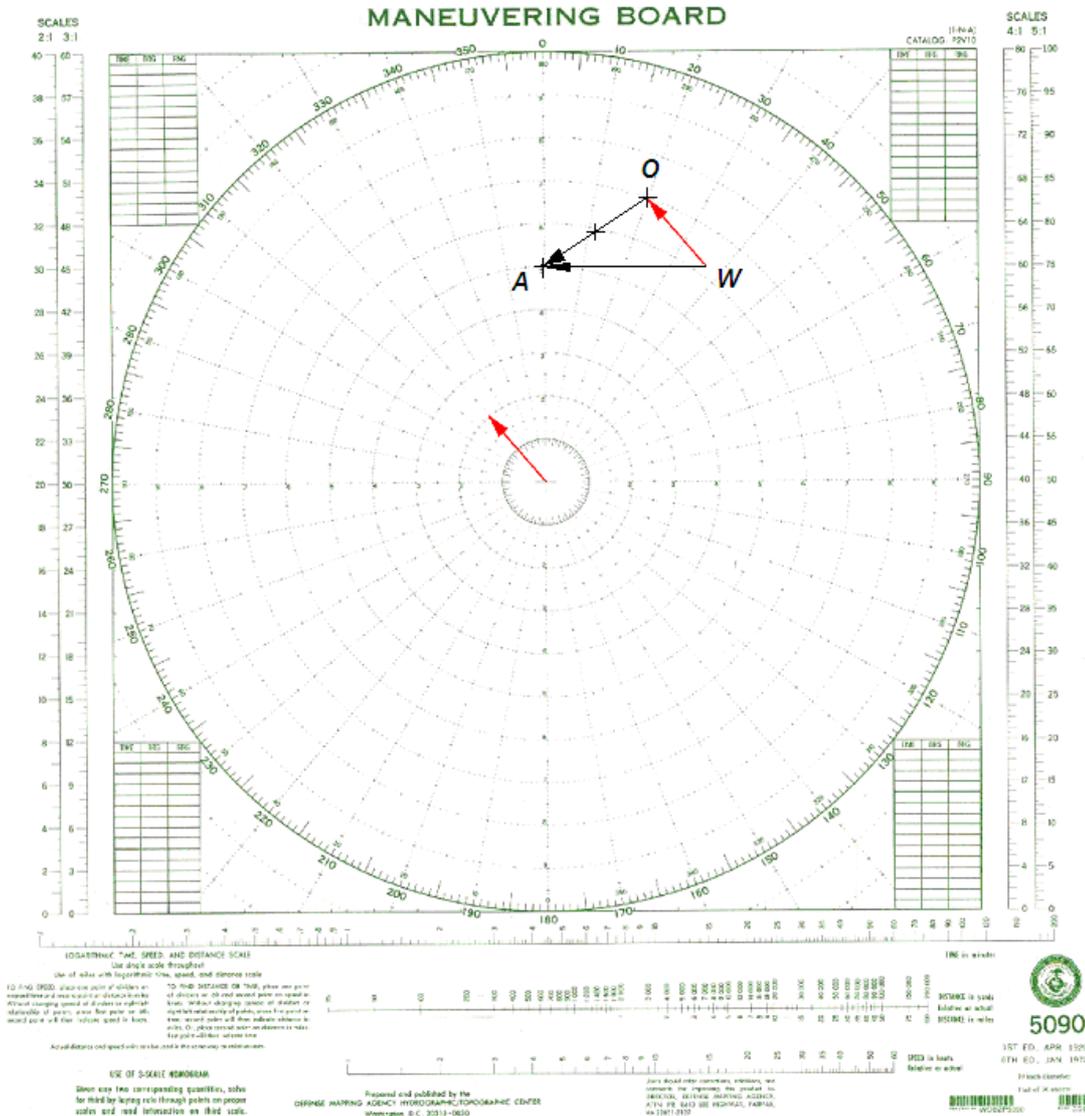
Al estar Navegando se conoce el rumbo y la velocidad del buque propio. Es necesario graficar su vector representativo WO al centro de la Rosa de Maniobras, con el propósito de verificar las posiciones y aspecto en que estarán los contactos que se vayan ploteando en relación con nuestro buque.

Al graficar el buque al centro de la Rosa de Maniobras, aunque no corresponda situar este vector en el centro de la Rosa de Maniobras, al ir con movimiento relativo, se debe considerar lo explicado anteriormente y graficar el vector WO representativo del rumbo y velocidad del buque propio, cubriéndolo con la figura de un buque.

<i>Rumbo</i>	=	<i>Sentido</i>	} Vector WO
<i>Velocidad : Factor</i>	=	<i>Magnitud</i>	
<i>Ejemplo</i>	}	<i>Rumbo</i> =	320°
<i>Buque Propio</i>		<i>Velocidad</i> =	20 Nudos
<i>Tiempo de Ploteo</i>	=	6 minutos 60: 6 = 10 Factor = F	
20 nudos : 10	=	2,0 Millas = Magnitud del Vector	
Vector	=	WO	} <i>Sentido</i> = Rumbo = 320° <i>Magnitud</i> = 2,0 Millas

- La primera posición, es decir, la 1^{era} demarcación y distancia tomada al contacto, es el paso siguiente en la construcción del triángulo de velocidades. Esta posición es situada y es marcada con una "X" sobre la Rosa de Maniobras y se le asigna la letra "O".
- Llevar el vector WO hacia el punto "O". Mientras transcurre el tiempo de ploteo después de haber situado la 1^{era} Posición, el vector indicativo del rumbo y velocidad del buque propio es situado apuntándolo a "O", de tal forma que la proa del buque graficado, llegue al "O", marcando la letra "W" en el lugar de origen del vector
- La segunda posición, es decir, la 2^{da} demarcación y distancia observada al contacto, es el paso que continúa. Esta posición es situada y marcada con "un punto" sobre la Rosa de Maniobras.
- La tercera posición, observada al contacto, se "plotea" sobre la Rosa de Maniobras y se marca con la letra "A".
- Se unen los puntos "W", "O" y "A", los que se encuentran ya marcados sobre la Rosa de Maniobras y de esta manera se ha formado un triángulo cuyos lados están limitados por el tiempo de ploteo.
- El triángulo de velocidades queda formado al dar sentido a los lados del triángulo, sentido que indica los rumbos de cada vector.

- Formando el triángulo de velocidades, se pueden solucionar los diferentes problemas que se presentan en cinemática.
- Se pueden plotear uno, dos o varios contactos sobre la pantalla del radar o sobre la misma Rosa de Maniobras, analizando el problema en conjunto.



4.1.5.6 Determinación del punto de mayor aproximación y del tiempo para llegar a este punto

El punto de mayor aproximación **PMA** (en inglés, *Closest Point of Approach*, **CPA**) es la menor distancia a la que pasará un contacto. El **TCPA**, (en inglés, *Time for the closest point of approach*, **TCPA**) es el tiempo, medido en minutos que demorará el contacto en pasar por este punto.

Una vez formado el triángulo de velocidades, se prolonga el rumbo relativo OA hasta que alcance el centro de la rosa de maniobras. A continuación se baja una perpendicular desde el rumbo relativo al centro de la rosa de maniobras. El largo de esta perpendicular es el CPA.

Si el Rumbo relativo prolongado pasa por el centro de la Rosa de Maniobras, significa que le contacto viene en rumbo de colisión.

Para calcular el tiempo para el cruce del contacto por el CPA se debe medir la distancia desde el Punto A del triángulo de velocidades al punto donde se cruzan la perpendicular trazada para determinar el CPA. Como el vector OA representa la velocidad relativa del contacto, se multiplica este valor por el factor para obtener la velocidad de aproximación. El tiempo TCPA se obtiene dividiendo la distancia desde el punto A hasta el PMA por la velocidad relativa.

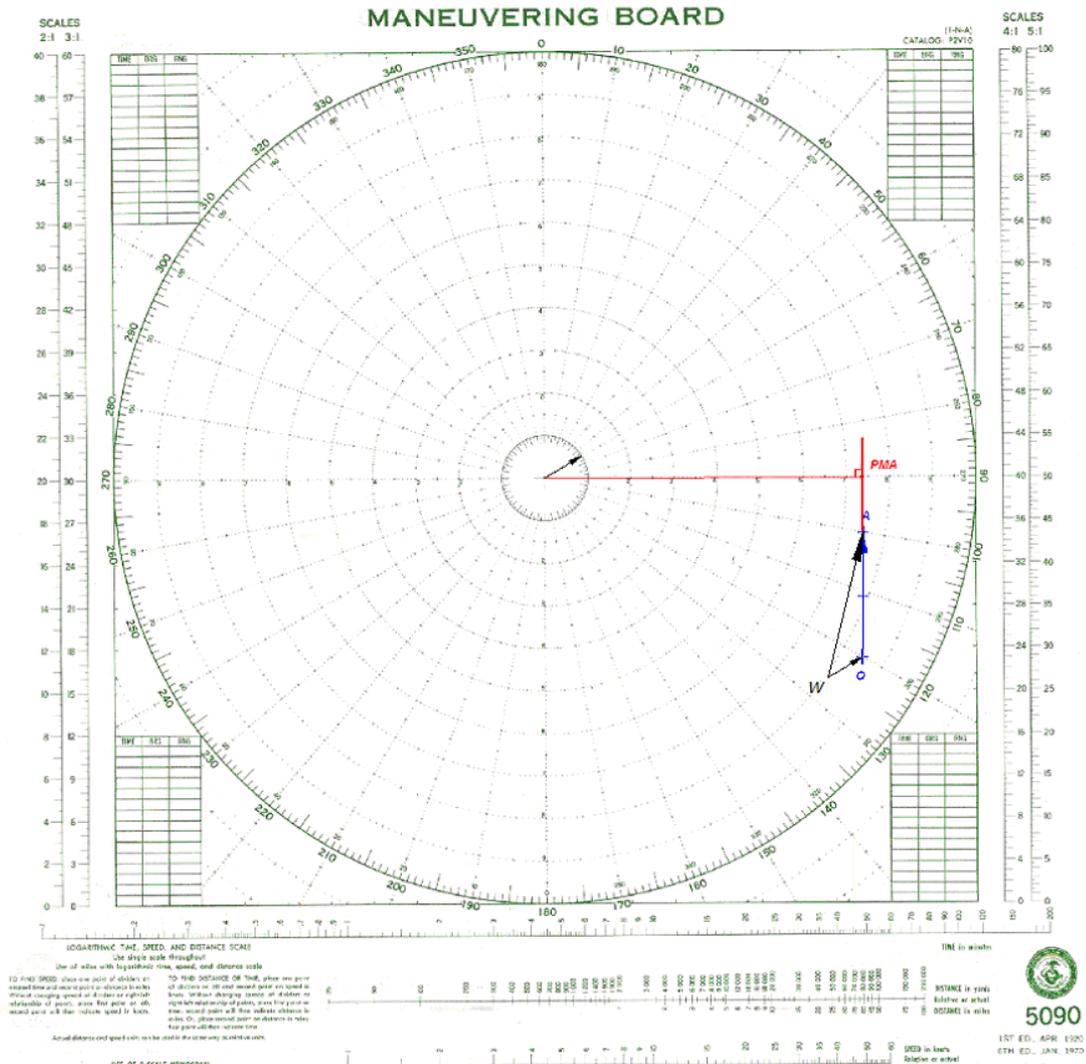
Ejemplo⁶:

Rumbo Verdadero Buque Propio = 060°
 Velocidad del Buque Propio = 5 Nudos

Datos del Contacto:

Posición	Hora	Demarcación	Distancia
1 ^{ra}	00 : 00	120°	8,5 Millas
2 ^{da}	00 : 06	111°	7,85 Millas
3 ^{ra}	00 : 12	100°	7,5 Millas
Tiempo Ploteo	12 minutos	60 : 12 =	5 Factor

⁶ Ejemplo Tomado de las clases de Navegación I. Redactadas por el Profesor Roberto Casanova Esparza.



- Rumbo Contacto : **WA = 015°**
- Velocidad Contacto : **V contacto = Magnitud Vector (WA) × Factor**
V contacto = 3,6 Millas × 5
V contacto = 18 Nudos
- CPA : **CPA = 7,4 Millas**
- Rumbo Relativo Contacto : **Rr contacto (OA) = 000°**
- Velocidad Relativa Contacto : **Vr contacto = Magnitud Vector (OA) × Factor**
Vr contacto = 3 Millas × 5
Vr contacto = 15 Nudos
- TPMA : **TPMA = (Distancia (A – CPA)) / (Vr contacto)**

$$TPMA = 1,3 \text{ (Millas)} / 15 \text{ (Millas / hr)}$$

$$TPMA = 0,086 \text{ hrs } (\times 60 \text{ minutos / hr})$$

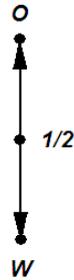
$$\boxed{TPMA = 5,2 \text{ minutos}}$$

Como se toma la distancia desde el punto A para referencias de cálculos, se utilizará la hora a que se ploteo el contacto en ese punto para determinar finalmente el instante en que al buque propio pasará lo más cerca del contacto.

$$\therefore (00 : 12) + (00 : 05,2) = 00 : 17,2 \text{ (hora de máxima aproximación)}$$

4.1.5.7 Casos Especiales del Triángulo de Velocidades

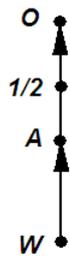
1. $WA = 0$ El otro buque está detenido.
 $WO = WA$ Sentido Inverso.



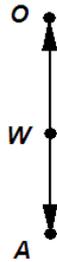
2. $WA = WO$ Mismo Rumbo y Velocidad que el contacto.



3. $WO \neq WA$ Con Igual Dirección.
 \therefore Mismo Rumbo, Distinta Velocidad.



4. $WO \neq WA$ Magnitudes a Calcular. Sentidos Opuestos.



$$5. WO = 0$$

Buque Propio Detenido

$\therefore WA = OA$ (Todo es Verdadero)



6. Ambos Buques Detenidos



4.1.6 Maniobras Para Evitar una Colisión

Al toparse con un contacto en la navegación, puede darse el caso en que al plotearlo, la prolongación del vector OA coincida con el centro de la rosa, esto significaría que se producirá una colisión si no se adoptan medidas a tiempo.

Para ejemplificar esta situación, se tomará en consideración el siguiente caso⁷:

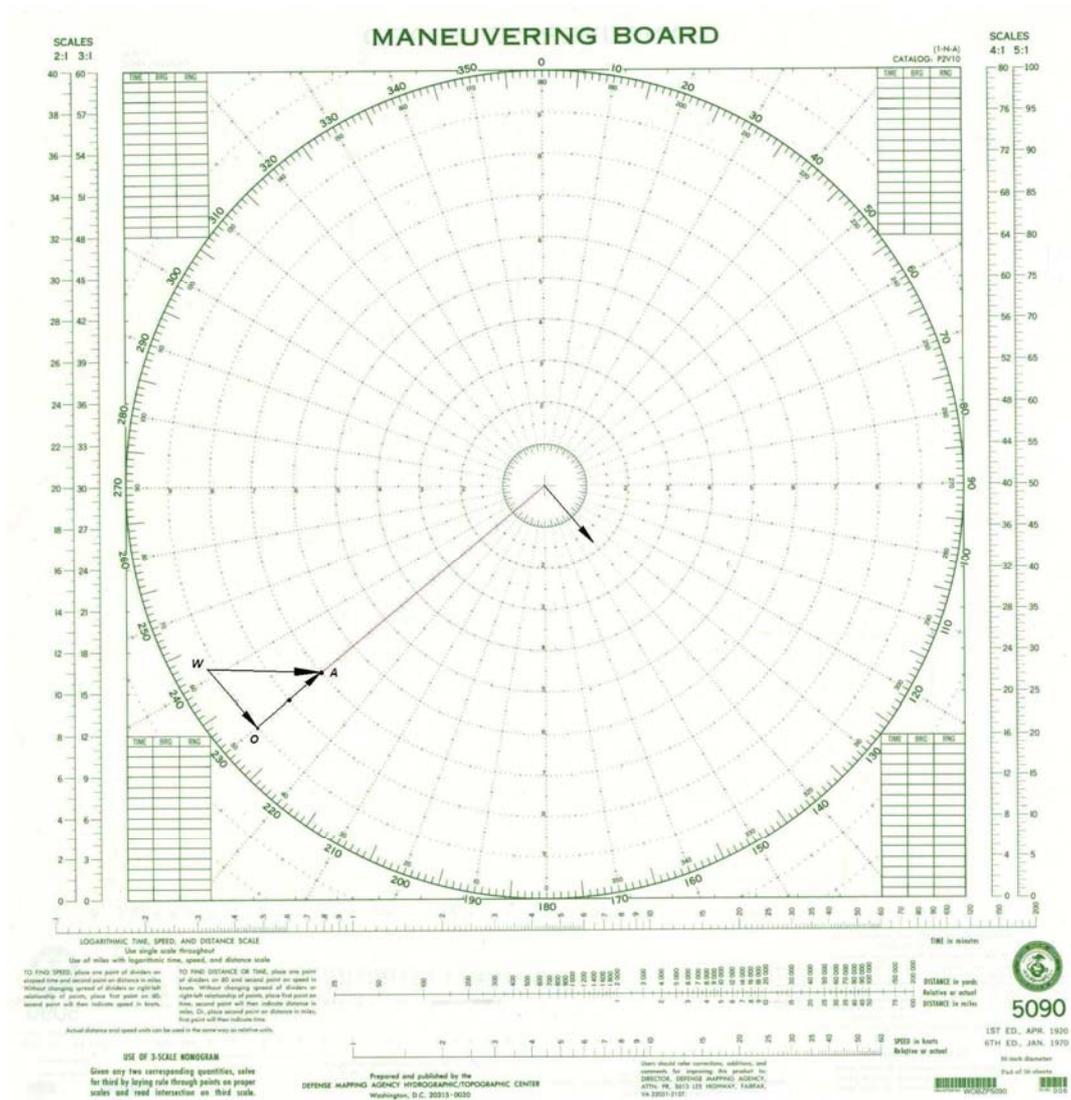
Rumbo Verdadero Buque Propio = 140°
 Velocidad del Buque Propio = 18 Nudos

Datos del Contacto:

Posición	Hora	Demarcación	Distancia
1 ^{ra}	10 : 00	230°	9,0 Millas
2 ^{da}	10 : 03	230°	8,0 Millas
3 ^{ra}	10 : 06	230°	7,0 Millas
Tiempo Ploteo	6 minutos	60 : 6 =	10 Factor

Se resuelve como se ha señalado anteriormente, se dibuja en la rosa de maniobras y se analiza como se indica a continuación:

⁷ Ejemplo Tomado de las clases de Navegación I. Redactadas por el Profesor Roberto Casanova Esparza.



Rumbo del Contacto = 092°

Velocidad Verdadera Contacto = Magnitud Vector (WA) × Factor
= 2,7 Millas × 10
= 27 Nudos

PMA = En éste caso al extender el vector OA podemos observar que llega al centro de la Rosa de maniobras lo que nos indica, a diferencia de los casos anteriores, que el contacto se dirige hacia nosotros. Si PMA es cero, ∴ Rumbo de Colisión.

Velocidad Relativa Contacto = Magnitud Vector (OA) × Factor
= 2,0 Millas × 10
= 20 Nudos

$$\begin{aligned}
 \text{TPMA} & \quad : \quad (\text{Desde Punto A}) \\
 & \quad t = (\text{Distancia (A - PMA)}) / (V_r \text{ contacto}) \\
 & \quad t = 7,0 \text{ (Millas)} / 20 \text{ (Millas / hr)} \\
 & \quad t = 0,35 \text{ hr } (\times 60 \text{ Minutos/hr)} \\
 & \quad t = 21 \text{ Minutos}
 \end{aligned}$$

Como ya se ha dicho se ha tomado desde Punto A,

$$\therefore (10 : 06) + (00 : 21) = \mathbf{10 : 27}, \text{ Hora de la Colisión}$$

O si lo tomamos desde el Punto O consideramos la distancia y la hora desde el punto O,

$$\begin{aligned}
 \text{TPMA} & \quad : \quad t = (\text{Distancia (O - PMA)}) / (V_r \text{ contacto}) \\
 & \quad t = 9,0 \text{ (Millas)} / 20 \text{ (Millas / hr)} \\
 & \quad t = 0,45 \text{ hr } (\times 60 \text{ Minutos/hr)} \\
 & \quad t = 27 \text{ Minutos}
 \end{aligned}$$

Finalmente calculamos la hora de la Colisión,

$$\therefore (10 : 00) + (00 : 27) = \mathbf{10 : 27}$$

4.1.6.1 Para Evitar la Colisión

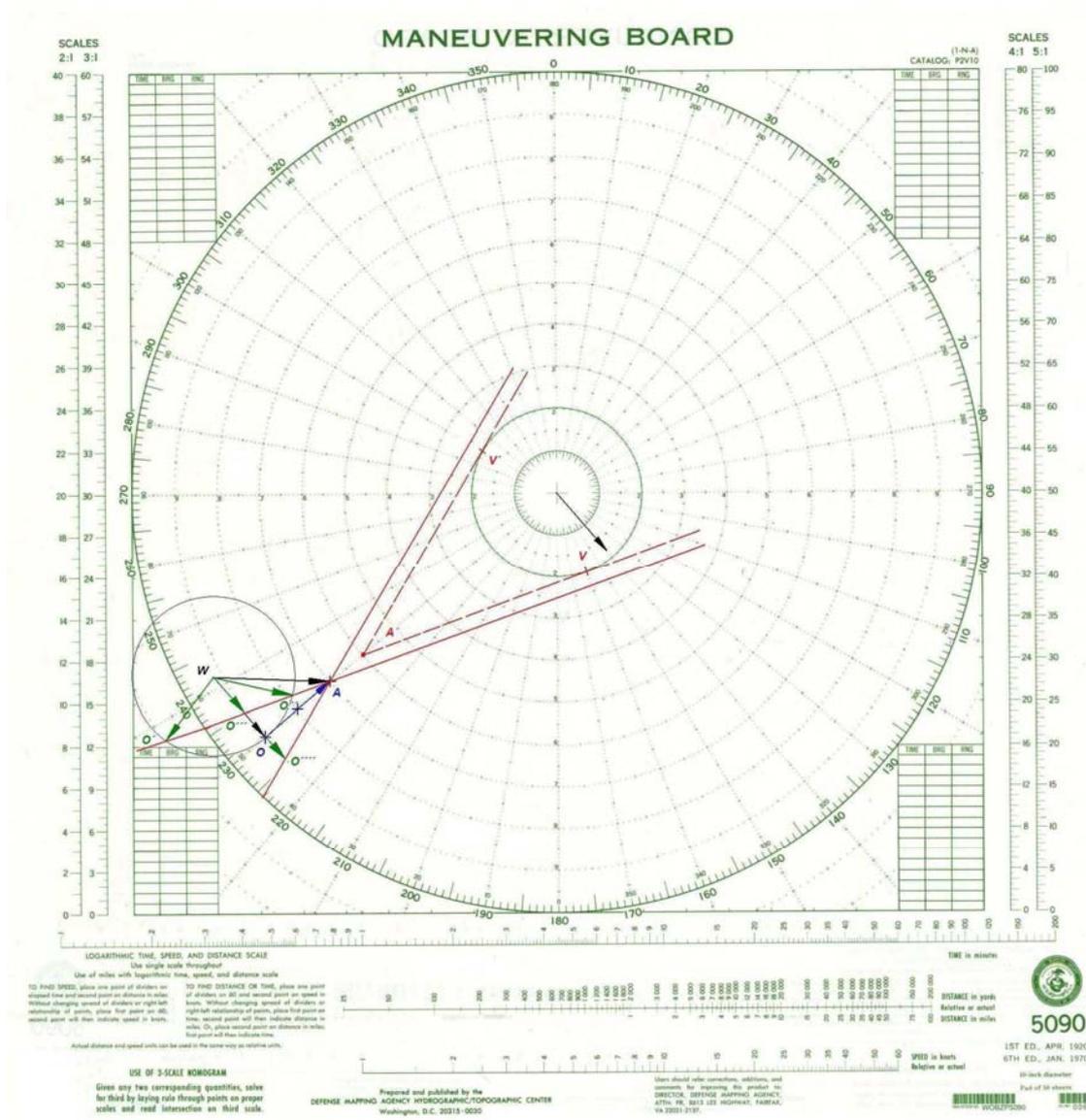
Si un contacto viene en rumbo a nosotros en clara colisión y dependiendo del reglamento para prevenir los choques y abordajes, nosotros o el contacto tendremos que realizar las maniobras necesarias para evitar dicha situación, en este caso analizaremos las distintas opciones a las que podemos aferrarnos siguiendo los siguientes pasos:

- Establecemos un círculo "O" Anillo de Seguridad (2,0 Millas para este caso y que se representa en el centro de la rosa y de color verde en el dibujo).
- Adelantamos el vector OA en medio tiempo (A'), a fin de preparar maniobra de evasión.
- Trazamos un círculo con centro en W y extremo en O a fin de analizar las posibilidades de evasión sin cambiar la velocidad de nuestro buque ("360 posibilidades" y representado de color negro en el dibujo).
- Desde A' trazamos dos tangentes al anillo de seguridad, a fin de asegurar el paso a 2,0 millas del otro buque. Los puntos de tangencia se denominan V y V' (Perpendiculares y representados por dos líneas punteadas de color rojo en el dibujo).
- Trazamos rectas paralelas desde VA' y V'A', hasta intersectar con A (representadas por líneas continuas de color rojo en el dibujo) a fin de encontrar las "Rectas Solución" determinadas por las intersecciones con el círculo de las diferentes posibilidades de rumbo propio (Sin cambio de Velocidad).

El cruce de la Recta solución con el vector propio (WO original) determina pasar a 2,0 Millas cambiando velocidad, sin cambiar el rumbo.

Es posible que, para cambiar velocidad, la solución al menos en el diagrama, sea aumentarla, para lo cual será necesario prolongar el vector propio sin cambio de rumbo (Normalmente esta posibilidad no se da en la práctica, ya que generalmente se navega Full Ahead. Considerando efecto Squat en Canales).

- WO' y WO'' son cambios de rumbo, sin variar velocidad que permiten pasar a 2,0 Millas.
- WO''' permite pasar a 2,0 Millas disminuyendo la velocidad.
- WO'''' permite pasar a 2,0 Millas aumentando la velocidad.



A continuación se analizarán las respuestas posibles para evitar la colisión con el contacto, una a una:

a) **Vector WO'**

La solución a este vector implica un cambio de rumbo para pasar el contacto a dos millas de distancia (la que consideramos con el anillo de seguridad) sin cambiar la velocidad que nuestro buque lleva.

Al trasladar el vector al centro de la rosa obtenemos un rumbo verdadero a ordenar al timonel para cumplir la condición anterior de $Rv = 216^\circ$.

Al ser esta una maniobra evasiva, en algún momento debemos retomar el curso original para alcanzar nuestro destino, para ello calcularemos el tiempo necesario en que mantendremos el nuevo rumbo al 216° para pasar a re tomar el original al 140° .

Primero medimos la distancia A'V con el compás y trasladando al centro de la rosa de maniobras leyendo posteriormente con la abertura correspondiente, resultando A'V ~ 5,8 Millas.

Calculamos el vector O'A:

$$\begin{aligned} O'A &= \text{Magnitud Vector (O'A)} \times \text{Factor} \\ O'A &= 4,1 \text{ Millas} \times 10 \\ O'A &= 41 \text{ Nudos} \end{aligned}$$

Si observamos resulta una gran velocidad relativa, esto se debe a que tanto nuestro buque como el contacto se están acercando.

Finalmente obtenemos el tiempo como se muestra:

$$\begin{aligned} t &= \text{Distancia} / \text{Velocidad} = (A'V) / (\text{Nueva Velocidad Relativa}) \\ t &= 5,8 \text{ (Millas)} / 41 \text{ (Millas / hr)} \\ t &= 0,14 \text{ hr} (\times 60 \text{ Minutos / hr}) \\ t &= 8,48 \text{ Minutos} \end{aligned}$$

Este es el tiempo que necesitamos mantener el nuevo rumbo.

Para calcular la hora en que retomaremos el rumbo original debemos tomar en cuenta que el punto A lo adelantamos en medio Período a A' y como el ploteo de los contactos se realizó cada 3 minutos se deduce:

$$\begin{aligned} A &= 10 : 06 \\ A' &= 10 : 09 \end{aligned}$$

∴ La Hora para retomar el rumbo será:

$$\begin{array}{r} 10 : 09 \\ + \underline{00 : 8,48} \\ \hline 10 : 17 \end{array}$$

b) Vector WO''

La solución a este vector implica cambiar el rumbo sin cambiar la velocidad del buque. Al igual que en el caso anterior se pasará el contacto a 2,0 Millas de distancia las cuales quedaron determinadas al trazar el anillo de seguridad.

Al trasladar el vector al centro de la rosa obtenemos un rumbo verdadero de $R_v = 104^\circ$ aproximadamente. Como ya se explicó en el caso anterior se determinará el tiempo necesario en que se mantendrá este nuevo rumbo y la hora en que se retomará el original.

Distancia A'V ~ 5,8 Millas (ya se calculó).

Calculamos el vector O''A:

$$\begin{array}{l} O''A = \text{Magnitud Vector (O''A)} \times \text{Factor} \\ O''A = 1,0 \text{ Millas} \times 10 \\ O''A = 10 \text{ Nudos} \end{array}$$

Finalmente obtenemos el tiempo como se muestra:

$$\begin{array}{l} t = \text{Distancia} / \text{Velocidad} = (A'V) / (\text{Nueva Velocidad Relativa}) \\ t = 5,8 \text{ (Millas)} / 10 \text{ (Millas / hr)} \\ t = 0,58 \text{ hr} (\times 60 \text{ Minutos / hr}) \\ t = 34,8 \text{ Minutos} \end{array}$$

Este es el tiempo que necesitamos mantener el nuevo rumbo. Para calcular la hora en que retomaremos el rumbo original (140°) debemos tomar en cuenta $A' = 10 : 09$ que ya se explicó en el punto anterior.

∴ La Hora para retomar el rumbo será:

$$\begin{array}{r} 10 : 09 \\ + \underline{00 : 34,8} \\ \hline 10 : 43 \end{array}$$

Si tan solo se toman en consideración las dos primeras soluciones analizadas de las 4 posibles, se deduce que la alternativa WO' es más conveniente que WO'', debido a que nos toma menos tiempo en retomar el rumbo original, además del análisis de otros posibles buques

en los alrededores, proximidad de la costa, de la presencia de dispositivos de separación de tránsito, COLREG, etc. Según este último, es el contacto el que debe gobernar, apuntándonos con su proa y pasando por nuestra popa.

c) Vector WO'''

La solución a este vector implica disminuir la velocidad del buque sin cambiar el rumbo (Se mantiene el 140°). Tomando en consideración que la velocidad original que lleva nuestro buque es de 18 nudos, calcularemos la nueva velocidad que hemos de adquirir para pasar a 2,0 Millas de distancia del contacto que delimitamos con el anillo de seguridad.

Calculamos el Vector WO''' :

$$\begin{aligned} WO''' &= \text{Magnitud Vector } (WO''') \times \text{Factor} \\ WO''' &= 1,1 \text{ Millas} \times 10 \\ WO''' &= 11 \text{ Nudos} \end{aligned}$$

Con la nueva velocidad determinada, debemos dar aviso a la máquina para la disminución. Se deduce que el contacto pasará por nuestra proa.

Para determinar la hora en que debemos retomar la velocidad original (18 Nudos) debemos calcular el vector $O'''A$:

$$\begin{aligned} O'''A &= \text{Magnitud Vector } (O'''A) \times \text{Factor} \\ O'''A &= 2,2 \text{ Millas} \times 10 \\ O'''A &= 22 \text{ Nudos} \end{aligned}$$

Finalmente obtenemos el tiempo como se muestra:

$$\begin{aligned} t &= \text{Distancia} / \text{Velocidad} = (A'V) / (\text{Nueva Velocidad Relativa}) \\ t &= 5,8 \text{ (Millas)} / 22 \text{ (Millas / hr)} \\ t &= 0,26 \text{ hr} (\times 60 \text{ Minutos / hr)} \\ t &= 15,8 \text{ Minutos} \end{aligned}$$

Este es el tiempo que necesitamos mantener la nueva velocidad.

Para calcular la hora en que retomaremos el rumbo original (140°) debemos tomar en cuenta $A' = 10 : 09$ que ya se explicó los puntos anteriores.

∴ La Hora para retomar el rumbo será:

$$\begin{array}{r} 10 : 09 \\ + \underline{00 : 15,8} \\ \hline 10 : 24 \end{array}$$

d) Vector $O''''A$

Finalmente la última posibilidad de evasión implica aumentar la velocidad de nuestro buque para pasar el contacto a 2,0 Millas de nuestra popa, para ello calcularemos la nueva velocidad que debemos adquirir para lograr tal condición.

Primero calculamos $O''''A \sim 2,2$ Millas. La nueva velocidad relativa del contacto será entonces:

$$\begin{aligned} O''''A &= \text{Magnitud Vector } (O''''A) \times \text{Factor} \\ O''''A &= 2,2 \text{ Millas} \times 10 \\ O''''A &= 22 \text{ Nudos (Nueva Velocidad Relativa)} \end{aligned}$$

La nueva velocidad que nuestro buque debe adquirir se determina:

$$\begin{aligned} WO'''' &= \text{Magnitud Vector } (WO''''') \times \text{Factor} \\ WO'''' &= 2,6 \text{ Millas} \times 10 \\ WO'''' &= 26 \text{ Nudos} \end{aligned}$$

Finalmente obtenemos el tiempo como se muestra:

$$\begin{aligned} t &= \text{Distancia} / \text{Velocidad} = (A'V') / (\text{Nueva Velocidad Relativa}) \\ t &= 5,8 \text{ (Millas)} / 22 \text{ (Millas / hr)} \\ t &= 0,26 \text{ hr} (\times 60 \text{ Minutos / hr}) \\ t &= 15,8 \text{ Minutos} \end{aligned}$$

Este es el tiempo que necesitamos mantener la nueva velocidad. Para calcular la hora en que retomaremos la velocidad original debemos tomar en cuenta $A' = 10 : 09$ que ya se explicó los puntos anteriores.

∴ La Hora para retomar el rumbo será:

$$\begin{array}{r} 10 : 09 \\ + \underline{00 : 15,8} \\ \hline 10 : 24 \end{array}$$

Si bien esta es una de las posibles soluciones para evitar un choque con un contacto, su utilización no es muy recomendable, debido principalmente a que cuando un buque navega lo hace a su máximo de velocidad (Full Ahead) lo que impediría aumentar aun más la velocidad del buque si se presenta esta situación.

Analizando finalmente los 4 casos posibles de evasión, se puede observar que la mejor opción la presenta el vector **WO'** que implica un cambio de rumbo al 216° sin variación de velocidad, por la simple razón que nos toma un menor lapso de tiempo para retomar el rumbo original del buque, además de que no se encuentra ningún otro tipo de obstáculo alrededor, caso contrario si otro buque se encuentre hacia ese rumbo lo que nos llevaría a considerar los vectores correspondientes para analizar la mejor solución frente a la totalidad de los contactos o elementos que puedan presentar posibles riesgos a nuestra navegación.

4.2 Funciones y Operación del Radar

De aquí en adelante, y luego de haber repasado los conceptos generales de un sistema de radar, se puede dar comienzo al análisis del funcionamiento del equipo en sí, comenzando por lo más esencial hasta lo más importante.

Se comenzará con una breve descripción de las funciones del radar en distintas situaciones comunes en la navegación.

Navegando en Alta Mar

La principal utilización que se le da al radar cuando el buque está navegando en altamar es el de analizar el entorno y ver si existe alguna embarcación, franja de tierra, o cualquier objeto que pueda presentarse en los alrededores y que puedan ser posibles peligros en la navegación del buque, ya que así nos mantiene informados para evitar colisiones.

El radar cuenta con una serie de escalas de observación que se presentan en la pantalla y que nos muestra los objetos percibidos por el sistema a tales distancias, las más utilizadas en navegación son las escalas de 12 y 24 Millas Náuticas, lo que no significa que no se puedan utilizar otras. Si bien existen equipos con buenos alcances y de gran discriminación de objetos, cabe señalar que hay otros que muchas veces no son percatados por los radares, tales como embarcaciones de madera o de fibra de vidrio por ser materiales no amigables para el eco enviado por el radar, no pudiendo rebotar en su superficie de regreso a la antena del equipo (ya que el eco rebota mejor en materiales transmisores, como el acero, por ejemplo). Tal premisa nos confirma que el radar es solo una ayuda a la navegación, que no debemos confiarnos simplemente en él y que siempre debemos mantenernos alerta al exterior, ya que ante todo, la visión es nuestra mejor herramienta para identificar objetos.

El Radar ARPA además de darnos un campo de observación frente a otras embarcaciones o contactos que nos podamos encontrar, también nos permite plotearlos y obtener datos importantes para saber si dichos objetos están en posible rumbo de colisión frente a nosotros. Datos tales como la distancia con respecto a nosotros, velocidad, demarcación, CPA, TCPA, etc., son términos que se irán explicando a lo largo de esta tesis y que hoy en día facilitan y permite mantener mayor informado a los pilotos.

En Maniobras

El radar es de gran importancia en maniobras, ya que muchas veces para ingresar o salir de puerto, fondear, correr un buque, etc., es necesario mantener una visibilidad del entorno, observar las distancias con respecto a puntos específicos, ver la separación existente con otros buques y otros tantos factores que hay que analizar para realizar satisfactoriamente la maniobra.

Para entrar a un puerto muchas veces se utilizan prácticos que embarcan y llevan la nave, realizando la maniobra de amarre. Para tales efectos se utiliza el radar para ver las distancias existentes con el muelle y para ver los espacios disponibles para girar el buque en caso de ser necesario. La única diferencia a su utilización en navegación es que se usan escalas menores, por lo general de 0.5, 1, 3 y 6 Millas Náuticas. El caso no es distinto al momento de fondear. El radar nos permite observar una cierta distancia mínima con respecto a otros barcos al echar el ancla, ya que el radio de borneo del buque propio moviliza nuestra embarcación hasta en 360° y distintas posiciones dentro del mismo círculo que circunscribe. Con el radar medimos constantemente si se mantiene ese círculo o si el buque está garreando, lo que puede ser peligroso si se está fondeado muy cerca de otras embarcaciones.

En Canales

Sin duda, el radar es de gran importancia en navegación en canales, aquí, muchas veces las distancias se encuentran limitadas por angosturas del mismo, lo que obliga a mantener una constante vigilancia del entorno frente a franjas de tierra con la cuales el buque pueda chocar o varar. Si bien muchas veces los canales se transitan con ayudas de prácticos, no excluye la utilización de los radares, sondas (para medir las profundidades), GPS, AIS u otros equipos necesarios para la navegación. Los prácticos utilizan mucho el radar para demarcarse a puntas de terreno notables para cambiar de rumbo, observar si hay otras embarcaciones y para seguir el camino correcto de cruce. Al igual que en maniobras, las escalas con la que se maneja el radar son menores, por lo general de 0.5, 1, 3 y 6 Millas Náuticas.

En Abandono

Si existe una emergencia a bordo y se debe abandonar el buque, es evidente que no se puede llevar el radar consigo, ya que es un equipo muy grande para ser transportado. Por ende

se lleva consigo, entre muchas otras cosas, un dispositivo portátil de salvamento, el TRANSPONDER o RESPONDEDOR DE RADAR o SART (Search and Rescue Transponder – Transpondedor de Búsqueda y Rescate). Éste dispositivo, por lo general, está ubicado en el puente de mando, a la salida de cada alerón. Serán retirados de su calzo y embarcados en cada botes salvavidas para su operación. Este dispositivo al estar STAND-BY capta la señal de un radar y comienza a transmitir, lo que en la pantalla de ese radar aparecerán 12 puntos en una demarcación, siendo el primero de ellos la posición del SART; a medida que se acerca, estos puntos se van ovalando hasta convertirse en círculos concéntricos, indicando una máxima cercanía. En resumen, en esta situación el radar de buques cercanos ayudará para detectar personas en botes y balsas salvavidas que hayan tenido que abandonar el buque. Más adelante en esta tesis se retomará con más detalle sobre el SART.

En Black – Out y Fallo del Radar

Cuando en el buque se produce un Black – Out, existe una fuente alternativa de poder que alimenta los equipos mientras se soluciona el origen del problema de la fuente principal. Por sobre todo si el buque se encuentra en maniobras es de gran importancia que el radar se mantenga en servicio.

En caso de que el equipo de radar llegase a fallar existen otros radares de respaldo en el puente del buque, en algunos casos hasta tres. Siempre hay que ponerse en el caso más desfavorable y pensar que en más de una ocasión puede llegar a fallar uno de los equipos por lo que suelen haber más de uno, así también se puede ir alternando el uso de los mismos para evitar posibles desgastes en exceso y fallas. En caso de llegar a fallar todos los equipos del puente se puede navegar utilizando el GPS en el cual se le programa la ruta a seguir y apoyándose de los demás equipos como el AIS y por sobre todo de la constante vigilancia visual hacia el exterior no debería de presentar problemas hasta que el oficial electricista del buque pueda solucionar los problemas existentes en el equipo. Finalmente si todo lo anterior fallase no queda más que utilizar el sextante y navegar realizando cálculos como Alessios, rectas AM – PM, etc., como los antiguos marineros debían realizar para llevar a cabo la navegación y llegar a destino.

Luego de presentar las principales funciones que cumple el radar frente a distintas situaciones presentes en la navegación y llegada a destino, se puede comenzar a analizar el funcionamiento del equipo de radar ARPA.

Antes de poner en funcionamiento el radar, se debe tener presente que la antena ha de encontrarse clara y que no haya personal cerca de las mismas, debido principalmente a que la radiación que producen es perjudicial para la salud. Luego se deberá chequear que el poder principal del buque esté habilitado al tablero del radar, sin lo cual no funcionaría.

Luego de corroborado estos procedimientos sencillos, pero importantes, se puede comenzar a utilizar y descubrir las funcionalidades que nos puede prestar esta ayuda a la navegación.

4.2.1 Panel de Control

Teniendo en cuenta que no todos los buques poseen los mismos modelos de radares (pero sí similares controles), se utilizará como referencia un modelo moderno, con sus funciones y controles básicos que la mayoría de los equipos comparten y que son primordiales para el funcionamiento del mismo⁸.

Cabe señalar que el conocimiento del idioma inglés es clave para la manipulación de dichos dispositivos ya que la mayoría basa su sistema operativo en este lenguaje, entendiéndose como tal; la presentación de los menús, datos, funciones operacionales, etc., y como es de esperarse, las especificaciones que a continuación se explicarán se encontrarán en su mayoría en inglés.

El panel de control es lo primero que observamos en un sistema que se quiere operar, es la parte física del equipo que nos ayudará a dirigir el mecanismo.

Se puede encontrar un panel de controles con teclado completo como el que se muestra a continuación.

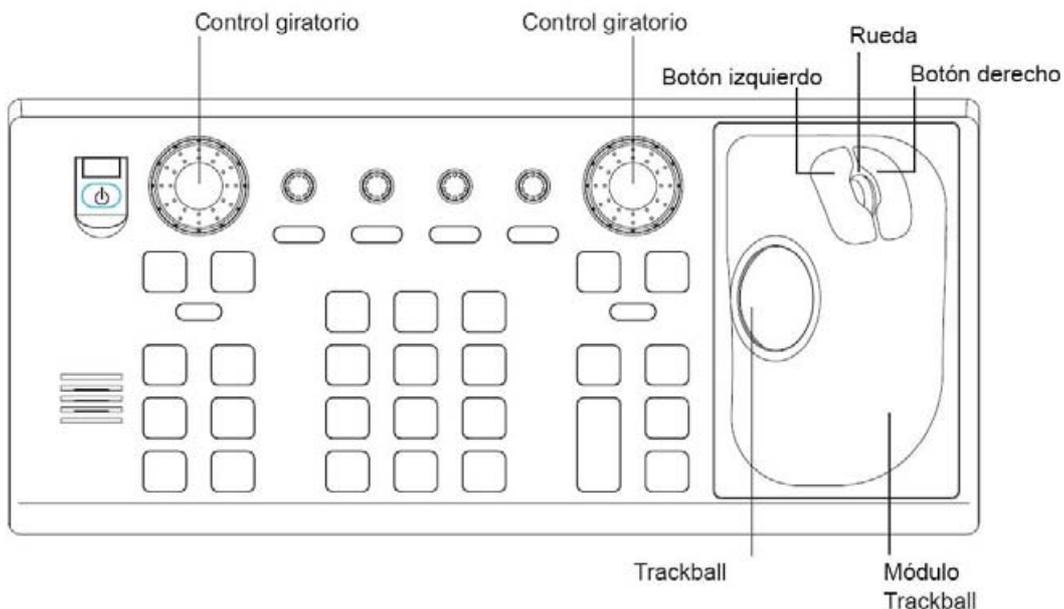


Figura 21. Panel de Control con Teclado Completo

O sin panel de controles, el que presenta una menor cantidad de botones que nos permite acceder a los menús con las funcionalidades de manejo del radar.

⁸ Para esta tesis se ha considerado como referencia a los Radares ARPA de la marca FURUNO, modelos: Series FAR – 21 × 7, y Series FAR – 21 × 8, cuyos controles, paneles y funciones principales, se han compilado para el uso adecuado de los equipos.

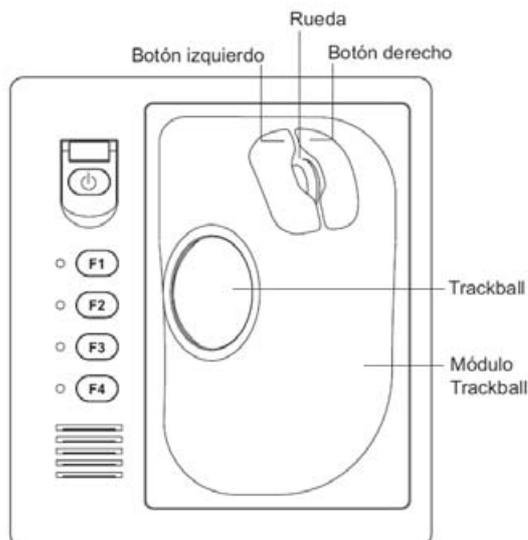


Figura 22. Panel de Control sin Teclado Completo

Teniendo a uno u otro como herramienta de trabajo (y cuyas prestaciones son las mismas), nos encontraremos con los siguientes controles, que se detallan a continuación con sus respectivas funciones.

Control	Función
Unidad de Control Con Teclado Completo	
POWER	Encender y Apagar el Equipo
EBL y VRM	Controlar la EBL y VRM, respectivamente
EBL ON, EBL OFF	Activar o desactivar la presentación de la EBL
F1 - F4	Activar las funciones asignadas
ALARM ACK	Silenciar la alarma sonora
STBY TX	Conmutar entre espera y transmisión
BRILL	Ajustar el brillo de la presentación
A/C RAIN	Suprimir la perturbación de lluvia
A/C SEA	Reducir la perturbación de mar
GAIN	Ajustar la sensibilidad del receptor
HL OFF	Suprimir temporalmente la línea de proa
EBL OFFSET	Habilitar/inhabilitar el descentrado de la EBL. En la operación con menús, conmuta entre Norte y Sur o Este y Oeste
MODE	Seleccionar el modo de presentación
OFF CENTER	Desplazar la posición del barco
CU/TM RESET	<ul style="list-style-type: none"> Desplazar la posición del barco al 75% del radio, en dirección a popa Reponer la línea de proa a 000° en los modos de rumbo arriba y movimiento verdadero.
INDEX LINE	Activar/desactivar la presentación de las líneas índice

VECTOR TIME	Seleccionar el tiempo (longitud) de vector
VECTOR MODE	Seleccionar el modo de vector: relativo o verdadero
TARGET LIST	Activar la presentación de la lista de blancos ARP
CANCEL TRAILS	Cancelar las trazas de eco. En la operación con menús, borra la línea de datos.
ENTER MARK	Inscribir marcas. Aceptar las entradas de teclado
VRM ON, VRM OFF	Activar o desactivar la presentación del VRM
MENU	Abrir y cerrar el menú principal. Cierra otros menús.
ACQ	<ul style="list-style-type: none"> • Adquirir blancos después de seleccionados con el "TrackBall" • Cambiar un blanco AIS "dormido" en activo, después de seleccionado con el "TrackBall"
RANGE	Seleccionar la escala
TARGET DATA	Activar la presentación de datos del blanco ARP seleccionado con el "TrackBall"
TARGET CANCEL	Cancelar el seguimiento ARP o blanco de referencia seleccionado con el "TrackBall"
Unidad de Control Sin Teclado Completo	
POWER	Encender y apagar el equipo
F1-F4	Activar las funciones asignadas

Una vez conocidos los controles del equipo del cual disponemos, pasaremos a lo más esencial para su funcionamiento: Encenderlo.

4.2.2 Encendido

Se enciende el sistema presionando el interruptor **[POWER]** situado al lado izquierdo de la unidad de control. Aproximadamente 30 segundos después del encendido aparece en la pantalla la escala de demoras y la lectura de tiempo del temporizador; esta lectura presenta la cuenta atrás de los tres minutos de calentamiento del magnetrón; cuando llega a 00:00, aparece la indicación "ST – BY" (En Espera) que significa que el radar está listo para funcionar.

Durante el periodo de calentamiento y en espera, aparecen en el centro de la pantalla los valores **ON TIME** y **TX TIME** en horas y décimas de hora.

En el estado de espera no aparecen en la pantalla los marcadores, anillos, mapas, cartas, etc.

4.2.3 Transmisión

Cuando en pantalla aparece la indicación “ST – BY” (En Espera), se debe pulsar la tecla **[STBY/TX]** o seleccionar con el TrackBall el cuadro TX STBY, en la parte inferior izquierda de la pantalla, y se debe pulsar el botón izquierdo (encima del TrackBall). La indicación en el recuadro guía, situado en la parte inferior derecha de la pantalla, cambia de TX a STBY, como se muestra a continuación.

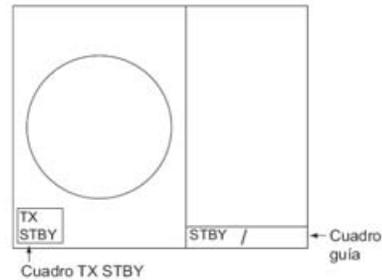


Figura 23. Pantalla del Radar

El radar opera con la configuración (escala, longitud de impulso, brillo, ganancia, etc.) utilizada anteriormente.

La tecla **[STBY/TX]**, o el cuadro TX STBY, cambia entre los estados de espera (STBY – En Espera) y transmisión (TRANSMIT).

El magnetrón se desgasta con el tiempo de funcionamiento lo que resulta en que la potencia de salida se reduzca; para evitarlo se recomienda pasar al estado de Espera (ST – BY) cuando el radar no sea necesario durante algún tiempo.

4.2.4 Menú Principal

Se puede acceder al menú principal (MAIN) mediante el teclado.

1. Para acceder al menú principal, se debe pulsar la tecla **[MENU]**. Aparece el menú principal en el área de texto, al lado derecho de la pantalla. Obtendremos un submenú más o menos así:

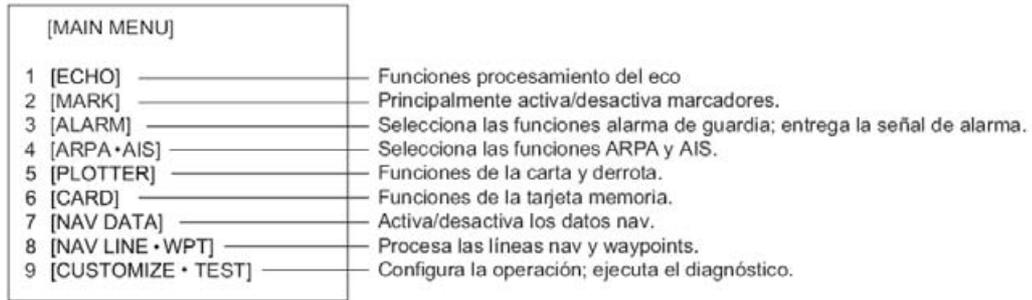


Figura 24. Menú Principal o Menú MAIN

- Para acceder a los submenús de este menú principal, se debe pulsar la tecla numérica correspondiente al menú que se quiere abrir; por ejemplo, se debe pulsar el número **[2]** para abrir el menú **[MARK]**, se observará un menú más o menos así:



Figura 25. Menú MARK

- Para seleccionar cualquiera de los nuevos submenús a los que se ha accedido, simplemente se debe pulsar la tecla numérica correspondiente al submenú que se quiera acceder.
- Se debe pulsar la misma tecla numérica que en el paso anterior para seleccionar la opción del elemento y pulsar la tecla **[ENTER MARK]**.
- Finalmente se deberá pulsar la tecla **[MENU]** para cerrar el menú.

De esta forma se pueden acceder, desde el menú principal, los distintos submenús de las opciones del radar.

4.2.5 Cuadros y Marcadores en Pantalla

Además del panel de controles, encontramos una parte esencial del equipo de radar: **La Pantalla**. A continuación se muestran los principales marcadores y cuadros del cual se compone la pantalla del radar y las prestaciones que cada una de ellas entrega⁹.

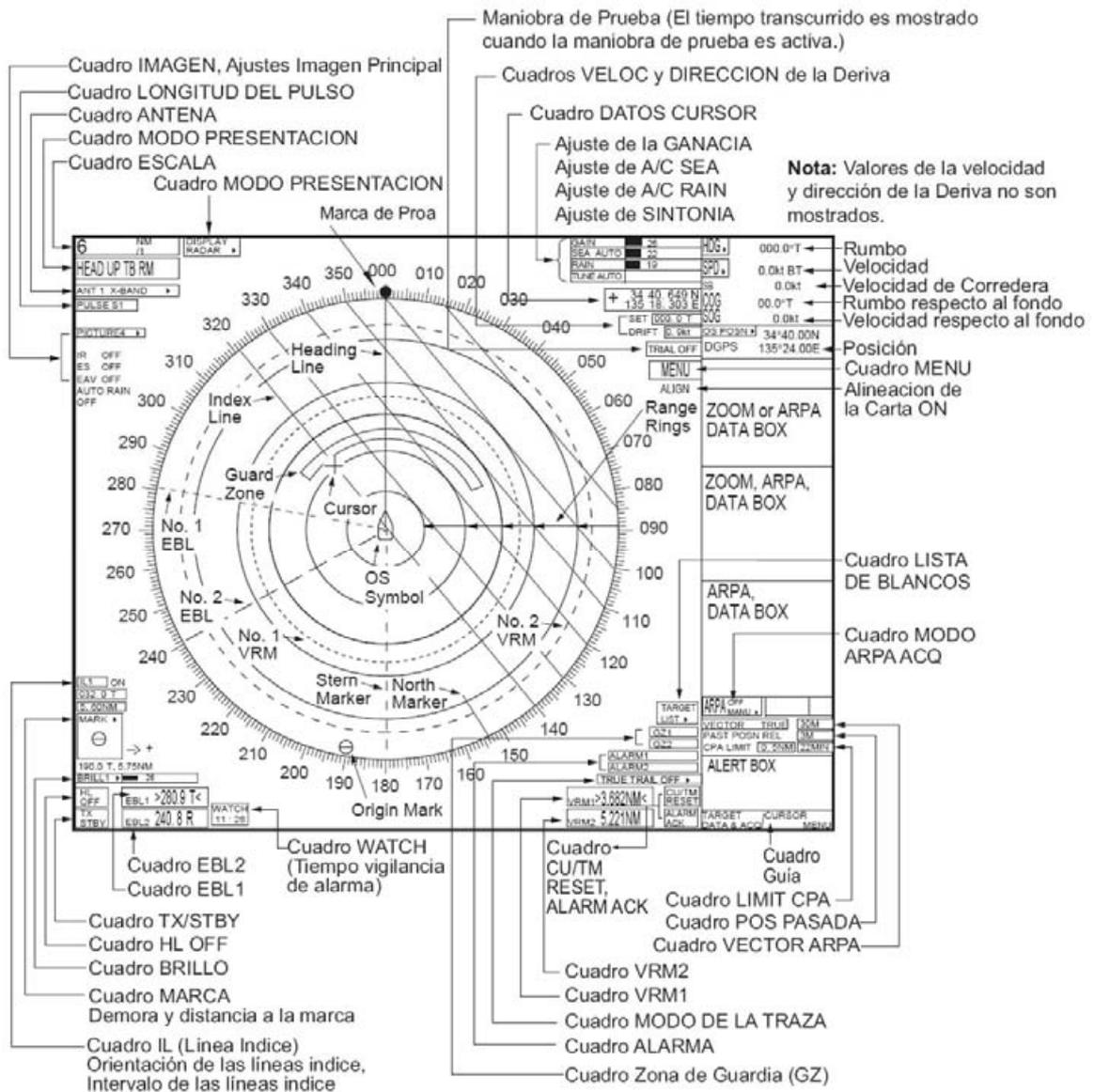


Figura 26. Pantalla de Radar. Es importante señalar que las explicaciones que se darán de aquí en adelante se encontrarán en directa relación con lo mostrado en esta figura, por lo que se recomienda, ante cualquier duda, consultarla si es necesario.

⁹ Las Pantallas presentadas se encuentran extraídas de los Radares ARPA de la marca FURUNO, modelos: Series FAR - 21 x 7, y Series FAR - 21 x 8.

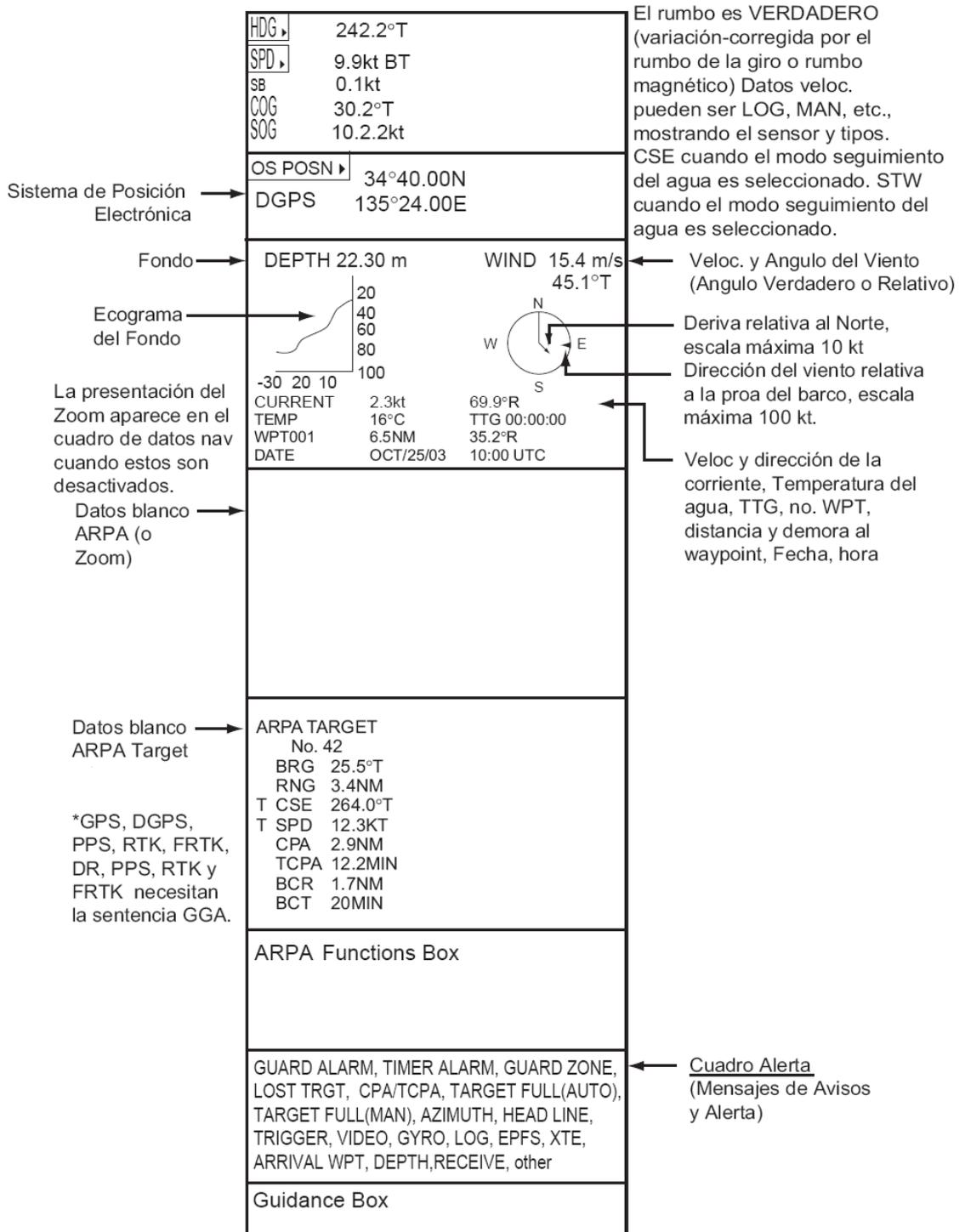


Figura 27. Campos de Datos. Aquí se detalla la parte derecha de la Pantalla del Radar que principalmente nos entrega una variada gama de información

Antes de pasar a trabajar con los controles del radar, es importante considerar que no todos los operadores poseen las mismas características visuales, motivo por el cual, existe la función **BRILLO**.

4.2.6 Brillo

Mediante el teclado

Se ajusta el brillo mediante el control rotativo **[BRILL]** ubicado en la parte inferior izquierda de la pantalla del radar. En el cuadro BRILL, ilustrado en la figura siguiente, se indica el nivel de brillo.

Mediante el TrackBall

1. Se debe situar el puntero del TrackBall en el indicador de nivel de brillo del cuadro BRILL, en la esquina inferior izquierda de la pantalla.



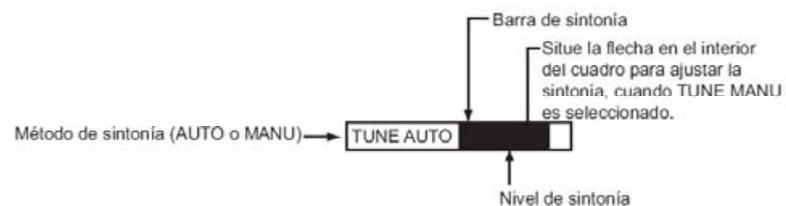
2. Se ajustará el nivel de brillo girando la rueda.

Sintonía del Receptor

Es muy importante sintonizar el receptor para su mejor funcionamiento, en la pantalla del radar lo ubicamos en la parte derecha superior y se puede seleccionar como se indica a continuación.

Selección del método de sintonía

1. Girando el TrackBall, se debe seleccionar el cuadro TUNE AUTO o TUNE MAN.



2. Pulsando el botón izquierdo o girando la rueda, se debe cambiar a TUNE AUTO (Para sintonizar automáticamente) o a TUNE MAN (para sintonizar manualmente), según proceda.
3. Si se ha usado la rueda para seleccionarla, se debe pulsar ésta o el botón izquierdo para confirmarla. En la opción manual se gira la rueda hasta ajustar según lo que se desee.

4.2.7 Modos de Presentación

El modo de presentación nos permite situar el radar en modo relativo o verdadero del movimiento del buque y de los contactos que observemos. Las opciones para dichos modos de función que podemos encontrar son básicamente:

Movimiento Relativo (Relative Motion – RM)

- Proa arriba
- Rumbo arriba
- Norte arriba

Movimiento Verdadero (True Motion – TM)

- Norte arriba

4.2.7.1 Selección del modo de presentación

Con el teclado

Se debe pulsar la tecla **[MODE]** sucesivamente hasta seleccionar el modo requerido. El modo seleccionado se indica en el cuadro PRESENTATION MODE (Cuadro *Modo Presentación* ubicado en la parte superior izquierda de la pantalla del radar).

Con el TrackBall

1. Se debe situar el puntero del TrackBall en el cuadro PRESENTATION MODE, en la esquina superior izquierda de la pantalla.

HEAD UP RM*

* = Otros modos:
HEAD UP TB RM, COURSE UP RM,
NORTH UP RM, NORTH UP TM

2. Se seleccionará el modo requerido pulsando el botón izquierdo.

4.2.7.2 Descripción de los modos de presentación

Proa arriba

Es una presentación en la cual la línea que une el centro de la imagen con la parte superior representa la proa del barco.

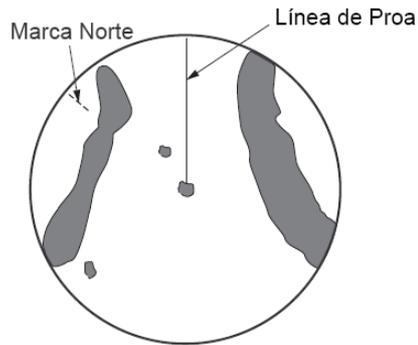


Figura 28. Proa Arriba

Rumbo arriba

Es una presentación en la cual la línea que une el centro de la imagen con la parte superior representa el rumbo previsto del barco propio, esto es, el rumbo del barco justo antes de seleccionar este modo.

Los ecos de los blancos aparecen en la imagen según sus distancias y en demoras relativas al rumbo previsto que se mantiene en 0° mientras la línea de proa se mueve de acuerdo con los cambios de rumbo del barco. Este modo es útil para evitar la baja nitidez de la imagen durante los cambios de rumbo.

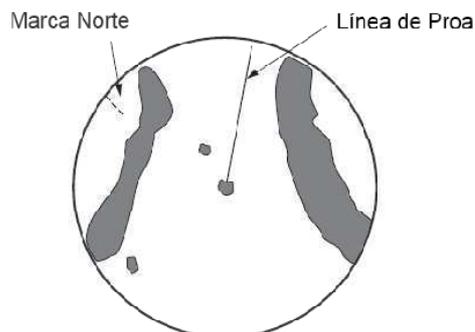


Figura 29. Rumbo Arriba

Norte arriba

En este modo los ecos de los blancos aparecen a las distancias y demoras verdaderas con relación al barco propio. El Norte se mantiene en la parte superior de la pantalla y la línea de proa cambia su dirección de acuerdo con el rumbo del barco.

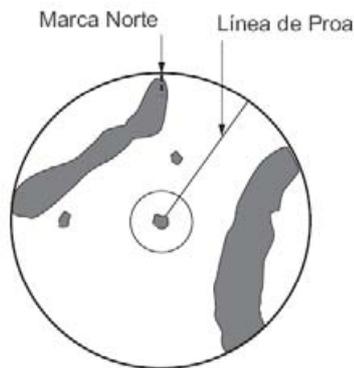


Figura 30. Norte Arriba

4.2.8 Selección de la Escala de Distancias

La escala en uso, el intervalo entre anillos de distancia y la longitud de impulso se indican en la esquina superior izquierda de la pantalla. Para modificar la escala se puede hacer de dos maneras.

Con el teclado

Se usa la tecla **[RANGE]**. Pulsando la parte “+” de la tecla se aumenta la escala; pulsando la parte “-” se disminuye.

Con el TrackBall

1. Se Sitúa el puntero del TrackBall en el cuadro RANGE, en la esquina superior izquierda de la pantalla. El cuadro guía presenta “RANGE DOWN / RANGE UP”.

0.125^{NM}
/0.025

Caja RANGE

2. Se Pulsa el botón izquierdo para reducir la escala; el derecho para aumentarla. También se puede seleccionar la escala girando la rueda y se selecciona pulsándola o presionando el botón izquierdo.

4.2.9 Ajuste de la Sensibilidad

La sensibilidad del receptor se ajusta con el control GAIN (Ganancia). Ajustes bajos ocasionan la pérdida de los ecos débiles y reducen la distancia de detección. Ajustes demasiado altos enmascaran los ecos debido al intenso ruido de fondo. El ajuste correcto es aquel que proporciona un ligero nivel de ruido de fondo en la imagen.

Con el teclado

Se ajusta mediante el control **[GAIN]**, mientras se observa el indicador del nivel de ganancia en la parte superior derecha de la pantalla del radar.

Con el TrackBall

1. Se sitúa el puntero del TrackBall en el indicador de nivel de ganancia, en la parte superior derecha de la pantalla.



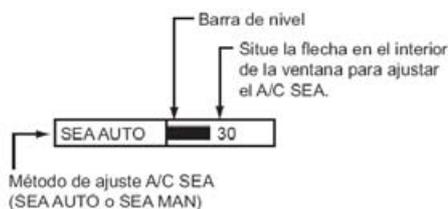
2. Se ajusta la ganancia girando la rueda (entre 0 y 100).

4.2.10 Supresión de la Perturbación de Mar

Los ecos procedentes de las olas es lo que se conoce como "Perturbación de Mar". Aparece en la imagen alrededor del barco y puede ocultar los ecos de blancos cercanos. Esta situación puede ser mejorada mediante el control A/C SEA (Antiperturbación de Mar o Sea Clutter) ajustado manualmente.

Selección del método de ajuste

1. Se seleccionará con el TrackBall "SEA AUTO" o "SEA MAN", en la parte superior derecha de la pantalla.

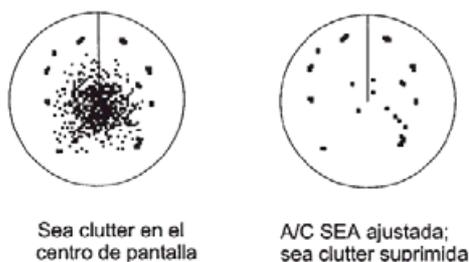


2. Se deberá presionar el botón izquierdo para presentar SEA AUTO o SEA MAN, según se estime.

Ajuste manual A/C SEA

El control A/C SEA reduce la amplificación del receptor a distancias cortas (donde la perturbación es mayor) y la incrementa progresivamente en función de la distancia; la amplificación es normal a la distancia a la que no se detecta la perturbación.

El ajuste correcto es aquel que convierte la perturbación en pequeños puntos, permitiendo la observación de los pequeños ecos reales. Si el ajuste es demasiado bajo, los ecos reales quedan ocultos por la perturbación; si demasiado alto, la perturbación y los ecos son eliminados de la imagen. En la mayoría de los casos el ajuste adecuado es aquel que elimina la perturbación a sotavento, siendo aún ligeramente visible a barlovento.



Con el teclado

1. Según el procedimiento descrito anteriormente se debe seleccionar SEA MAN.
2. Observando el indicador de nivel A/C SEA, se ajusta con el control **[A/C SEA]**. Se dispone de 100 niveles, ajustando hasta alcanzar una imagen más nítida.

Con el TrackBall

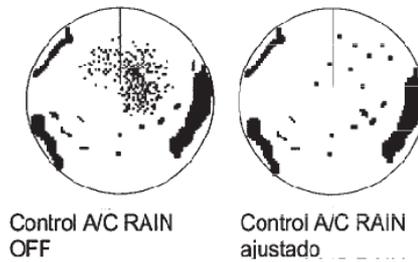
1. Según los pasos descritos anteriormente al seleccionar el método de ajuste, se debe escoger SEA AUTO.
2. Se sitúa el puntero del TrackBall en el indicador de nivel A/C SEA, en la parte superior de la pantalla.
3. Observando el indicador de nivel A/C SEA, se debe ajustar con la rueda. Se dispone de 100 niveles.

4.2.11 Supresión de la Perturbación de Lluvia

Ajuste A/C RAIN

El ancho vertical del haz de la antena se diseña para detectar los blancos en la superficie, aún con el balanceo del barco. Debido a este diseño, la lluvia, nieve o granizo también son detectados como si fueran blancos.

El control A/C RAIN ajusta la sensibilidad del receptor como el A/C SEA pero con un periodo de tiempo más largo (mayor distancia). La función A/C RAIN convierte la perturbación de lluvia en una especie de nube dispersa lo que facilita la observación de los ecos reales.



Con el teclado

1. Se debe ajustar el A/C RAIN con el control **[A/C RAIN]**.

Con el TrackBall

1. Se sitúa el puntero del TrackBall en el indicador de nivel A/C RAIN, en la parte superior derecha de la pantalla.
2. Observando el indicador de nivel A/C RAIN, se ajusta con la rueda. Se dispone de 100 niveles.



4.2.12 Supresor de las Interferencias

Pueden presentarse interferencias mutuas si en las cercanías opera otro radar en la misma banda de frecuencias. En pantalla aparecen como puntos brillantes irregularmente distribuidos o formando líneas curvas desde el centro al borde de la imagen.

Este tipo de interferencia puede ser reducida activando el circuito supresor de interferencias. El supresor de interferencias es un circuito de correlación de señal; compara las señales recibidas en sucesivas transmisiones y elimina aquellas que son aleatorias. Se dispone de tres niveles de rechazo de interferencias, dependiendo del número de transmisiones que son comparadas.

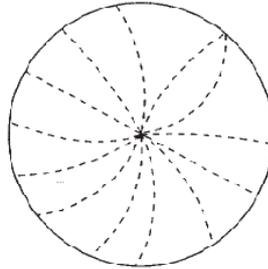


Figura 31. Interferencias

1. Para eliminarlas se debe situar el puntero del TrackBall en el cuadro PICTURE, en el lado izquierdo de la pantalla.
2. Luego se debe pulsar el botón derecho para presentar el menú PICTURE como se muestra a continuación.

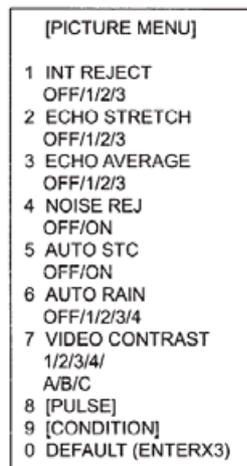


Figura 32. Menú Picture

3. Se Selecciona "1 INT REJECT" girando la rueda y pulsándola.
4. Se selecciona el nivel de supresión requerido girando la rueda y pulsándola o utilizando el botón izquierdo. Un número más alto indica un mayor grado de supresión.
5. Pulsando el botón derecho se cierra el menú.

4.2.13 Medida de Distancias

La distancia a un blanco puede ser medida de tres maneras: con los anillos de distancia, con el cursor o con el anillo variable (VRM).

Los anillos fijos de distancia permiten la determinación aproximada de la distancia a un blanco. Consisten en circunferencias concéntricas con centro en el barco propio u origen del barrido. El número de anillos y el intervalo entre ellos lo determina la escala en uso y se indica en la parte superior izquierda de la pantalla.

4.2.13.1 Mediante los anillos de distancia

1. Se debe seleccionar con el TrackBall el cuadro MENU, ubicado en el lado derecho de la pantalla. El cuadro guía, en la esquina inferior derecha, muestra "DISP MAIN MENU".
2. Al pulsar el botón izquierdo se presentará el Menú Principal (MAIN MENU).
3. Se debe seleccionar la opción "2 [MARK]" girando la rueda y pulsándola o usando el botón izquierdo.



Figura 33. Menú MARK

4. Se selecciona "0 RING" girando la rueda y presionándola, o utilizando el botón izquierdo.
5. Se debe seleccionar "ON" (para activar) u "OFF" (para desactivar) girando la rueda y pulsándola, o con el botón izquierdo para confirmar.
6. Pulsando el botón derecho dos veces se cierra el menú.

4.2.13.2 Mediante el anillo variable

El anillo variable de distancia (VRM) se emplea básicamente para tomar distancias a ecos de blancos en el PPI. Como función secundaria está la de proporcionar una distancia límite

alrededor de la posición del observador, dentro de la cual no pueden entrar blancos por razones de seguridad. El VRM es en realidad solo un punto luminoso rotatorio. La distancia desde el punto al origen del barrido corresponde a la distancia, la que se mide ajustando el círculo del VRM de modo que apenas toque el borde interior del eco. El VRM se ajusta mediante el movimiento de una manivela manual y la distancia se lee en un contador especial. Se dispone de dos anillos variables, VRM 1 y VRM 2, que son circunferencias de trazos, de longitud distinta, para diferenciarlos de los anillos fijos, para diferenciarlos de los anillos fijos.

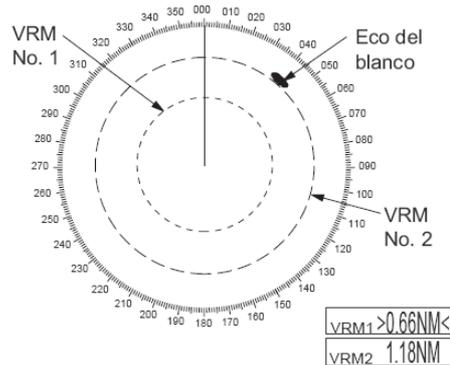


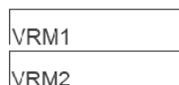
Figura 34. Medir las Distancias con los Anillos Fijos

Con el teclado

1. Se debe pulsar la tecla **[VRM ON]** para presentar uno de los VRM. Al pulsar sucesivamente esta tecla se alterna la presentación del VRM 1 y el VRM 2. El VRM activo aparece señalado con los símbolos >...< en la lectura de la distancia.
2. Mediante el control rotativo VRM, se debe situar el anillo variable en el borde interno del eco del blanco al que se quiere medir la distancia; ésta se lee en la esquina inferior derecha de la pantalla. El VRM mantiene la misma distancia geográfica si se cambia de escala; esto significa que su radio cambia en la misma proporción que la escala seleccionada.
3. Para desactivar cada VRM se debe pulsar la tecla **[VRM OFF]**.

Con el TrackBall

1. Se debe situar el puntero del TrackBall en el cuadro VRM 1 o VRM 2.



Cajas VRM

2. En el cuadro guía se presenta el mensaje "VRM ON/". Al pulsar el botón izquierdo se activa el VRM.

3. Luego el cuadro guía presenta el mensaje “VRM SET L = DELETE /”.
4. Mediante el TrackBall (ajuste grueso) o la rueda (ajuste fino), se debe situar el anillo variable en el borde interno del eco del blanco al que se quiere medir la distancia; ésta se lee en la esquina inferior derecha de la pantalla.
5. Al pulsar el botón izquierdo se puede fijar el VRM y su lectura, mientras que al pulsar el botón derecho se devuelve el anillo a su situación (distancia) previa.
6. Para borrar el VRM, se debe seleccionar el cuadro de lectura apropiado y se presiona el botón izquierdo hasta que el VRM desaparezca de la pantalla.

4.2.14 Medida de Demoras o Demarcaciones

La demora o demarcaciones de los blancos se miden mediante las líneas electrónicas de demora EBL; se dispone de dos de éstas líneas, EBL 1 y EBL 2. Las EBL son líneas de trazos, de distinta longitud en cada línea, que se extienden desde la posición del barco propio al borde exterior de la imagen de radar.

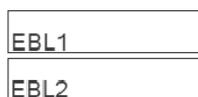
4.2.14.1 Medida de la Demora o Demarcación

Con el teclado

1. Se debe pulsar la tecla **[EBL ON]** para presentar una de las EBL. Al presionar esta tecla sucesivamente se alterna la presentación de la EBL 1 y la EBL 2. La EBL activa aparece señalada con >....<.
2. Mediante el control rotativo EBL, se debe situar la EBL activa en el centro del eco del blanco al que se quiere medir la demora; ésta se lee en la esquina inferior izquierda de la pantalla. Cada EBL arrastra un marcador de distancia constituido por una línea corta que cruza la EBL en ángulo recto. La posición de este marcador, a lo largo de la EBL, puede ser variada mediante el control VRM. La distancia de este marcador al origen de la EBL es indicada por la lectura del VRM que le es semejante, tanto si está activo o no.
3. Para desactivar cada EBL se debe pulsar la tecla **[EBL OFF]**.

Con el TrackBall

1. Se debe situar el puntero del TrackBall en el cuadro EBL 1 o EBL 2.



Cajas EBL

2. El cuadro guía presenta el mensaje “EBL ON”. Se debe pulsar el botón izquierdo para activar la EBL. Ahora el cuadro guía presenta el mensaje “EBL SET L = DELETE /”.
3. Al pulsar el botón izquierdo otra vez; el cursor salta al interior de la presentación del radar; ahora el cuadro guía presentará el mensaje “EBL FIX L / EXIT”.
4. Mediante el TrackBall (ajuste grueso) o la rueda (ajuste fino), se debe situar la EBL en el centro del eco del blanco al que se quiere medir la demora.
5. Al pulsar el botón izquierdo se fija la EBL y su lectura, y al pulsar el botón derecho se devuelve la EBL a su situación (demora) previa.
6. Para borrar la EBL, se debe seleccionar el cuadro de lectura al cual se quiere borrar y pulsar el botón izquierdo hasta que la EBL desaparezca de la pantalla.

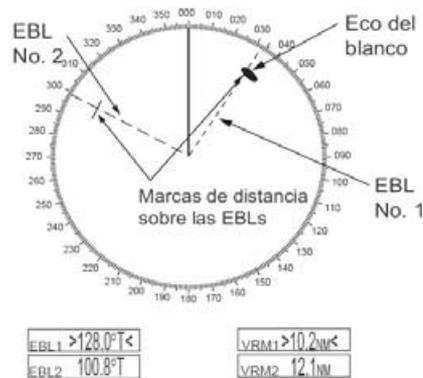


Figura 35. Medir las Demoras con las EBLs

4.2.14.2 Selección de la referencia de demora

La lectura de la demora aparece seguida de “R” (relative – relativa) si el valor es con relación a la proa del barco; de “T” (true – verdadera) si el valor es con relación al Norte. Esta referencia puede ser seleccionada en los modos de proa arriba; en los demás modos es siempre TRUE (verdadera).

Para seleccionarla se realiza como sigue:

1. Se debe situar el puntero del TrackBall en el cuadro MENU y pulsar el botón izquierdo para presentar el menú principal.
2. Se selecciona “2 [MARK]” girando la rueda y pulsándola o utilizando el botón izquierdo.



Figura 36. Menú MARK

3. Se selecciona "9 EBL CURSOR BEARING" girando la rueda y pulsándola o con el botón izquierdo.
4. Se debe seleccionar "REL" o "TRUE" girando la rueda y presionándola, o usando el botón izquierdo.
5. Para cerrar el Menú se debe pulsar el botón derecho dos veces.

Observación: Cuando se cambia el rumbo, la EBL y su indicación cambian como sigue:

Proa arriba, relativa	:	La EBL y su indicación no cambian.
Proa arriba, verdadera	:	Se mueve la EBL; su indicación es la misma.
Rumbo arriba, verdadera	:	La EBL y su indicación no cambian.
Norte arriba, verdadera	:	La EBL y su indicación no cambian.

4.2.15 Estimación del Riesgo de Colisión por Descentrado de EBL

Mediante el TrackBall, el origen de las EBL se puede situar en cualquier lugar para medir la distancia y demora entre dos blancos. Esta función resulta útil en la estimación del riesgo de colisión. Es posible leer el CPA (Punto de Aproximación Máxima) usando el VRM, como se muestra en el dibujo (a) de la figura siguiente. Si la EBL pasa por el origen del barrido (barco propio), como se muestra en el dibujo (b) de la figura siguiente, el blanco está a rumbo de colisión.

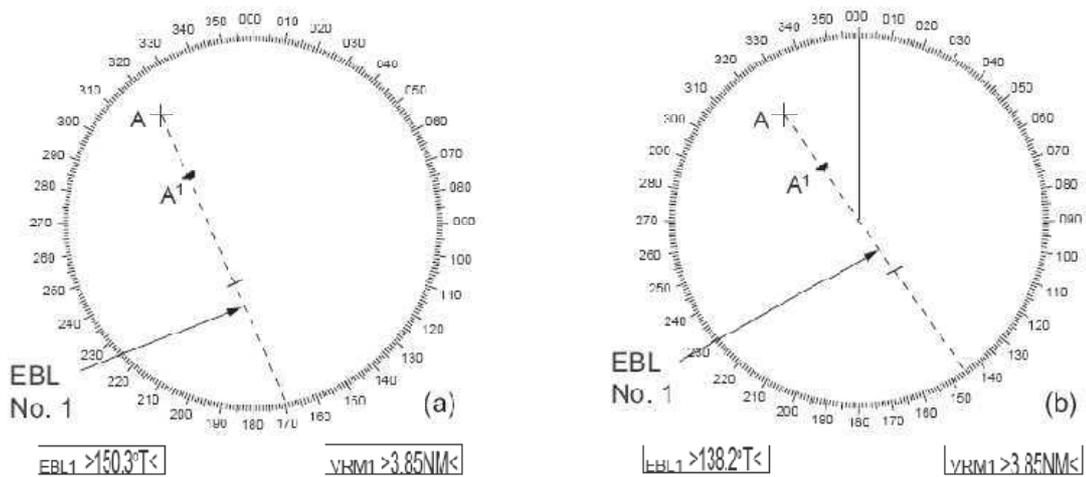


Figura 37. Valoración de la Colisión por descentrado de la EBL

Con el teclado

1. Se debe pulsar la tecla **[EBL ON]** para presentar una de las EBL.
2. Con el TrackBall, se debe situar el cursor (+) en el blanco de interés (A en la figura anterior).
3. Al pulsar la tecla **[EBL OFFSET]**; el origen de la EBL activa se desplaza a la posición del cursor. Al pulsar nuevamente **[EBL OFFSET]** se puede fijar el origen de la EBL.
4. Después de unos minutos (por lo menos 3), se debe situar la EBL, con el control EBL, en el centro del eco (A¹ en la figura) del blanco. La lectura de la EBL indica el rumbo del blanco, verdadero o relativo dependiendo de la referencia de la demora de la EBL. En movimiento relativo es posible leer el CPA usando el VRM. Si la EBL pasa por el origen del barrido (barco propio), como se ilustra en (b) de la figura anterior, el blanco está a rumbo de colisión.
5. Para restaurar el origen de la EBL en la posición del barco propio, se debe pulsar dos veces la tecla **[EBL OFFSET]**.

Con el TrackBall

1. Se debe situar el puntero del TrackBall en el cuadro EBL 1 o EBL 2.

EBL1
EBL2

Cajas EBL

2. El cuadro guía presenta el mensaje "EBL ON". Se debe pulsar el botón izquierdo para activar la EBL. Ahora el cuadro guía presentará el mensaje "EBL SET L = DELETE /".

3. Al pulsar el botón izquierdo otra vez; el cursor salta al interior de la presentación radar; entonces el cuadro guía debe presentar el mensaje “EBL FIX L / EXIT”.
4. Con el cursor dentro de la presentación radar, se debe pulsar el botón izquierdo, se gira la rueda para presentar en el cuadro guía “EBL OFFSET / EXIT” y se pulsa el botón izquierdo.
5. Mediante el TrackBall, se debe situar la EBL descentrada en el centro del eco del blanco de interés y se pulsa el botón izquierdo para fijarla.
6. Después de unos minutos (por lo menos 3), se sitúa la EBL en el centro del eco (A¹ en la figura) del blanco. La lectura de la EBL indica el rumbo del blanco, verdadero o relativo dependiendo de la referencia de demora de la EBL.
7. Para restaurar el origen de la EBL en la posición del barco propio, se debe presentar en el cuadro guía “EBL OFFSET / EXIT” y se pulsa el botón izquierdo.

4.2.15.1 Selección del punto de referencia del punto origen de la EBL

El punto origen de la EBL descentrada puede ser estabilizado con relación a tierra o respecto de la proa del barco.

1. Se debe seleccionar con el TrackBall el cuadro MENU y se pulsa el botón izquierdo.
2. Se selecciona “2 [MARK]” girando la rueda y pulsándola o usando el botón izquierdo.



Figura 38. Menú MARK

3. Se selecciona “8 EBL OFFSET BASE” girando la rueda y pulsándola o con el botón izquierdo.
4. Se selecciona “STAB GND”, “STAB HDG” o “STAB NORTH” girando la rueda y pulsar ésta o el botón izquierdo.
5. Para cerrar el Menú se presiona el botón derecho dos veces.

4.2.16 Medida de la Distancia y Demora entre Dos Blancos

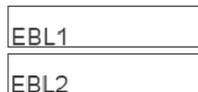
Con el teclado

1. Se pulsa la tecla **[EBL OFFSET]**. Con el TrackBall, se sitúa el origen de la EBL N° 1, por ejemplo, en uno de los blancos (blanco 1 en la ilustración siguiente).
2. Mediante el control rotativo EBL, se sitúa la EBL activa en el centro del eco del otro blanco (blanco 2).
3. Con el control rotativo VRM, se debe situar el marcador de distancia de la EBL en el borde interno del blanco 2. La lectura del VRM, en la esquina inferior derecha de la pantalla, es la distancia entre los dos blancos.
4. Se puede repetir el mismo procedimiento para un tercer y cuarto blanco (3 y 4 en la figura) usando la EBL N° 2 y el VRM N° 2.

La lectura de la demora aparece seguida de "R" (cuando es relativa) o de "T" (cuando es verdadera), dependiendo de lo seleccionado en "9 EBL CURSOR BEARING", del menú MARK (y que se ha explicado anteriormente). Para devolver el origen de la EBL al centro de la presentación, se debe presionar la tecla **[EBL OFFSET]**.

Con el TrackBall

1. Se sitúa el puntero del TrackBall en el cuadro EBL 1 o EBL 2.



Cajas EBL

2. El cuadro guía presentará el mensaje "EBL ON". Se debe pulsar el botón izquierdo para activar la EBL. Ahora el cuadro guía presenta el mensaje "EBL SET L = DELETE /".
3. Se debe pulsar el botón izquierdo otra vez; el cursor salta al interior de la presentación del radar; ahora el cuadro guía presenta el mensaje "EBL FIX L / EXIT".
4. Con el cursor dentro de la presentación del radar, se pulsa el botón izquierdo, se gira la rueda para presentar en el cuadro guía "EBL OFFSET / EXIT" y se pulsa el botón izquierdo.
5. Mediante el TrackBall, se sitúa el cursor en el blanco 1 y se pulsa la rueda.
6. Con el control rotativo VRM, se sitúa el marcador de distancia de la EBL en el borde interno del blanco 2. La lectura del VRM, en la esquina inferior derecha de la pantalla, es la distancia entre los dos blancos.
7. Como ya se indicó, se puede repetir el mismo procedimiento para un tercer y cuarto blanco (3 y 4 en la figura) usando la EBL N° 2 y el VRM N° 2.

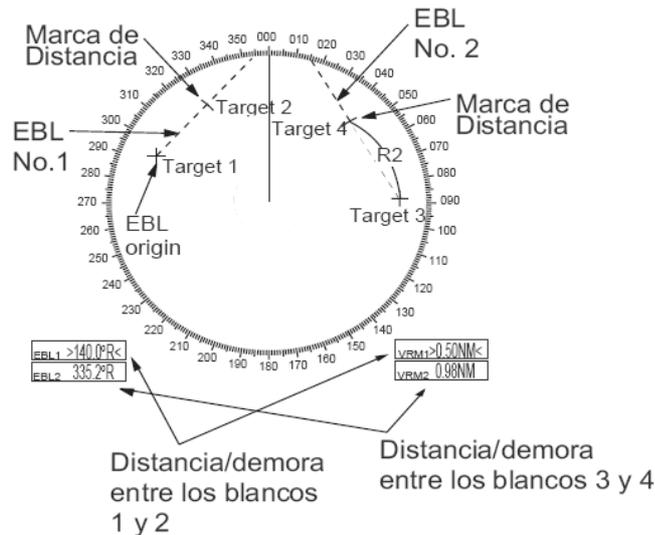


Figura 39. Medir la Distancia y Demora entre dos blancos

Para restaurar el origen de la EBL en la posición del barco propio, se debe presentar en el cuadro guía "EBL OFFSET / EXIT" y se pulsa el botón izquierdo.

4.2.17 Alarma de Blancos

La alarma alerta a los navegantes, de forma visual y sonora, de que blancos (barcos, masas de tierra, etc.) entran en el área previamente definida.

La zona de alarma tiene un ancho fijo de 0,5 millas en sentido radial y puede ser situada de 3,0 a 6,0 millas del barco propio (Zona 1) o a cualquier distancia (Zona 2). En todos los tipos el sector de la zona puede abarcar desde 0° a 360°, en cualquier dirección.

4.2.17.1 Establecimiento de una zona de alarma

A continuación se describe como establecer una zona de alarma.

1. Se debe seleccionar con el TrackBall el cuadro ALARM1 o ALARM2.

ALARM 1
ALARM 2

Cajas ALARM

2. Se pulsar el botón izquierdo. El cursor salta a la presentación radar y aparece "SET" dentro del cuadro ALARM seleccionado.
3. Con el TrackBall, se sitúa el cursor en el punto "A" (ver la figura siguiente) y se pulsar el botón izquierdo.

4. Con el TrackBall, se desplaza el cursor al punto "B" y se pulsar el botón izquierdo. "WORK" sustituye a "SET" en el cuadro ALARM. La zona de alarma es presentada con líneas de trazos azules (En el caso de los radares más actuales).

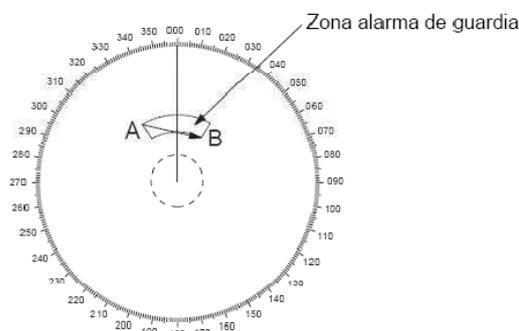


Figura 40. Zona Alarma del Blanco

Nota 1: Si se quiere crear una zona de alarma con cobertura de 360° alrededor del barco, se debe situar el punto "B" aproximadamente en la misma dirección que el punto "A".

Nota 2: Pueden ser establecidas dos zonas de alarma; sin embargo, se dispone de la segunda solo cuando la primera está activa.

Nota 3: Cuando la zona de alarma queda fuera de la escala en uso se presenta la indicación UP RNG (aumentar escala) a la derecha del cuadro ALARM.

4.2.18 Reconocimiento de la alarma

Un blanco en la zona vigilada genera alarmas visual (parpadeo) y sonora (pitido). Para silenciar la alarma sonora, se debe pulsar la tecla **[ALARM ACK]** o seleccionar el cuadro ALARM apropiado y pulsar el botón izquierdo; el cuadro ALARM muestra "ALARMx ACK". Se desactiva la alarma sonora pero no la intermitencia del blanco que viola la zona de alarma (cuando hay conectado un avisador externo, éste no se silencia hasta la desactivación de la zona de alarma). Para habilitar de nuevo la alarma sonora, se debe pulsar otra vez la tecla **[ALARM ACK]** o seleccionar el cuadro ALARM y pulsar el botón izquierdo; el cuadro ALARM muestra "ALARMx WORK".

4.2.19 Desactivación de la zona de alarma

1. Con el TrackBall se seleccionará el cuadro ALARM1 o ALARM2.
2. Se Pulsa el botón izquierdo hasta que el estado de alarma en el cuadro ALARM desaparezca.

En los radares tipo IMO la desactivación de la zona de alarma 1 desactiva la zona de alarma 2. En los radares No – IMO las dos zonas son independientes.

4.2.20 Atributos de la alarma

Se puede establecer el nivel de intensidad de eco para disparar la alarma; como sigue.

1. Con el TrackBall se selecciona el cuadro MENU y se pulsar el botón izquierdo.
2. Se selecciona “3 [ALARM]” girando la rueda y pulsándola o presionando el botón izquierdo.

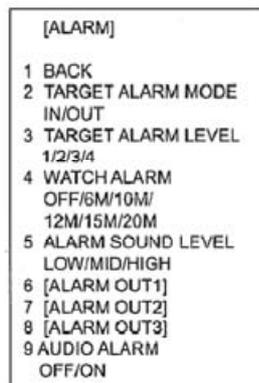


Figura 41. Menú ALARM

3. Se debe seleccionar “2 GUARD ALARM MODE” girando la rueda y pulsándola o presionando el botón izquierdo.
4. Se selecciona “IN” (alarma “entrando”) o “OUT” (alarma “saliendo”) girando la rueda y presionándola, o presionando el botón izquierdo.

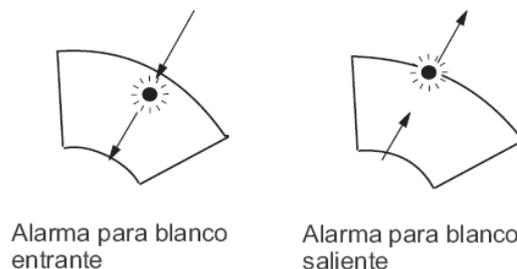


Figura 42. Tipos de Alarma

5. Se selecciona “3 GUARD ALARM LEVEL” girando la rueda y pulsándola o presionando el botón izquierdo.
6. Se establece el nivel de intensidad de eco de disparo de la alarma girando la rueda y pulsándola o presionando el botón izquierdo.
7. Se debe seleccionar “5 ALARM SOUND LEVEL” girando la rueda y pulsándola o presionando el botón izquierdo.
8. Se establece el volumen de sonido de la alarma (LOW: bajo; MID: medio; HIGH: alto) girando la rueda y pulsándola o presionando el botón izquierdo.

- Para cerrar el Menú se pulsa dos veces el botón derecho.

4.2.21 Descentrado de la Presentación

La posición del barco propio, o el origen del barrido, pueden ser desplazados para ampliar el campo de visión sin cambiar de escala. El origen del barrido se desplaza a la posición del cursor, pero no más allá del 75% de la escala en uso; si el cursor se sitúa más allá del 75% de la escala en uso, el origen se desplaza al punto límite del 75%.

Para descentrar la presentación se debe proceder como sigue.

Con el teclado

- Con el TrackBall, se sitúa el cursor en el punto a donde se quiere trasladar el origen del barrido.
- Se debe pulsar la tecla **[OFF CENTER]**; el origen del barrido se desplaza a la posición del cursor.
- Para cancelar el descentrado, se pulsa la tecla **[OFF CENTER]** otra vez.

Con el TrackBall

- Con el cursor dentro de la presentación radar, se hace girar la rueda para presentar en el cuadro guía "OFF CENTER / EXIT" y se pulsa el botón izquierdo.
- Mediante el TrackBall, se sitúa el cursor en el punto a donde se quiere trasladar el origen del barrido.
- Se pulsa el botón izquierdo.
- Para cancelar el descentrado, se presiona el botón izquierdo cuando el cuadro guía presente "OFF CENTER / EXIT".

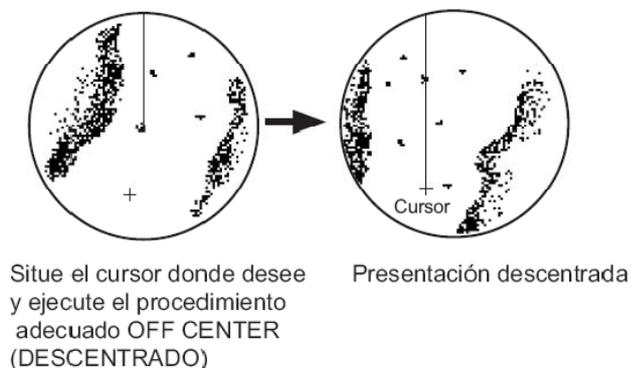


Figura 42. Como descentrar la Presentación

4.2.22 Líneas Índice Paralelas

Las Líneas Índice Paralelas (o Índice de Paralelas) son útiles para navegar manteniendo una distancia constante entre el barco y la costa u otro barco acompañante. Se dispone de dos de estos conjuntos. La orientación de las líneas y el intervalo entre ellas pueden ser variados.

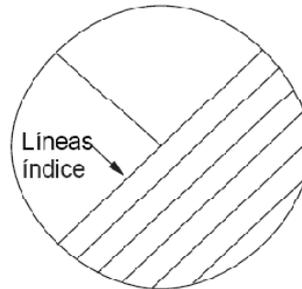


Figura 43. Líneas Índice de Paralelas

4.2.22.1 Activación / desactivación de las líneas índice

Con el teclado

1. Con el menú cerrado, se pulsa la tecla **[INDEX LINE]**. El cuadro guía muestra "DISP INDEX LINE".
2. Observando el cuadro IL, al lado izquierdo de la pantalla, se pulsa la tecla **[INDEX LINE]** para seleccionar el conjunto de líneas (IL1 o IL2) a presentar (o borrar); se debe mantener pulsada la tecla hasta presentar (o borrar) lo seleccionado.



Con el TrackBall

1. Se sitúa el puntero del TrackBall en el cuadro IL.
2. Se selecciona el conjunto de líneas a presentar (o borrar) girando la rueda y pulsándola o presionando el botón izquierdo.

4.2.22.2 Ajuste de la orientación e intervalo de las líneas índice

1. Presentadas las líneas Índice, se debe situar el puntero del TrackBall en el cuadro de lectura de la orientación de las líneas (justo debajo del cuadro IL).

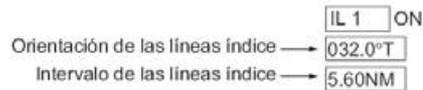


Figura 44. Datos de las Líneas Índice

2. Se debe ajustar la orientación (entre 000,0 – 359,9 (°)) girando la rueda.
3. Se sitúa el puntero del TrackBall en el cuadro de lectura del intervalo entre las líneas (debajo del anterior).
4. Ajustar el intervalo entre líneas girando la rueda.

4.2.22.3 Referencia de demora de las líneas índice

La referencia de demora de las líneas índice puede ser establecida con relación a la proa del barco (relativa) o al Norte (verdadera); como se muestra a continuación:

1. Se selecciona el cuadro MENU con el TrackBall y se pulsa el botón izquierdo.
2. Se selecciona “2 [MARK]” girando la rueda y pulsándola o presionando el botón izquierdo.

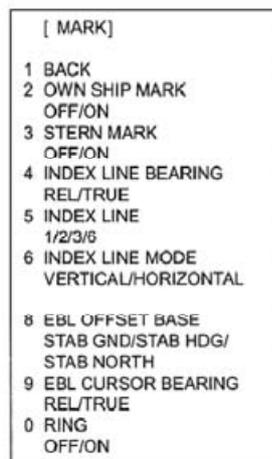


Figura 45. Menú MARK

3. Se debe seleccionar “4 INDEX LINE BEARING” con la rueda; pulsándola o presionando el botón izquierdo.
4. Se elige entre “TRUE” o “REL” con la rueda; pulsándola o presionando el botón izquierdo.
5. Para cerrar el Menú se pulsa el botón derecho.

4.2.22.4 Selección del número de líneas índice

El número máximo de líneas índice a presentarse pueden ser 1, 2, 3 ó 6. El número de líneas visible podría ser menor dependiendo del intervalo entre las líneas. Para seleccionar el número de líneas índice se debe proseguir como se indica a continuación:

1. Se Selecciona el cuadro MENU con el TrackBall y se pulsa el botón izquierdo.
2. Se debe seleccionar "2 [MARK]" girando la rueda y pulsándola o presionando el botón izquierdo.
3. Seleccionar "5 INDEX LINE" con la rueda; pulsándola o presionando el botón izquierdo.
4. Seleccionar "1", "2", "3" o "6" girando la rueda, pulsándola o presionando el botón izquierdo para confirmar el número de líneas deseadas.
5. Para cerrar el Menú se presiona el botón derecho dos veces.

4.2.22.5 Modo de las líneas índice

La orientación de las líneas índice puede ser establecida con referencia a la horizontal o a la vertical. Se dispone de esta función cuando en "5 INDEX LINE", en el menú MARK, se ha seleccionado una opción distinta de "1" (en relación al número de líneas índice). Para elegir el modo de las líneas se debe:

1. Seleccionar el cuadro MENU con el TrackBall pulsándola o presionando el botón izquierdo.
2. Se seleccionar "2 [MARK]" girando la rueda y pulsándola o presionando el botón izquierdo.
3. Se selecciona "6 INDEX LINE MODE" con la rueda y pulsándola o presionando el botón izquierdo.
4. Seleccionar "VERTICAL" u "HORIZONTAL" girando la rueda; se pulsa o se presiona el botón izquierdo.
5. Para cerrar el Menú se presiona dos veces el botón derecho.

4.2.23 Marca Origen

Se puede marcar cualquier punto de referencia o blanco de interés usando la función de marca origen. Se pueden inscribir 20 de estas marcas: 10 estándares (con número) y una de cada uno de los 10 símbolos de marca. Esta marca se fija geográficamente, estabilizada con relación a tierra o con relación al mar.

4.2.23.1 Entrada de marcas origen

1. Para marcar cualquier punto de referencia se debe seleccionar el cuadro MARK con el TrackBall. El cuadro guía presentará el mensaje "MARK SELECT / MARK MENU".



Figura 46. Caja MARK

2. Se pulsar el botón derecho para abrir el menú MARK.

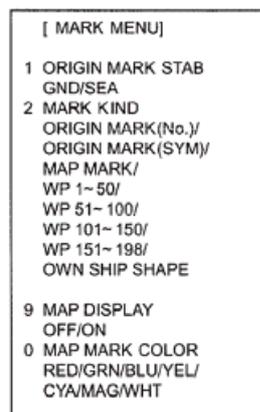


Figura 47. Menú MARK

3. Se selecciona "2 MARK KIND" con la rueda y se pulsa o se presiona el botón izquierdo.
4. Se debe seleccionar "ORIGIN MARK (No.)" u "ORIGIN MARK (SYM)" girando la rueda y pulsándola o usando el botón izquierdo.
ORIGIN MARK (No.) inscribe la marca estándar con número.
ORIGIN MARK (SYM) inscribe la marca seleccionada sin número.
5. Se pulsa el botón izquierdo.
6. Se pulsar el botón derecho para cerrar el menú. El cuadro guía presentará el mensaje "MARK SELECT / MARK MENU".
7. Con el cuadro MARK seleccionado, se selecciona girando la rueda el número de la marca (si en el paso 4 se ha elegido "ORIGIN MARK (No.)" o el símbolo de la marca (si en el paso 4 se ha elegido "ORIGIN MARK (SYM)") y se presiona el botón izquierdo. Se dispone de los siguientes símbolos:



Figura 48. Marcas Origen (Símbolos)

8. Luego se debe pulsar el botón izquierdo otra vez. El cursor salta a la presentación del radar y el cuadro guía presenta el mensaje "MARK / EXIT".
9. Con el TrackBall, se sitúa el cursor donde se quiere inscribir la marca.
10. Se pulsa el botón izquierdo; se inscribe la marca en la situación del cursor. Debajo del cuadro MARK se presenta la distancia y demora desde la marca al cursor.

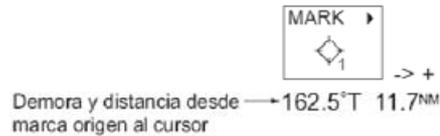


Figura 49. Cuadro Marca, mostrando la demora y distancia desde la marca origen

- Para inscribir otras marcas origen se deben repetir los pasos 7 a 10 ya explicados (se inscribe el tipo de marca seleccionado en el paso 4).
- Para salir de la entrada de marcas, se pulsa el botón derecho cuando el cuadro guía presente "MARK / EXIT".
- Se presentará los símbolos "- - -" para los datos de marca origen cuando el cursor esté fuera de la presentación radar.

4.2.23.2 Borrado individual de marcas origen

1. Con el cursor dentro de la presentación radar, se gira la rueda para presentar "MARK DELETE / EXIT" en el cuadro guía.
2. Se sitúa el cursor, con el "TrackBall", en la marca origen que se quiere borrar.
3. Se pulsa la rueda o el botón izquierdo.
4. Para borrar otra marca se repiten los pasos ya explicados.
5. Para terminar, se pulsa el botón derecho cuando el cuadro guía presente "MARK DELETE / EXIT".

4.2.24 Ampliación (Zoom)

Esta función aumenta al doble el tamaño del área seleccionada, es de gran utilidad cuando necesitemos observar en detalle una zona que, al estar utilizando una gran escala, no se vea con claridad. Para ampliar un área:

1. Con el cursor dentro de la presentación radar, se gira la rueda para presentar "ZOOM / EXIT" en el cuadro guía.
2. Se sitúa el cursor, con el TrackBall, en el punto a ampliar.
3. Se pulsa la rueda o el botón izquierdo. Un círculo circunscribe el área que se quiere ampliar en la pantalla y su ampliación se presentarán al lado derecho de la misma.

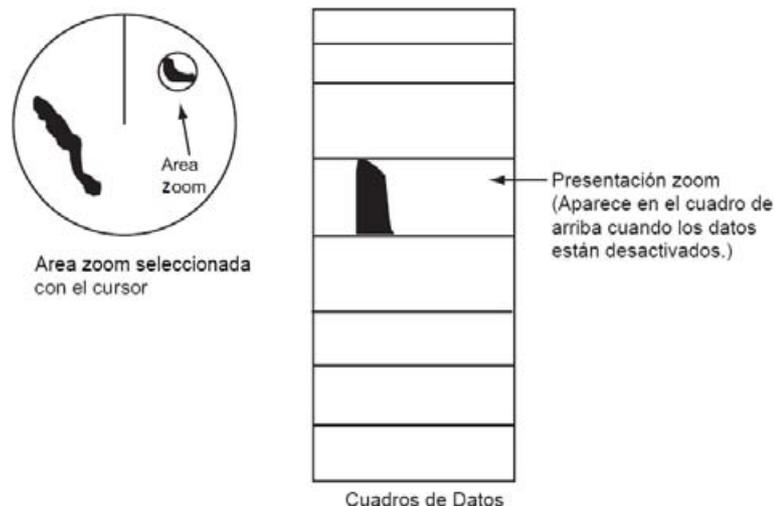


Figura 50. Presentación ZOOM

Para cerrar la ampliación se debe pulsar el botón izquierdo cuando el cuadro guía presente "ZOOM / EXIT".

4.2.25 Marcadores

4.2.25.1 Marcador de proa y línea de proa

El marcador de proa y la línea de proa indican el rumbo del barco en todos los modos de presentación. La línea de proa es una línea que, en el modo de presentación proa arriba, se extiende desde la posición del barco propio al 000° de la escala de demarcaciones; cambia de orientación en función de la del barco, en los modos de Norte arriba y movimiento verdadero. El marcador de proa se presenta como un pequeño círculo en la escala de demarcaciones, indicando el rumbo en los modos de presentación descentrada, Norte arriba y movimiento verdadero.

4.2.25.2 Supresión temporal de la línea de proa

Para suprimir temporalmente la línea de proa, con objeto de facilitar la observación de ecos que pudieran estar ocultos por ella, se debe pulsar la tecla **[HL OFF]** del teclado o situar el puntero del TrackBall en el cuadro HL OFF, en la esquina inferior izquierda de la pantalla, y presionar el botón izquierdo. (Mientras se mantiene pulsada la tecla **[HL OFF]** o el botón izquierdo del TrackBall, además de la línea de proa se suprimen el marcador de popa y todos los gráficos dentro de la presentación radar.)

4.2.25.3 Marcador de popa

El marcador de popa; una línea de trazo y punto, aparece opuesto a la línea de proa. Se activa o desactiva como sigue.

1. Se debe seleccionar el cuadro MENU con el TrackBall y se pulsa el botón izquierdo.
2. Se selecciona "2 [MARK]" girando la rueda; pulsándola o se utiliza el botón izquierdo.
3. Se selecciona "3 STERN MARK" con la rueda; pulsándola o con el botón izquierdo.
4. Se elige "ON" (activar) u "OFF" (desactivar) con la rueda; se selecciona presionando la rueda o con el botón izquierdo.
5. Al pulsar el botón derecho dos veces se cierra el menú.

4.2.25.4 Marcador del Norte

El marcador del Norte se presenta como una línea corta de trazos. En el modo de proa arriba, este marcador se desplaza por escala de demoras siguiendo la señal del compás.

4.2.24.5 Símbolo del barco propio

Se puede establecerse la presentación, o no, del símbolo  del barco propio en el menú MARK. Este símbolo se presenta a escala indicando la eslora y manga del barco; si la dimensión mayor del símbolo es menor de 6 mm, el símbolo desaparece y el barco es representado con un punto o un pequeño círculo, dependiendo de la escala en uso. Las dimensiones del barco deben ser entradas en la instalación. Para establecer el símbolo se debe:

1. Seleccionar el cuadro MENU con el TrackBall y presionar el botón izquierdo.
2. Se selecciona "2 [MARK]" girando la rueda y pulsándola o usando el botón izquierdo.
3. Se debe seleccionar "2 OWN SHIP MARK" con la rueda; se pulsa ésta o se utiliza el botón izquierdo.
4. Se elige entre "ON" (activar) u "OFF" (desactivar) con la rueda; se pulsa ésta o se usa el botón izquierdo.
5. Para cerrar el Menú se presiona dos veces el botón derecho.

4.2.26 Posición del Barco

La fuente de información de posición del barco se selecciona como se indica a continuación.

1. Se selecciona el cuadro OS POSN con el TrackBall.



Caja OS POSN

2. Se presiona el botón derecho para abrir el menú OS POSN.

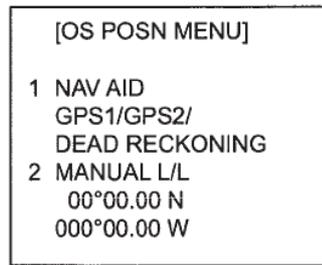


Figura 51. Menú OS POSN

3. Se ha de seleccionar “1 NAV AID” girando la rueda y pulsándola o usando el botón izquierdo.
4. Seleccionar “GPS1”, “GPS2” o “DEAD RECKONING” girando la rueda y pulsándola o usando el botón izquierdo.
GPS1: Navegador GPS conectado al puerto Nav.
GPS2: Navegador GPS conectado al puerto Speed Log o al Track Control.
5. Si se selecciona “DEAD RECKONING” se debe seguir en el paso 6; si se ha selecciona “GPS1” o “GPS2” se debe seguir en el paso 7.
6. Seleccionar “2 MANUAL L/L” girando la rueda y pulsándola. Se debe entrar la posición como sigue:
 - 1) Establecer cada dígito en el campo de la latitud girando la rueda y pulsándola; pulsando la rueda otra vez se salta un lugar. (Desde el teclado, pulsar las teclas numéricas adecuadas y después la tecla **[ENTER MARK]**.)
 - 2) De manera similar, establecer la longitud.
Nota: Se cambia Norte, Sur, Este u Oeste, girando la rueda o pulsando la tecla **[2]** en el teclado.
7. Al pulsar el botón derecho se cierra el menú.

4.2.27 Supresor de Ruido

El ruido blanco que puede aparecer aleatoriamente diseminado en la imagen en forma de “manchitas” puede ser reducido como se indica continuación:

1. Se debe seleccionar el cuadro PICTURE con el TrackBall.
2. Se pulsa el botón derecho para abrir el menú PICTURE.

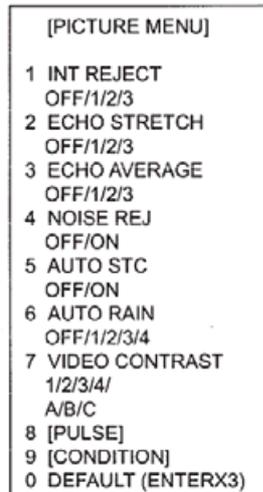


Figura 52. Menú PICTURE

3. Seleccionar "4 NOISE REJ" girando la rueda y presionándola o usando el botón izquierdo.
4. Elegir entre "ON" (activar) u "OFF" (desactivar) girando la rueda y pulsándola o utilizando el botón izquierdo.
5. Para cerrar el Menú se presiona el botón derecho.

4.2.28 Datos de Navegación

Mediante conexión a los sensores correspondientes puede ser presentada en la pantalla información relativa al viento, profundidad, corriente, temperatura del agua, fecha, hora y datos de waypoint. Para activar esta función se debe:

1. Seleccionar el cuadro MENU con el TrackBall y se pulsa el botón izquierdo.
2. Se selecciona "7 [NAV DATA]" girando la rueda y se presiona el botón izquierdo para abrir el menú NAV DATA, como se muestra a continuación:

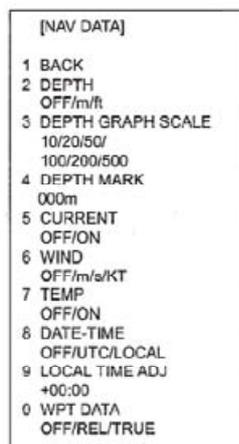


Figura 53. Menú NAV DATA

3. Se deberá seleccionar las opciones apropiadas, con referencia a la tabla siguiente:

Descripción del Menú NAV DATA

Elemento	Descripción
2 DEPTH	Selecciona la unidad de medida de la profundidad o desactiva su presentación.
3 DEPTH GRAPH SCALE	Selecciona la escala de profundidad. El ecograma presenta los últimos 30 minutos de profundidad.
4 DEPTH MARK	Selecciona la profundidad a la cual presentar la marca de profundidad.
5 CURRENT	Activa/desactiva la presentación de la corriente (con relación al Norte).
6 WIND	Selecciona la unidad de medida de la velocidad del viento o desactiva su presentación.
7 TEMP	Activa/desactiva la presentación de la temperatura del agua.
8 DATE-TIME	Selecciona como presentar la fecha y la hora: UTC o Local.
9 LOCAL TIME ADJ	Establece la diferencia horaria para presentar la hora Local.
0 WPT DATA	Activa/Desactiva la presentación de distancia y demora a waypoint.

4. Al pulsar el botón derecho dos veces se cierra el menú.

Nota: El vector viento muestra la dirección desde la que sopla el viento, con relación a la proa del barco, y está rotulado con "T*". La velocidad del viento es verdadera como resultado de la compensación de la orientación y velocidad del barco. La corriente es la dirección según la cual se aleja del barco, con relación al Norte.

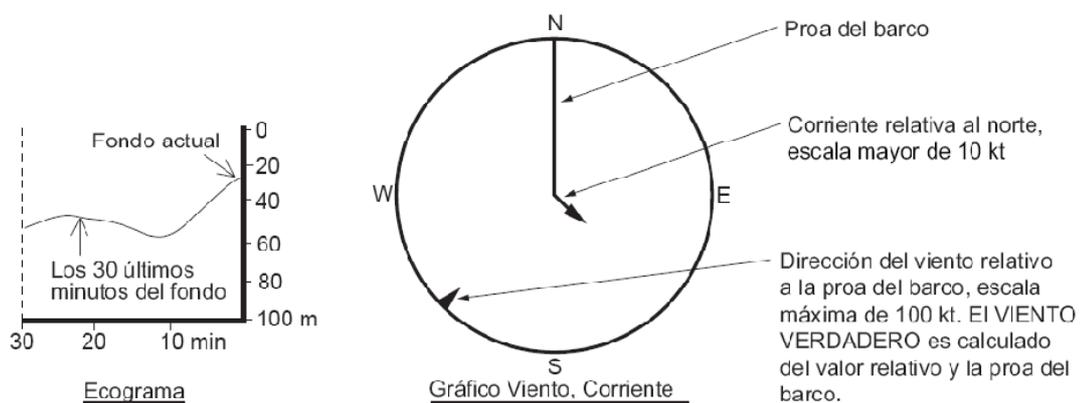


Figura 54. Ejemplos del ecograma del fondo y gráfico del viento, corriente

4.2.29 Alarmas

Cuando el equipo detecta un error suena la alarma y aparece en rojo la indicación correspondiente. La alarma sonora se silencia pulsando la tecla **[ALARM ACK]** o seleccionado el cuadro ALARM ACK y presionando el botón izquierdo. La indicación visual permanece hasta que cesa la causa de la alarma.

4.2.29.1 Descripción de las alarmas

Alarma	Sonido	Indicación Visual	Para Salir del Estado de Alarma
Fallo de Giro	2 Pitidos	La lectura HDG es "****.*"y aparece el mensaje HEADING SET en la parte inferior izquierda de la pantalla. GYRO en rojo. El modo de presentación pasa a proa arriba en el plazo de 1 minuto.	Pulsar la tecla [MODE] para borrar el mensaje. Si es necesario, alinear la lectura HDG con la actual del compás.
Alarma de Guarda	Pitidos	El blanco parpadea.	Pulsar la tecla [ALARM ACK] o pulsar el botón izquierdo en el cuadro ALARM ACK.
Alarma de Vigilancia	Pitidos	WATCH 0:00	Pulsar la tecla [ALARM ACK] o pulsar el botón izquierdo en el cuadro ALARM ACK.
Posición Barco	Sin	"****.*" En el campo de posición del barco.	Restaurar la información de posición.
Posición Cursor	Sonido	"****.*" En el campo de posición del cursor.	
Fallo del Sistema	Sin sonido	Mensaje GYRO en la parte inferior de la pantalla. No hay ecos radar. SYSTEM FAIL en rojo en la esquina inferior izquierda durante la prueba.	Comprobar que la antena gira.
Tecleado incorrecto	Pitido de doble tono	Ninguna.	El teclado correcto es respondido con un pitido, si éste está activado en el menú OPERATION.
Fallo de Corredera	2 pitidos	LOG *.* y LOG aparecen en rojo, si no hay señal de corredera durante 30 segundos cuando la velocidad es superior a 5 nudos.	Entrar manualmente la velocidad.
Fallo EPFS	Pitido continuo	EPFS en rojo. Esta indicación también aparece cuando se conmuta entre GPS y DGPS.	Pulsar la tecla [ALARM ACK] o pulsar el botón izquierdo en el cuadro ALARM ACK. El mensaje no se borra si se pierde la señal de posición, hasta que ésta es restaurada.

Indicación SOG	Sin sonido	Cuando falla la medición de la velocidad con respecto al fondo (SOG) la indicación SOG cambia a rojo y el modo cambia automáticamente a velocidad con relación al agua (STW).	
Alarma de Colisión	Pitido continuo	COLLISION.	Efectuar maniobra de evasión o cancelar el seguimiento del blanco ARP.
Vector verdadero	Sin sonido	Aparece en rojo la indicación TRUE VECTOR cuando se selecciona vector verdadero en el modo de movimiento relativo.	
Alarma de blanco	Pitido continuo	Cuando un blanco entra en la zona de alarma aparece en rojo la indicación GZ; el blanco es señalado con un triángulo.	Pulsar la tecla [ALARM ACK] o pulsar el botón izquierdo en el cuadro ALARM ACK.
Zona de alarma fuera de escala	Sin sonido	Aparece en rojo la indicación GZ OUT.	Aumentar la escala.

4.3 Observaciones del Radar

Ya se ha revisado las características básicas de un radar y las funcionalidades más comunes y prácticas utilizadas para el manejo del equipo, a continuación se presentará una serie de “fenómenos” con los que podemos llegar a encontrarnos en la pantalla del radar y los que al no conocer su origen nos puede dificultar discriminar de una buena observación.

4.3.1 Ecos Falsos

Ocasionalmente aparecen en la imagen ecos en posiciones donde no hay ningún blanco. Pueden ser reconocidos si se entiende la razón de su aparición. Se describen a continuación los casos típicos.

Ecos Múltiples

Pueden aparecer ecos múltiples cuando se reciben reflexiones de un blanco sólido, como un barco grande. A veces, puede ser observado un segundo, tercero o más ecos, a distancia doble, triple y otros múltiplos de la distancia real al blanco. Estas reflexiones múltiples pueden

ser reducidas, y a menudo eliminadas, disminuyendo la ganancia (sensibilidad) o ajustando el control A/C SEA.

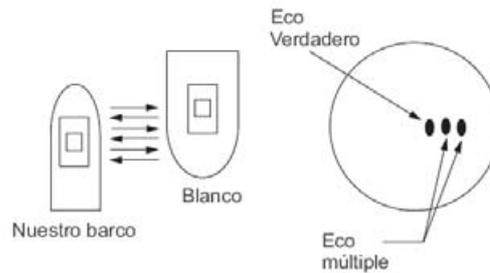


Figura 55. Ecos Múltiples

Ecos de los Lóbulos Laterales

Parte de la energía transmitida por el radar escapa por los lados del haz principal formando los llamados “lóbulos laterales”.

Si un blanco es alcanzado por el haz principal y por los lóbulos laterales, en la imagen aparecen a los lados del eco correspondiente al haz principal, y a la misma distancia, los ecos correspondientes a los lóbulos laterales. Esto ocurre, normalmente, a distancias cortas y con blancos que generan ecos fuertes. Estos ecos falsos pueden ser eliminados mediante un cuidadoso ajuste de la ganancia o del control A/C SEA.

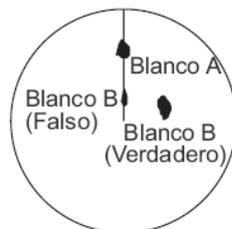


Figura 56. Eco debido a los lóbulos laterales

Ecos de Segundo Barrido

Son aquellos recibidos desde una distancia real mayor, que la escala que se está empleando. Si se recibe el eco de un blanco lejano después que se ha transmitido el pulso siguiente, el eco aparece en la pantalla, en la demarcación correcta, pero no en la distancia verdadera.

Este tipo de eco es poco corriente, salvo en condiciones atmosféricas anormales o cuando se hace presente la súper refracción. Se les puede identificar debido a que cambian de posición

cuando se cambia la Frecuencia de Repetición de Pulso (FRP). Su forma es distorsionada y sus movimientos son erráticos en el Plotting.

En la figura se tiene:

- Eco de segundo barrido en escala de 12 millas.
- Ubicación del eco de segundo barrido después de cambiar FRP.

Tal como se muestra, se ha detectado un eco en la demarcación 090° y Distancia 7,5 Millas. Al cambiar la FRP de 2000 a 1800 pulsos por segundo, el mismo blanco aparece a 090° y 4,0 Millas.

El cambio de posición del eco indica que es un eco de segundo barrido. La distancia real al blanco es la indicada en la Pantalla del Radar, más la mitad de la distancia.

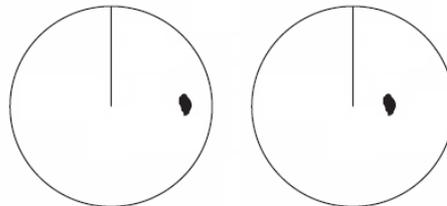


Figura 57. Eco de Segundo Barrido

4.3.2 Imagen Virtual

Un blanco relativamente grande y cercano al barco puede aparecer en la imagen en dos posiciones distintas. Una de ellas es el eco real procedente de la reflexión directa en el blanco; la otra, es un eco falso producido por el efecto de espejo de algún objeto cercano o en el propio barco. Esto podría ocurrir, por ejemplo, navegando cerca de un puente metálico.

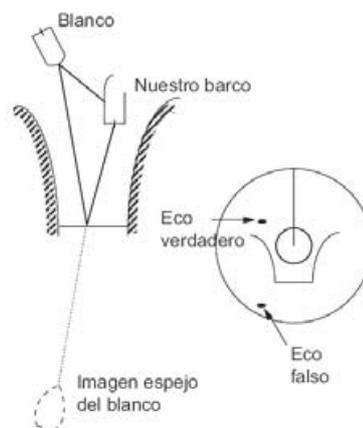


Figura 58. Imagen Virtual

4.3.3 Sectores de Sombra

Las chimeneas, mástiles, grúas, etc. pueden bloquear el haz de la antena del radar. Si el ángulo subtendido en la antena por estas obstrucciones es mayor de algunos grados, se producen sectores ciegos para el radar, dentro de los cuales no puede detectar blancos.

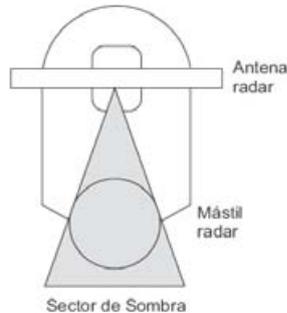


Figura 59. Sectores de Sombra

4.3.4 Interferencia de Radar a Radar

Los Receptores de radar están sintonizados para la frecuencia de su propio transmisor, pero reciben también señales cuya frecuencia está dentro de los límites próximos. Estas señales aparecen en la pantalla en forma de puntos y rayas formando figuras irregulares. Este fenómeno ya se ha explicado anteriormente por lo que no se entrará en mayores detalles.

4.3.5 Sectorización

Pueden aparecer en la pantalla sectores oscuros y claros en forma alternada, siendo este fenómeno una indicación de que el Control Automático de Frecuencia está desajustado.

4.3.6 Anillos de Distancia Segmentados

Su aparición indica falta de mantenimiento.

4.3.7 Distorsión en la Presentación PPI

Puede suceder que después que el equipo ha sido conectado, el cuadro que presenta la pantalla no se expande lo suficiente como para cubrirlo totalmente debido a electricidad estática dentro del TRC (Tubo de rayos catódicos). Generalmente el efecto de esta electricidad estática no dura más que algunos minutos.

4.3.8 Efecto de Reloj de Arena

Aparece como una contracción o expansión del cuadro cerca del PPI. El efecto expansivo produce un efecto similar al de tener un PPI con centro expandido. Su causa puede deberse a una línea de base de tiempo no lineal o que el barrido no parte en el indicador al mismo instante que la transmisión del pulso. Se hace más evidente en aguas estrechas o en la cercanía de la costa.

4.3.9 Efecto de Cable Suspendido

El eco de un cable de poder aparece en el PPI como un solo eco, pero a ángulo recto con la dirección real del cable. Si el fenómeno no se le reconoce oportunamente puede confundirse con un buque que mantiene su demarcación. Si se toma alguna medida para evitar la colisión se observará que el eco mantiene siempre la demarcación y que se mueve hacia el mismo lado del canal que el buque propio. Este fenómeno se observa muy bien en el cable de poder que atraviesa el estrecho de Messina.

4.3.10 Ayudas a la Navegación por Radar

Varias son las ayudas que se han desarrollado con el fin de facilitar a los navegantes la tarea de identificar blancos para el radar, como también para aumentar la intensidad de los ecos recibidos desde objetos, que de otra manera constituirían malos blancos de radar. Atendiendo a las funciones que estas ayudas desempeñan es que se le ha clasificado en:

- a. Reflectores de Radar
- b. Balizas de Radar

4.3.10.1 Reflectores de Radar

Blancos pequeños, tales como boyas, botes de madera o balizas de señalización marítima proporcionan generalmente ecos débiles en el radar, debido ya sea a su forma poco apropiada o a que el material del cual están construidas no proporciona una buena reflexión, como también a que se pierden en el retorno de mar.

Una forma de mejorar las deficiencias anotadas, es colocar un reflector de radar en el blanco. Este consiste, normalmente, de tres placas metálicas perpendiculares entre sí, y montadas en forma tan que su eje de simetría sea horizontal, tal como se muestra a continuación.

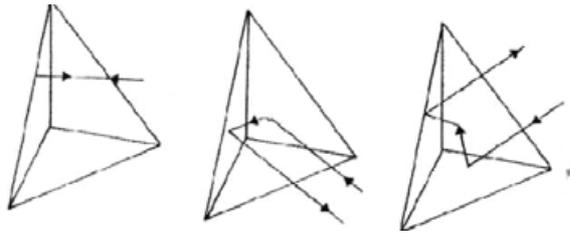


Figura 60. Reflectores Angulares

(Fuente: Manual de Navegación Volumen II. I.H.A Pub.3031)

Un haz de radar que incida en el reflector desde una gran cantidad de ángulos de incidencia, será reflejado casi directamente y prácticamente sin ninguna pérdida o dispersión. En esta forma un grupo de estos reflectores montados juntos pueden disponerse de manera que vuelvan un eco fuerte en la dirección de la cual llega el haz.

La distancia de detección de una boya equipada con uno de estos reflectores puede ser aumentada desde 2 hasta 5 ó 6 millas, y como se ha aumentado la intensidad de su eco, la boya puede ser observada mucho más nítidamente a distancias cortas a pesar del retorno del mar, suponiendo que la ganancia de barrido haya sido correctamente ajustada. Un reflector de radar montado en el tope de un pesquero de madera sería más efectivo, debido a la altura que se le ha colocado.

Cuando se emplea en boyas, el reflector tiene una superficie muy grande expuesta al viento y es posible que sea dañado por los malos tiempos.

Estas desventajas pueden obviarse construyendo boyas de características especiales, como las que se muestran a continuación.

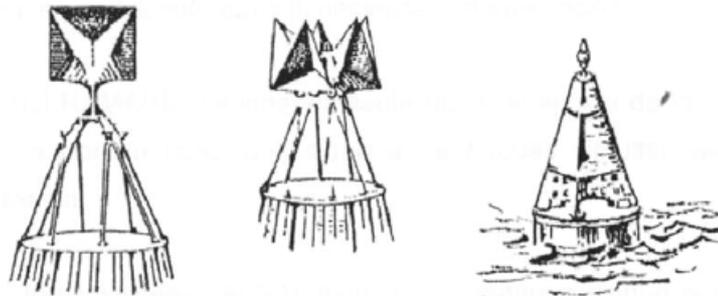


Figura 61. Boyas de Características Especiales

(Fuente: Manual de Navegación Volumen II. I.H.A Pub.3031)

La boya misma aunque retiene sus características esenciales se transforma en una especie de reflector.

4.3.10.2 Balizas de Radar

Puede suceder en muchas ocasiones que algún elemento importante de balizamiento (baliza o boya) a pesar de que pueda proporcionar una fuerte respuesta de radar, su identificación sea difícil debido a que puede aparecer confundida con ecos de tierra o de otros blancos cercanos. Los dispositivos más conocidos en la actualidad que desempeñan la función descrita son el RAMARK y el RACON.

a) EI RAMARK

En esencia es un emisor de UHF¹⁰ que va montado en la baliza cuya situación se desea que destaque en la pantalla del radar. Su emisión es omnidireccional, en forma permanente y barriendo un ancho de banda que cubre las frecuencias de trabajo tanto de los radares comerciales como de los navales de rebusca de superficie. Para su funcionamiento no necesita ser activado por el radar del buque.

Las señales del RAMARK son recibidas cuando la antena de radar propio apunta hacia la baliza; aparecen en la pantalla como una línea segmentada no continua, de 2° de ancho y que se extiende desde el centro de la circunferencia del PPI en la demarcación del RAMARK. Esta línea por lo tanto, destella en cada revolución de la antena del radar.

La línea segmentada de demarcación del RAMARK normalmente está “codificada”, es decir se haya compuesta por distintas combinaciones de puntos y rayas que permiten una identificación positiva cuando haya más de un RAMARK en los alrededores. Como una medida extra de identificación se emplea en ciertas oportunidades la codificación en el tiempo, en forma similar a la que se emplea en faros.

A menos que el eco del RAMARK (o del faro u otra estructura en la cual esté situado) sea visible en la pantalla, no podrá obtenerse ni distancia ni demarcación.

La transmisión del RAMARK, es independiente de la recepción de las señales del radar y puede ser empleada por un número cualquiera de buques simultáneamente, sin temor a saturación o interferencia.

Para recibir las transmisiones del RAMARK, no se requiere ningún equipo auxiliar que no sea el propio radar del buque. Las publicaciones náuticas al referirse a este tipo de dispositivo dan la distancia a la cual puede esperarse obtener ecos de un RAMARK. En la práctica puede decirse que depende del alcance del radar del buque y de la altura de la antena del RAMARK.

¹⁰ Ultra High Frequency; Ultra Alta Frecuencia. Frecuencia que varía entre los 300 – 3000 MHz y que ha sido explicada anteriormente en esta tesis.

b) EI RACON

Es el nombre que se le da a una baliza transceptora de radar que emite una señal característica al ser activada por el radar del buque. La señal puede emitirse en la misma frecuencia del radar activador, en cuyo caso se sobrepone automáticamente en la presentación del radar, o puede ser emitida en una frecuencia separada, en cuyo caso el destello del RACON (como se llama a veces) puede aislarse, excluyendo todos los ecos normales y sintonizados al receptor, a la frecuencia de la respuesta. Los únicos RACON en servicio en la actualidad son los de respuesta en la misma frecuencia, es decir, transmiten en una de las bandas de radares marinos, de manera que sus señales se superpongan automáticamente en la pantalla del buque. Casi todos estos RACONS responden en las emisiones de radar de 3 cm., banda X.

Excepto cuando las publicaciones náuticas indican lo contrario, "el destello del RACON" aparece como una línea o sector estrecho que se extiende radialmente hacia fuera, hacia la circunferencia del PPI y desde un punto un poco más atrás del faro en el cual está instalado. Por consiguiente, la distancia podrá medirse al punto en el cual comienza el destello, pero el número obtenido será algunos pies más que la verdadera distancia al buque, lo que se debe a la pequeña demora en la respuesta del equipo. Lo mismo ocurre cuando la respuesta del RACON es codificada para tener un medio de identificación. En todo caso, en la práctica el alcance de detección depende del alcance de detección del radar del buque, como también del poder y altura del RACON. En los casos del RACON cuya respuesta barra un rango de frecuencias, el número de revoluciones en el cual se puede ver el flash del RACON dependerá de la distancia del buque al RACON, siendo menor cuando la distancia es máxima.

Bajo condiciones anormales de propagación de radio puede recibirse un flash de RACON a distancias considerablemente mayores que las normales, sin importar la escala en que está colocado el radar del buque, y esta respuesta anormal puede aparecer también en una demarcación cualquiera. Por lo tanto, solo deberá confiarse en la respuesta del RACON cuando ésta aparece firme en la pantalla y se está dentro del alcance.

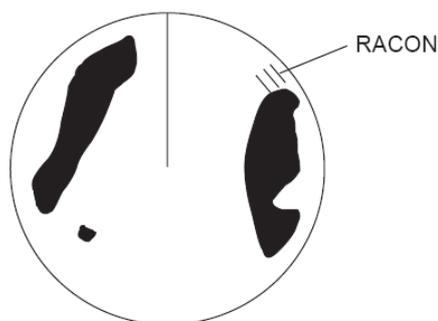


Figura 62. RACON

4.3.10.3 SART (Respondedor de Búsqueda y Rescate)

Un respondedor de Búsqueda y Rescate puede ser activado por cualquier radar de banda X (3 cm.) dentro de una distancia de aproximadamente 8 millas. Cada pulso de radar recibido provoca la transmisión de una respuesta que se desplaza repetitivamente por la banda completa de frecuencias del radar. Primero se efectúa un barrido rápido ($0,4 \mu\text{s}$) de la banda de frecuencias y después comienza un barrido relativamente lento ($7,5 \mu\text{s}$) en sentido inverso hasta la frecuencia inicial. Este proceso se repite doce ciclos completos. En el mismo punto de cada barrido, la frecuencia del SART coincidirá con la frecuencia del radar que lo está interrogando y si el radar está dentro del alcance del SART, en la imagen aparecen las 12 marcas, correspondientes a los 12 barridos lentos de transmisión del SART, espaciadas aproximadamente 0,64 millas.

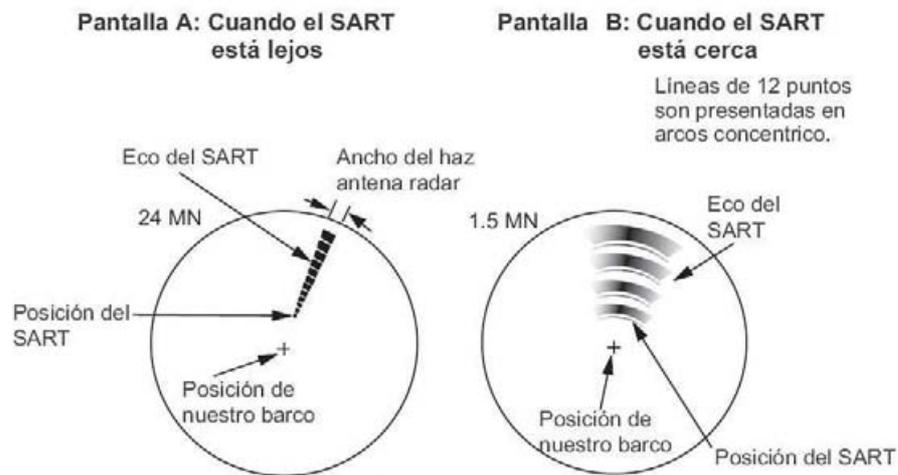


Figura 63. SART

4.4 Conceptos Y Operación ARPA

4.4.1 Controles ARP

Teclado

Se utilizan en la operación ARP las teclas indicadas en la ilustración siguiente.

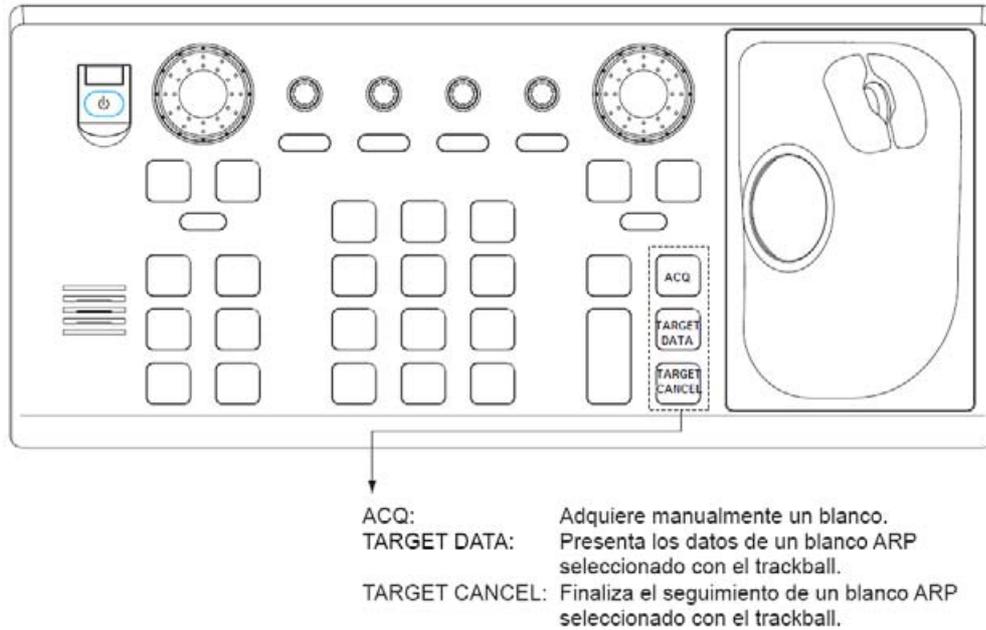


Figura 64. Panel de Control con Teclado Completo y Teclas para uso ARPA

TrackBall

Con el cursor dentro de la presentación radar se accede a las funciones ARP girando la rueda o seleccionando la función requerida en el menú CURSOR.

Girando la rueda se presentan en el cuadro guía las indicaciones siguientes:

TARGET DATA & ACQ:	Adquisición manual de blancos o presentación de datos del blanco ARP seleccionado con el cursor.
TARGET CANCEL:	Cancelación del seguimiento del blanco ARP seleccionado con el cursor.
ACQ:	Adquisición manual de blancos.

4.4.2 Activación, Desactivación ARP

Para poder utilizar la opción ARPA del radar antes que nada se debe activar, para ello se debe:

1. Situar el puntero del TrackBall en el cuadro ARP ACQ MODE situado al lado derecho de la pantalla (aparecerá ARPA al tener la función en uso).



Cuadro ARPA ACQ MODE

2. Seleccionar “OFF”, “MAN” o “AUTO”, según proceda, pulsando el botón izquierdo.

4.4.3 Entrada de la Velocidad del Barco

El ARP requiere información de la velocidad y rumbo del barco. El valor de la velocidad puede ser STW, BT, SOG o con referencia a ecos (máximo 3 blancos estacionarios).

Velocidad con referencia a ecos

Se recomienda el uso de esta modalidad cuando:

- No se dispone de información de corredera.
- No se dispone de un dispositivo (sonar doppler, corredera, etc.) para medir el abatimiento del barco cuando éste no puede ser despreciado.

Seleccionada la velocidad con referencia a ecos, el ARP calcula la velocidad del barco relativa a un blanco de referencia fijo; pueden ser utilizados 1, 2 ó 3 blancos. Estos aparecen como blancos en seguimiento dentro de un pequeño círculo cada uno. Cuando se usa más de un blanco se utiliza el valor medio. Para realizar esto debemos:

1. Con el cursor dentro de la presentación radar, se debe girar la rueda para presentar “REF MARK / EXIT” en el cuadro guía.
2. Se seleccionará un pequeño blanco fijo o un punto prominente situado entre 0,2 y 24 millas del barco.
3. Con el TrackBall, se situará el cursor (+) en el blanco elegido en el paso anterior.
4. Se pulsa el botón izquierdo para inscribir la marca de referencia. Esta marca también puede ser inscrita pulsando en el teclado la tecla **[ENTER MARK]**.

La marca de referencia (ver la ilustración siguiente) aparece en la posición del cursor y la etiqueta de datos de posición del barco propio cambia de “LOG”, “NAV” o “MANUAL” a “REF”. Nótese que la presentación de la nueva velocidad tarda aproximadamente un minuto (60 exploraciones). Si el seguimiento del blanco de referencia falla, éste es señalado con la marca de blanco perdido (rombo).



Blanco de Referencia

5. Se deben repetir los pasos 2 – 4 para inscribir otras marcas de referencia (máximo 3).

Notas

- Cuando el blanco de referencia se pierde o sale de la distancia de adquisición, su marca parpadea y la lectura de velocidad pasa a “**.*”. En este caso, se debe seleccionar otro blanco.
- Cuando todos los blancos son eliminados, la marca de blanco de referencia desaparece y la velocidad no es válida. La velocidad se presenta en KTB_T, donde BT significa Seguimiento del Fondo (velocidad respecto al fondo).
- El vector de blanco de referencia puede ser presentado vía el menú ARP TARGET, REF TARGET VECTOR.

4.4.4 Adquisición Automática

Actualmente, los radares ARPA pueden, por lo general, adquirir un máximo de 100 blancos; y el número de blancos adquiridos automáticamente o manualmente se determina en el menú ARP TARGET, según la tabla siguiente.

Selección en ARP TGT	Adquisición automática, manual
MANUAL 100	100 blancos manualmente
AUTO 25	25 blancos automáticamente, 75 blancos manualmente
AUTO 50	50 blancos automáticamente, 50 blancos manualmente
AUTO 75	75 blancos automáticamente, 25 blancos manualmente
AUTO 100	100 blancos automáticamente

Un blanco adquirido automáticamente es marcado con un cuadrado de trazos y aparece el vector representativo de su tendencia de movimiento dentro de las 20 exploraciones siguientes. Dentro de 60 exploraciones termina la etapa de seguimiento inicial para comenzar la de seguimiento estable; el símbolo de cuadrado de trazos se cambia a círculo. Los blancos adquiridos manualmente se distinguen de los adquiridos automáticamente en que los símbolos correspondientes a los primeros son más gruesos.

4.4.4.1 Habilitación de la adquisición automática

1. Para habilitar la adquisición automática se debe situar el puntero del TrackBall en el cuadro ARP ACQ MODE situado al lado derecho de la pantalla y pulsar el botón derecho para abrir el menú ARP TARGET.

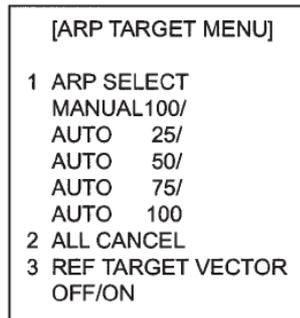


Figura 65. Menú ARP TARGET

2. Se selecciona "1 ARP SELECT" girando la rueda y pulsándola o utilizando el botón izquierdo.
3. Se selecciona la condición de adquisición, según la tabla anterior, girando la rueda y pulsándola o haciendo uso del botón izquierdo.
4. Para cerrar el Menú se presiona el botón derecho.

Nota 1: El cuadro ARP ACQ MODE muestra AUTO o AUTO MAN dependiendo de lo seleccionado en el paso 3.

Nota 2: Cuando el número de blancos adquiridos automáticamente alcanza el establecido en el paso 3, aparece el aviso "TARGET FULL (AUTO)".

4.4.4.2 Finalización del seguimiento de blancos

Cuando el ARP ha adquirido automáticamente el número de blancos límite (según lo establecido anteriormente), aparece al lado derecho de la pantalla el aviso "TARGET FULL (AUTO)" y no es posible la adquisición de más blancos a menos que se pierda alguno; si esto ocurre, se debe cancelar el seguimiento de blancos poco importantes o proceder a la adquisición manual.

4.4.4.3 Cancelación de blancos individualmente

Para cancelar blancos individualmente se procederá como se indica a continuación:

Con el teclado

1. Con el TrackBall, situar el cursor (+) en el blanco a cancelar.
2. Pulsar la tecla [TARGET CANCEL].

Con el TrackBall

1. Con el cursor dentro de la presentación radar, se debe girar la rueda para presentar "TARGET CANCEL / EXIT" en el cuadro guía.
2. Con el "TrackBall", situar el cursor (+) en el blanco a cancelar.
3. Pulsar la rueda o el botón izquierdo.
4. Pulsar el botón derecho para acabar.

4.4.4.4 Cancelación de todos los blancos

1. Situar el puntero del TrackBall en el cuadro ARP ACQ MODE situado al lado derecho de la pantalla y pulsar el botón derecho.

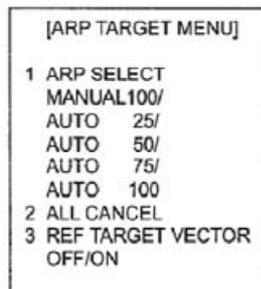


Figura 66. Menú ARP TARGET

2. Seleccionar "2 ALL CANCEL" girando la rueda.
3. Pulsar la rueda o el botón izquierdo para confirmar.

4.4.5 Adquisición Manual

El número de blancos que pueden ser adquiridos manualmente, como se ha establecido en el menú ARP TARGET, es de un máximo de 100.

4.4.5.1 Condiciones de adquisición manual

1. Se debe situar el puntero del TrackBall en el cuadro ARP ACQ MODE ubicado al lado derecho de la pantalla y pulsar el botón derecho para abrir el menú ARP TARGET como se muestra a continuación.

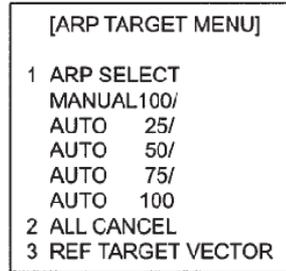


Figura 67. Menú ARP TARGET

2. Se selecciona “1 ARP SELECT” girando la rueda y pulsándola.
3. Se seleccionará la condición de adquisición girando la rueda y pulsándola o utilizando el botón izquierdo.
4. Para cerrar el Menú se debe presionar el botón derecho.

4.4.5.2 Adquisición manual de un blanco

Con el teclado

1. Con el TrackBall, situar el cursor (+) en el blanco a adquirir.
2. Pulsar la tecla **[ACQ]**.

Con el TrackBall

1. Con el cursor dentro de la presentación radar, se gira la rueda para presentar “TARGET DATA & ACQ” o “ACQ” en el cuadro guía.
2. Con el TrackBall, situar el cursor (+) en el blanco a adquirir.
3. Pulsar el botón izquierdo.

El blanco adquirido es marcado con un cuadrado de trazos y aparece el vector representativo de su tendencia de movimiento al cabo de 1 minuto. Si el blanco se detecta efectivamente durante 3 minutos, el símbolo de cuadrado de trazos se cambia a círculo. Si la adquisición falla, el símbolo del blanco parpadea y desaparece en breve.

Símbolo ARP	Significado
	Símbolo que aparece inmediatamente después de la adquisición.
	Símbolo que aparece dentro de las 20 rotaciones de antena posteriores a la adquisición; presenta un vector representativo de la tendencia de movimiento del blanco.
	Símbolo que aparece dentro de las 60 rotaciones de antena posteriores a la adquisición; indica seguimiento estable.

Nota 1: El blanco a ser adquirido debe estar entre 0,2 y 32 millas del barco y no enmascarado por perturbación de mar o de lluvia.

Nota 2: Cuando se alcanza la capacidad de adquisición manual aparece en el fondo de la presentación el aviso “TARGET – FULL (MAN)”. Si se quiere adquirir otros blancos será necesario cancelar el seguimiento de alguno de los no importantes.

4.4.6 Símbolos ARP, Atributos

Símbolos ARP

	Símbolo	Estado	Notas
Blancos adquiridos automáticamente		Etapa Inicial	Indica blanco adquirido en fase inicial de seguimiento.
			Entre 20 y 60 exploraciones después de la adquisición (vector todavía no fiable).
		Seguimiento Estable	Indica seguimiento estable (60 exploraciones después de la adquisición).
	 (Intermitente)	Alarma CPA	Indica la predicción de que el blanco rebasará los límites CPA/TCPA establecidos.
		Alarma CPA Atendida	Cesa la intermitencia del símbolo.
	 (Intermitente)	Blanco Perdido	Indica la pérdida del seguimiento del blanco.
Blancos adquiridos manualmente		Etapa inicial	Indica blanco adquirido en fase inicial de seguimiento.
			Entre 20 y 60 exploraciones después de la adquisición (vector no fiable).
		Seguimiento estable	Indica seguimiento estable (60 exploraciones después de la adquisición).
	 (Intermitente)	Alarma CPA	Indica la predicción de que el blanco rebasará los límites CPA/TCPA establecidos.
		Alarma CPA atendida	Cesa la intermitencia del símbolo.
	 (Intermitente)	Blanco perdido	Indica la pérdida del seguimiento del blanco.
Zona de guardia	 (Intermitente)	Blanco en zona de guardia	El blanco dentro de la zona de alarma es indicado por un triángulo invertido intermitente.

Blanco seleccionado para lectura de datos			Se presentan los datos (distancia, demora, rumbo, velocidad, CPA, TCPA) del blanco seleccionado.
Blanco de referencia	 En 60 explorac. cambia a 		Indica el blanco de referencia para el cálculo de la velocidad con relación a ecos.

Otros Símbolos ARP

	Símbolo	Estado	Notas
Ensayo de Maniobra	T (Intermitente)	Centro de la Pantalla	Aparece durante la ejecución de un ensayo de maniobra.
Prueba de Rendimiento	XX (Intermitente)	Centro de la Pantalla	Aparece durante la prueba de rendimiento.

4.4.7 Presentación de Datos de Blanco

El modo ARP proporciona las funcionalidades de la presentación de distancia, demora, rumbo, velocidad y CPA/TCPA de todos los blancos ploteados.

En los modos de proa arriba y proa arriba demora verdadera, la demora, rumbo y velocidad del blanco que aparecen en el campo de datos del blanco, arriba a la derecha, son verdaderas (sufijo "T") o relativas (sufijo "R") con respecto al barco propio según la configuración verdadera/relativa del vector. En los modos de norte arriba, rumbo arriba y movimiento verdadero, la demora y rumbo del blanco son siempre verdaderos y la velocidad es respecto a tierra.

4.4.7.1 Presentación individual

Mediante el teclado

Se debe situar el cursor en el blanco ARP del que se quiere obtener datos y pulsar la tecla **[TARGET DATA]**. El símbolo del blanco cambia a cuadrado. Para borrar los datos del cuadro de datos, se debe pulsar la tecla otra vez.

Mediante el TrackBall

1. Con el cursor dentro de la presentación radar, se gira la rueda para presentar en el cuadro guía "TARGET DATA & ACQ / CURSOR MENU".

2. Se sitúa el cursor en el blanco ARP del que se quiere obtener datos y se pulsa el botón izquierdo.
3. Para borrar los datos del cuadro de datos, se selecciona el blanco en la presentación radar y se pulsa el botón izquierdo.

Los datos del blanco presentados son los siguientes:

RNG/BRG (Distancia/Demora) : Distancia y demora desde el barco propio al blanco seleccionado, con sufijo "T" (verdadero) o "R" (relativo).

CSE/SPD (Rumbo/Velocidad) : Rumbo y velocidad para el blanco seleccionado, con sufijo "T" (verdadero) o "R" (relativo).

CPA/TCPA : CPA (Punto de Aproximación Máxima) es la menor distancia a la que se acercará el blanco al barco propio. TCPA es el tiempo al CPA. Ambos, CPA y TCPA, se calculan automáticamente. Si el CPA calculado indica que el blanco se aleja del barco, el TCPA se indica con signo -. El TCPA se cuenta hasta 99,9 minutos; si es mayor se indica como TCPA > 99.9 MIN.

BRC/BCT : BRC es la mínima distancia a la que pasará el blanco seleccionado por la proa del barco propio. BCT es el tiempo calculado para el BRC.

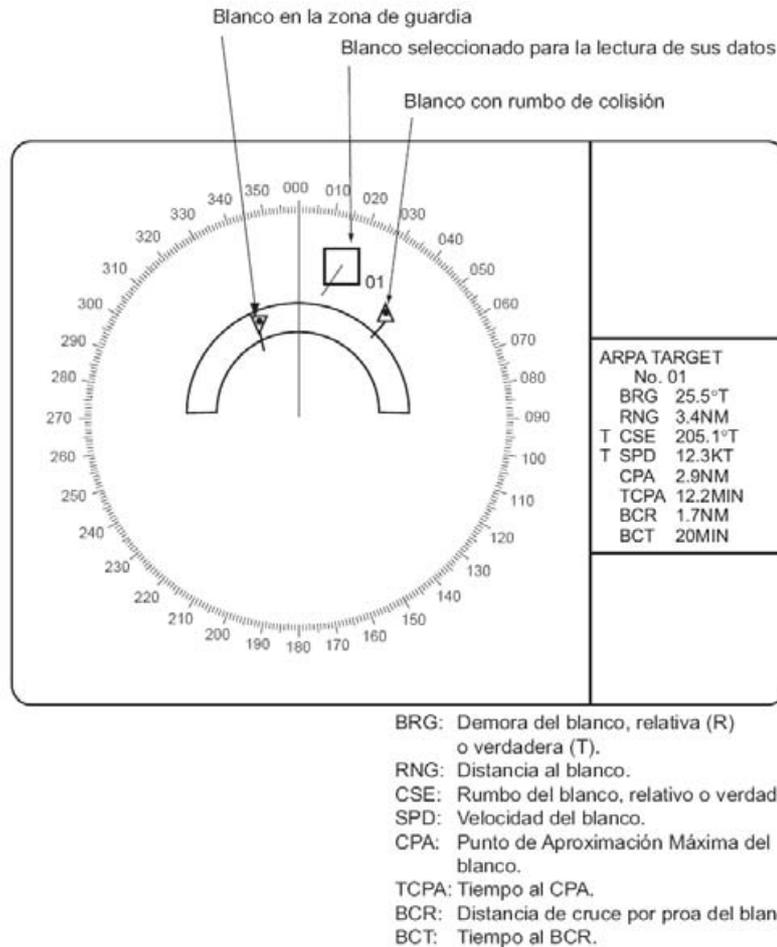


Figura 68. Presentación del Blanco ARP

En cada cuadro de datos se puede presentar datos de dos blancos; así, es posible presentar datos de hasta 6 blancos.

4.4.8 Lista de blancos

La lista de blancos proporciona datos de todos los blancos ARP en seguimiento.

4.4.8.1 Presentación de la lista de blancos

1. Para presentar la lista de blancos se debe situar el puntero del TrackBall en el cuadro TARGET LIST situado al lado derecho de la pantalla.



Cuadro TARGET LIST

- Se pulsa el botón izquierdo para presentar la lista de blancos. El signo ">" en el TCPA significa que éste es mayor de 99:59.

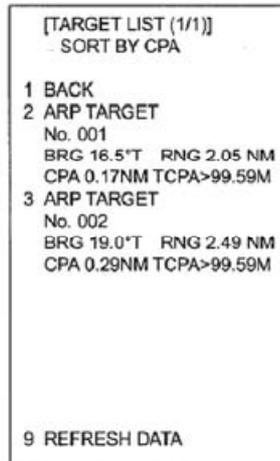


Figura 69. Lista de Blancos

- Quando hay más de tres blancos en la lista se desplaza seleccionando "0 NEXT" y pulsando la rueda o el botón izquierdo.

Nota: Para actualizar los datos, se debe seleccionar "9 REFRESH DATA" y pulsar la rueda. Cuando se cambia el ordenamiento de la lista la actualización es automática.

- Al pulsar el botón derecho se cierra la lista.

4.4.8.2 Ordenamiento de la lista de blancos

La lista de blancos puede ser ordenada atendiendo al CPA, TCPA, BCR, BCT, distancia o velocidad.

- Se sitúa el puntero del TrackBall en el cuadro TARGET LIST situado al lado derecho de la pantalla.
- Se debe pulsar el botón derecho para abrir el menú TARGET LIST.

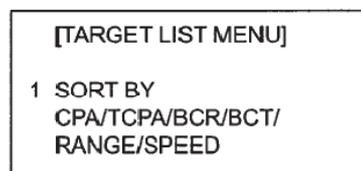


Figura 70. Menú TARGET LIST

- Se ha de seleccionar "1 SORT BY" girando la rueda y pulsándola o presionando el botón izquierdo.
- Se seleccionar el criterio de ordenamiento de la lista girando la rueda y pulsándola o presionando el botón izquierdo.

- Pulsar el botón derecho para cerrar el menú.

4.4.8 Modos de Vector

Los vectores de los blancos pueden ser presentados con relación a la proa del barco propio (relativos) o al Norte (verdaderos).

Descripción de los vectores

4.4.8.1 Estabilización de Tierra y Estabilización de Mar

Los vectores de los blancos pueden ser estabilizados con respecto a tierra o al mar.

La estabilización de mar es un modo en el que todos los blancos y el propio barco son referenciados a las entradas de rumbo de giro y de velocidad con respecto al agua en el modo de movimiento verdadero. La estabilización de tierra es un modo en el que todos los blancos y el propio barco son referenciados al seguimiento de fondo o a la entrada de información de deriva. Si la precisión no es satisfactoria, se debe establecer las correcciones de deriva.

4.4.8.2 Vector verdadero

En el modo de movimiento verdadero, los blancos fijos, los barcos fondeados y las marcas de navegación permanecen estacionarios en la imagen con vector de longitud cero; pero, si hay viento y/o corriente, los blancos fijos aparecen con vectores que son la recíproca del abatimiento y deriva que afecta al barco propio, a menos que se establezcan las correcciones correspondientes.

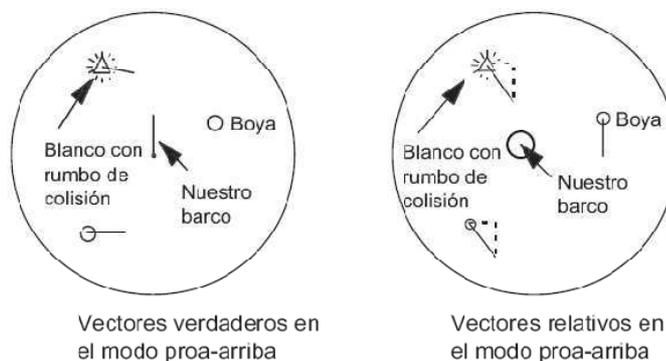


Figura 71. Vectores Verdaderos y Relativos

4.4.8.3 Vector relativo

Vectores relativos en blancos que no se mueven con respecto a tierra representan la recíproca de la derrota sobre tierra del barco propio. Si la prolongación del vector de un blanco

pasa por el barco propio, este blanco está en rumbo de colisión. (Las líneas de puntos de la figura son sólo aclaratorias.)

4.4.8.4 Longitud de los vectores

Los vectores pueden ser presentados en movimiento relativo o verdadero. El tiempo de vector (longitud) puede ser establecido en 30 s, 1, 2, 3, 6, 12, 15 ó 30 minutos. Para establecerlo se debe:

Con el teclado

1. Pulsar la tecla **[VECTOR MODE]** consecutivamente para seleccionar el modo de vector relativo o verdadero (hay que tener en cuenta que esta selección afecta también a la presentación de posiciones pasadas).
2. Pulsar la tecla **[VECTOR TIME]** consecutivamente para seleccionar el tiempo de vector.

Con el TrackBall

1. Con el TrackBall se debe seleccionar el cuadro VECTOR TRUE o VECTOR REL (el presente) situado al lado derecho de la pantalla.

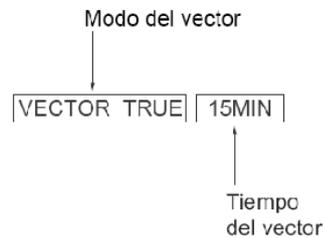


Figura 72. Cuadros ARP VECTOR

2. Pulsar el botón izquierdo para presentar VECTOR TRUE o VECTOR REL, según se requiera (nótese que esta selección afecta también a la presentación de posiciones pasadas).
3. Se debe seleccionar con el TrackBall el cuadro del tiempo de vector.
4. Se elige el tiempo de vector pulsando el botón izquierdo.

La punta del vector representa la posición estimada del blanco después de transcurrido el tiempo seleccionado para el vector. Es útil prolongar la longitud del vector al objeto de estimar el riesgo de colisión con un blanco.

4.4.9 Presentación de Posiciones Pasadas

El ARP presenta puntos, igualmente espaciados en tiempo, marcando las posiciones pasadas de cualquier blanco en seguimiento. Un nuevo punto es añadido cada minuto (o según el intervalo de tiempo establecido) hasta alcanzar el número establecido. Si un blanco cambia de velocidad, el espaciado no será regular; si cambia de rumbo, su derrota no será una línea recta.

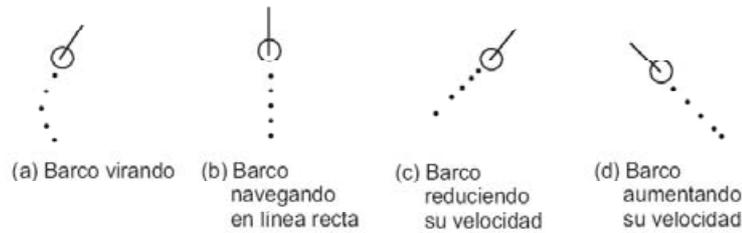


Figura 73. Presentación de Posiciones Pasadas

Presentación, intervalo, borrado

1. Se partirá situando el puntero del TrackBall en el cuadro PAST POSN ubicado al lado derecho de la pantalla.

PAST POSN REL

Cuadro PAST POSN

2. Se selecciona el intervalo de ploteo pulsando el botón izquierdo entre: OFF, 30 segundos, 1, 2, 3 o 6 minutos. OFF desactiva la presentación de las posiciones pasadas.

4.4.10 Deriva

La dirección (Set) y velocidad (Drift) de la corriente de agua pueden ser entradas manualmente en pasos de $0,1^\circ$ y de $0,1$ nudos, respectivamente.

Estas correcciones (Set y Drift) mejoran la precisión de los vectores y datos de los blancos. Estos valores se aplican automáticamente a todos los blancos. Si los blancos estacionarios presentan vectores, los valores "Set" y "Drift" deben ser ajustados hasta que estos vectores desaparezcan.

Para entrar los valores Set y Drift se debe proceder como sigue:

1. Se sitúa el puntero del TrackBall en el cuadro SPD y se pulsa el botón derecho.

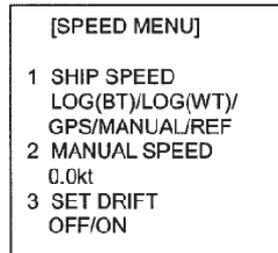


Figura 74. Menú SPEED

2. Se selecciona "3 SET DRIFT" girando la rueda y pulsándola o utilizando el botón izquierdo.
3. Se selecciona "ON" girando la rueda y se pulsa ésta o el botón izquierdo.
4. Se pulsa el botón derecho para cerrar el menú. Los cuadros SET y DRIFT aparecen en la parte superior derecha de la pantalla.
5. Se sitúa el puntero del TrackBall en el cuadro SET.

SET 66.8°T

Cuadro SET

6. Se establece el valor (000.0 – 359.9 (°)) SET (dirección de la corriente) girando la rueda y pulsándola.
7. Se sitúa el puntero del TrackBall en el cuadro DRIFT.

DRIFT 7.2kt

Cuadro DRIFT

8. Se establece el valor (00.0 – 19.9 (Nudos ó kt)) DRIFT (velocidad de la corriente) girando la rueda y pulsándola.

Nota 1: SET Y DRIFT están disponibles cuando se usa una corredera con seguimiento respecto al agua. La fuente de la velocidad se muestra como WTC.

Nota 2: Los valores Set y Drift deben ser comprobados periódicamente.

4.4.11 Alarma CPA/TCPA

El ARP monitoriza constantemente el CPA (Punto de Aproximación Máxima) y TCPA (tiempo para el CPA) de cada blanco en seguimiento.

Cuando el CPA y el TCPA calculados para un blanco son menores que los límites establecidos, el ARP activa la alarma sonora y presenta en la pantalla el aviso COLLISION (Colisión); además el símbolo del blanco cambia a un triángulo que parpadea junto con el vector.

Usada correctamente, esta función ayuda a la prevención de abordajes alertando al observador en relación con los blancos con riesgo de colisión. Es importante que los controles del radar, especialmente GAIN, A/C SEA y A/C RAIN, estén bien ajustados.

Los límites para la alarma CPA/TCPA deben ser establecidos adecuadamente teniendo en cuenta el tamaño, tonelaje, velocidad y características de gobierno del barco.

Nota: El punto de referencia para el cálculo del CPA/TCPA puede ser la posición de la antena o la posición de gobierno.

Límites CPA/TCPA

Se establecen los valores de alarma CPA/TCPA como sigue:

1. Se sitúa el puntero del "TrackBall" en el cuadro CPA LIMIT. Si sólo aparece "CPA LIMIT OFF" se debe pulsar el botón izquierdo para presentar los cuadros CPA y TCPA.

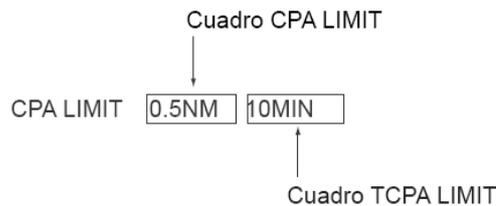


Figura 75. Cuadro CPA LIMIT y TCPA LIMIT

2. Se establece el valor CPA pulsando el botón izquierdo o con la rueda y pulsándola.
Botón izquierdo: 0,5; 1; 1,5; 2; 3; 4, 5, 6 (millas).
Rueda: 0,5 – 20 (millas), 0 – 10 (millas), en pasos de 1 milla; después en pasos de 0,5 millas.
3. Se sitúa el puntero del TrackBall en el cuadro TCPA.
4. Para establecer el valor TCPA se presiona el botón izquierdo o con la rueda, pulsándola.
Botón izquierdo: 1; 2; 3; 4, 5, 6; 12; 15 (minutos).
Rueda: 1 – 60 (minutos), en pasos de 1 minuto.

Reconocimiento de la alarma CPA/TCPA

Para atender y silenciar la alarma sonora CPA/TCPA, se debe pulsar la tecla **[ALARM ACK]** en el teclado o seleccionar el cuadro ALARM ACK con el TrackBall y pulsar el botón izquierdo.

La palabra COLLISION (Colisión), el símbolo triangular y el vector intermitentes permanecen en la pantalla hasta que la situación de riesgo cesa o, intencionadamente, se cancela el seguimiento del blanco implicado.

4.4.12 Zona de Guardia

Cuando un blanco transita la zona de guardia establecida por el observador, suena la alarma y en el fondo de la pantalla aparece en rojo la indicación "GUARD". El blanco causante de la alarma aparece claramente señalado por un triángulo invertido intermitente. La zona de guardia también funciona como un área de adquisición automática cuando la función está activa; los blancos que entren en esta zona son adquiridos automáticamente.

4.4.12.1 Activación de la zona de guardia

Pueden ser activadas dos zonas de guardia. La N° 1, entre 3 y 6 millas, y la N° 2 que puede ser establecida en cualquier lugar si la N° 1 ya está en uso. Las líneas de las zonas de guardia ARP suelen ser trazos de otro color (azul por lo general) para diferenciarlas de la zona de alarma de radar.

1. Para activar la zona de guardia se sitúa el puntero del TrackBall en uno de los cuadros GZ (GUARD ZONE) al lado derecho de la pantalla.

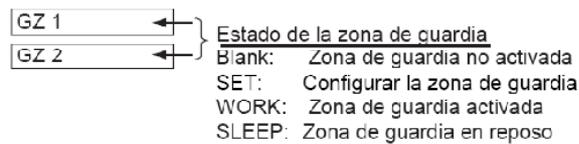


Figura 76. Cuadros de la Zona de Guardia

2. Se debe pulsar el botón izquierdo. El cuadro GZ presentará "GZx SET".
3. Con el TrackBall, se sitúa el cursor en el punto A y se pulsa el botón izquierdo.
4. Con el TrackBall, se sitúa el cursor en el punto B y se pulsa el botón izquierdo. El cuadro GZ presenta ahora el mensaje "GZx WORK".



Figura 77. Zona de Guardia

Si se quiere una zona de guardia poligonal en GZ2, se debe establecer por lo menos tres puntos. Para terminar se presiona el botón derecho. Hay que tener en cuenta que para establecer un GZ2 la indicación de estado debe ser "WORK" o "SLEEP".

Cuando un blanco ARP viola la zona de guardia aparece en rojo la indicación "GUARD". El blanco causante de la alarma aparece claramente señalado por un triángulo invertido.

Nota 1: Si se quiere establecer una zona de guardia de 360° alrededor del barco, se debe situar el punto B aproximadamente en la misma dirección ($\pm 3^\circ$) que el punto A.

Nota 2: Si la escala de distancias es cambiada a menos de la mitad de la zona de guardia el cuadro GZ presenta "GZx OUT"; si en esta condición se pulsa el botón izquierdo la zona de guardia pasa al estado de "reposo" y el cuadro guía presenta "GZ WORK L = DELETE".

Nota 3: Además, pueden ser establecidas otras dos (Nº 1 y Nº 2) zonas de alarma. En total 4 zonas de alarma a la vez. Los símbolos ARP no cambian a triángulos invertidos en las zonas de alarma, sólo en las de guardia.

4.4.12.2 Reposo, desactivación de la zona de guardia

1. Primero se debe situar el puntero del TrackBall en el cuadro GZ correspondiente.
2. Para pasar la zona de guardia al estado de reposo o para desactivarla debemos:

Reposo: Pulsar el botón izquierdo para borrar la zona de la presentación. La indicación del cuadro GZ cambia de "GZx WORK" a "GZx SLEEP". Para reactivar la zona se repite el procedimiento para presentar "GZx WORK".

Desactivación: hay que mantener pulsado el botón izquierdo hasta que el cuadro GZ quede en blanco.

4.4.12.3 Reconocimiento de la alarma de zona de guardia

Se debe pulsar la tecla [ALARM ACK] o seleccionar el cuadro ALARM ACK y presionar el botón izquierdo.

4.4.13 Alertas

Existen seis situaciones principales para las cuales el ARP genera alarmas visuales y sonoras.

- Alarma de Colisión
- Alarma de Zona de Guardia
- Alarma de Blanco Perdido
- Alarma de Adquisición Manual Completa
- Alarma de Adquisición Automática Completa
- Alarma de Fallo del Sistema

4.4.13.1 Alarma de Colisión (CPA/TCPA)

Se genera alarma visual y sonora cuando el CPA y el TCPA calculados para un blanco son menores que los valores límite establecidos. Se debe pulsar la tecla **[ALARM ACK]** o seleccionar el cuadro ALARM ACK y pulsar el botón izquierdo para atender o silenciar la alarma.

4.4.13.2 Alarma de Zona de Guardia

Se genera alarma visual (“GUARDIA”) y sonora cuando un blanco transita la zona de guardia establecida. Para atender y silenciar la alarma sonora, se ha de pulsar la tecla **[ALARM ACK]** o seleccionar el cuadro ALARM ACK y pulsar el botón izquierdo.

4.4.13.3 Alarma de Blanco Perdido

Cuando el sistema detecta la pérdida de un blanco en seguimiento el símbolo del mismo se convierte en un rombo intermitente y en el fondo de la pantalla aparece la indicación “LOST”; al mismo tiempo, suena la alarma durante un segundo. Para atender y silenciar la alarma sonora, se debe pulsar la tecla **[ALARM ACK]** o seleccionar el cuadro ALARM ACK y pulsar el botón izquierdo. La marca de blanco perdido desaparece.

4.4.13.4 Alarma de Adquisición Completa

Cuando la memoria se llena, esta situación es señalada por la indicación “TARGETFULL (AUTO+MAN)” que aparece en pantalla y por un pitido corto.

4.4.13.5 Blancos adquiridos manualmente

Aparece en la pantalla la indicación “TARGET – FULL (MAN)” y suena un pitido corto cuando se alcanza la capacidad de adquisición manual, establecida en el menú.

4.4.13.6 Blancos adquiridos automáticamente

Aparece en la pantalla la indicación “TARGET – FULL (AUTO)” y suena un pitido corto cuando se alcanza la capacidad de adquisición automática, establecida en el menú.

4.4.13.7 Alarma de Fallo del Sistema

Cuando el sistema ARP no recibe señal del radar o de los equipos externos, suena la alarma y en pantalla aparece el aviso “ARP SYSTEM ERROR” (Fallo del Sistema) asociado con una indicación que denota el equipo que falla, según se indica en la tabla siguiente.

Señal Perdida	Indicación
De corredera*	LOG
De rumbo, giroscópica*	GYRO
De disparo de Radar	TRIGGER
De video de Radar	VIDEO
De demora de la antena de Radar*	AZIMUTH
De Proa de la antena de Radar*	HEADLINE

*: Se dispone de alarma con o sin ARP.

4.4.14 Imágenes Sistemas de Radar ARPA

A continuación se muestran algunas fotografías¹¹ tomadas a un equipo de radar ARPA.



Figura 78. Se observa el panel del radar con los controles principales bajo la pantalla; una rueda para mover el cursor y sus botones de manejo. Además se pueden ver los controles para acceder a los menús y configuraciones del equipo. Si bien se observa una disposición diferente a la que he mencionado anteriormente, se debe, a que cada marca existente en el mercado busca las mejores disposiciones ergonómicas para manejar el equipo.

¹¹ La Fuente de las fotografías corresponde a imágenes tomadas por alumnos de la carrera de Ingeniería Naval, de la clase de Navegación I del año 2007 a un radar de marca FURUNO y al radar ARPA del Buque LINGUE N, de marca FURUNO tomadas por el autor de esta tesis.



Figura 79. La imagen de arriba muestra una disposición diferente de pantalla y controles de un radar. El panel de control se encuentra a parte de la pantalla, además de mostrar la zona de agua de color negra y la zona de tierra de color verde. La figura inferior muestra en azul la zona de agua y en amarillo la zona de superficie terrestre. Recordemos que el centro de la pantalla representa nuestra embarcación. Se observa el uso de los VRM y EBL. La imagen inferior muestra un contacto que ha sido ploteado, mostrando sus datos (Velocidad, Demarcación, CPA, TCPA, etc.) en la parte derecha de la pantalla del radar. Nótese que el buque propio, representado por un punto en la pantalla, se encuentra descentrado y se presenta perturbación por olas de mar, lo que se puede corregir con el control A/C Sea.

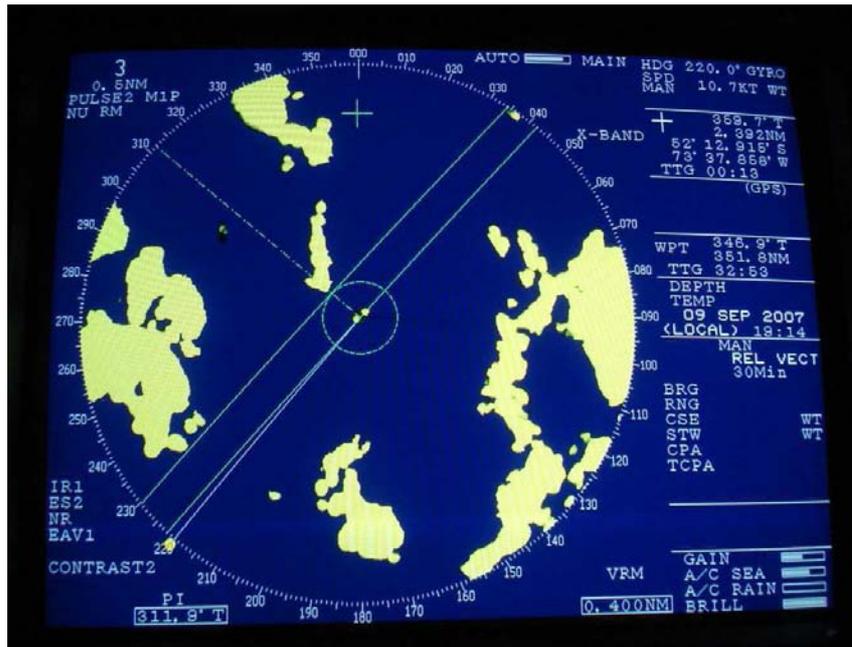


Figura 80. Los radares presentan la opción de cambiar sus brillos y contrastes de pantalla para poder adecuarse a los niveles visuales en distintos ambientes, en este caso se observa el uso de colores más llamativos para facilitar la visión de radar durante la noche en la figura de arriba, y de contrastes menos llamativos en la imagen de abajo . La pantalla del radar también nos muestra una distribución diferente a la analizada anteriormente, pero solo en su disposición, ya que si bien se revisan los controles y opciones que entrega, son los mismos.

CAPÍTULO V

5. Reglamentación Concerniente al Radar ARPA

En éste capítulo se busca, principalmente, señalar algunos de los reglamentos más importantes bajo los cuales los Sistemas de Radar ARPA se encuentran ligados, en su mayoría, obligatoriamente, para el cumplimiento de ciertos parámetros de calidad, información y seguridad, entre otros.

Si bien las recomendaciones y reglas que a continuación se presentan es sólo un menudeo a lo que realmente contienen, se pretende entregar un resumen de ellas dejando la inquietud del lector para adentrarse en los contenidos que cada uno posee.

5.1 Resolución IMO MSC. 64 (67) Anexo 4. Recommendation on Performance Standards for Radar Equipment. Recomendaciones en el desempeño de los estándares para los equipos de radar.

Esta resolución especifica los requisitos mínimos con los que un equipo de radar debe contar. Principalmente señala que el equipo de radar debe estar provisto de un indicador, en relación a la ubicación de la nave, la posición de la superficie en que se desplaza, y ante cualquier tipo de obstrucciones: de boyas, líneas costeras, y marcas de navegación, que servirán para la asistencia en la navegación y en la prevención de colisiones.

Exige requisitos mínimos a los cuales los equipos deben dar cumplimiento, en variadas características técnicas y de funcionamiento, incluyéndose entre ellas:

- Rango de Desempeño (Referente al alcance, Líneas costeras y objetos existentes en la superficie marítima).
- Rango mínimo de Alcance Horizontal.
- Presentaciones en la Pantalla (Escalas que deben poseer, presentaciones en diferentes colores, clara presentación de información en el caso de equipos ARPA, áreas de la presentación, entre otras características).
- Mínimos requeribles para la utilización de VRMs.
- Indicador de la Proa del Buque
- Detalles Técnicos de cumplimientos de escaneo de la antena, capacidad de discriminación de blancos del radar, dispositivos anti – clutters (contra la lluvia, olas de mar, etc.), controles, presentaciones visuales del entorno, entre otros.
- Y otras características tales como ergonomía del equipo para su mejor funcionamiento por los navegantes, características de ploteo e informaciones con respecto a la navegación.

5.2 Resolución A. 482 (XII). Adoptada el 19 de Noviembre de 1981. Entrenamiento en el uso de los equipos de radar con ayuda de seguimiento automático (APRA). Training in the use of Automatic Radar Plotting Aids (ARPA).

Esta resolución se adoptó por OMI cuando aún se denominaban Organización Consultiva Inter – Gubernamental.

En este documento se da relevante importancia al entrenamiento que los capitanes, oficiales y pilotos deben recibir en consideración del uso del ARPA, que dichos programas cumplan con los mínimos establecidos en el documento y que los encargados de su uso sean capaces de dar un adecuado uso a dicho equipamiento.

Se especifican los Mínimos requerimientos para el entrenamiento en el uso del ARPA, los que deben incluir conocimientos tales como:

- El posible riesgo presente en sobre confiarse en los atributos del ARPA
- Los principales tipos de sistema ARPA y sus características de presentación
- Factores que puedan afectar en el desempeño del equipo y precisión del mismo
- Capacidades de seguimiento y limitaciones del ARPA
- Procesamiento de las Demoras,
- Otros

Especifica las mínimas disposiciones con las cuales el centro que impartirá el entrenamiento debe contar, entre ellas especifica que:

- Deberán contar con simuladores u otros medios efectivos aprobados, para el entrenamiento en las capacidades y limitaciones del ARPA
- Deberán realizar una serie de ejercicios en tiempo real en que se presente la información en la pantalla del radar, a elección del entrenador o por lo requerido por el instructor, para dar a conocer el formato básico en el funcionamiento del ARPA.
- El programa de entrenamiento deberá contar con elementos tales como: desarrollo del programa de entrenamiento, teoría y demostración, y finalmente la práctica.

5.3 Resolución A. 823 (19) de la OMI. Normas de funcionamiento de los equipos de radar con ayuda de seguimiento automático (APRA)

Esta resolución fue aprobada el 23 de noviembre de 1995. Consiste principalmente en recomendaciones a los gobiernos a adoptar la implantación de equipos de radar ARPA o APRA, siguiendo las normas de funcionamiento que se detallan desde el 1 de enero de 1997 y que se imparta una formación adecuada respecto del empleo correcto de las ayudas de punteo radar automáticas, a fin de que los capitanes y los oficiales de puente puedan comprender los

principios básicos del funcionamiento de dichas ayudas, incluidas sus posibilidades y limitaciones y los errores que puedan cometer.

Dentro de ésta Recomendación puedo destacar sus aspectos más importantes.

Recomendaciones sobre normas de funcionamiento de los equipos de radar con ayuda de seguimiento automático (APRA).

A fin de mejorar las normas para prevenir los abordajes, los equipos de radar con ayuda de seguimiento automático (APRA) deberán principalmente:

- Reducir el trabajo de los observadores, permitiéndoles obtener automáticamente información sobre blancos punteados de modo que puedan desempeñar sus funciones tan competentemente con varios blancos separados como puedan hacerlo punteando manualmente un solo blanco, y
- Proporcionar una evaluación continua, exacta y rápida de la situación.

El equipo deberá cumplir como mínimo a una serie de normas de funcionamiento, entre ellas analizando aspectos en:

- Detección
- Captación
- Seguimiento
- Pantalla
- Avisos Operacionales
- Prescripción relativa a los datos
- Maniobras de Prueba
- Precisión
- Conexiones con otro equipo
- Pruebas de Funcionamiento y avisos
- Estabilización con respecto al agua y al fondo

Además de estas recomendaciones, nos entrega una amplia gama de definiciones de los términos que utiliza en relación con las normas de funcionamiento del APRA, y un set de ejemplos operacionales en que se establecen previsiones sobre la situación del blanco después de un seguimiento previo durante un tiempo adecuado para aclarar lo expuesto.

5.4 Estándares Internacionales IEC 60945. Maritime navigation and radiocommunication equipment and systems – General requirements – Methods of testing and required test results. Sistemas y equipos de radiocomunicación y navegación marítima – Requerimientos generales – Métodos de prueba y requerimientos de los resultados de las pruebas.

El IEC es el International Electrotechnical Commission (Comisión Electrotécnica Internacional), una organización líder a nivel mundial en preparar y publicar estándares internacionales para todas las tecnologías eléctricas, electrónicas y relacionadas – colectivamente conocidas como electro tecnologías. El radar no queda fuera de esta premisa, estos estándares fueron creados principalmente para entregar métodos de prueba de los equipos que sean apropiados y den cumplimiento a los límites establecidos principalmente a la Resolución IMO A.574 (14) que es una recomendación en los requerimientos generales para las ayudas electrónicas para la navegación.

La Tercera edición del año 1996 fue una revisión completa que incluía los métodos de prueba apropiados incluyendo los estándares IEC e introduciendo, en la medida de lo posible, los requerimientos de las casas clasificadoras. El rango se extendió para hacer los estándares aplicables a otros equipos instalados en el puente o alrededor del mismo. Se agregaron los equipos portátiles, junto con mejores definiciones para pruebas operacionales los que incluyen un juicio y descripción de la operación y durabilidad de los aspectos de los softwares que utilicen.

La cuarta y última edición (IEC 60945) extiende sus detalles a pruebas particulares para los equipos que operan mediante menús. Esto derivó de una exhaustiva investigación de referencias apropiadas para tales fines, incluyendo cambios necesarios para la ergonomía de los equipos, así como requerimientos de hardware y software.

Estos estándares se abocan principalmente en los siguientes aspectos:

- Definiciones y Abreviaciones explicativas para el correcto entendimiento del documento
- Requerimientos mínimos de Desempeño
 - a) Diseño y operación
 - b) Alimentación de Energía
 - c) Durabilidad y Resistencia a las distintas Condiciones Ambientales
 - d) Interferencias
 - e) Precauciones de Seguridad
 - f) Mantenimiento
 - g) Manuales del Equipo
 - h) Marcas e Identificaciones

- Métodos de Prueba y Requerimientos de los Resultados
- Chequeo de las Operaciones
- Emisión Electromagnética
- Inmunidad a medioambientes Electromagnéticos
- Pruebas con fines especiales
- Ejemplos y Reportes de Pruebas, entre otros.

CAPÍTULO VI

6. Sistema Automático de Identificación (AIS ó SAI)

6.1 Origen del AIS

El Sistema de Identificación Automática (SIA, o Automatic Identification System – AIS, En Inglés) fue desarrollado originalmente como ayuda a los servicios de tráfico de barcos (VTS), con el principal propósito de asistir a los buques para evitar colisiones, usando un transpondedor de VHF en el canal 70 en el modo de Llamada Selectiva Digital (DSC); usándose todavía en las áreas costeras del Reino Unido y otros lugares.

Como resultado de la iniciativa de la Organización Marítima Internacional se llevó a cabo una consulta internacional con vistas a establecer un sistema mundial de identificación automática de buques. La motivación de esta iniciativa respondía principalmente a la necesidad de intensificar la capacidad en seguridad y salvamento exigida por el convenio SOLAS (Seguridad de la Vida Humana en el Mar) y el SMSSM. Así se desarrolló el AIS Universal utilizando la tecnología denominada Acceso Múltiple por División en el Tiempo Auto Organizado (SOTDMA), basado en un enlace de datos en VHF.

De modo esquemático, el sistema automático de identificación de buques utiliza los propios sistemas de navegación y comunicación del buque para calcular y transmitir su posición a las autoridades locales de la zona en la que se encuentre operando. Cada buque lleva a bordo una “caja negra” que determina, teniendo en cuenta su posición geográfica, a qué entidad debe informar y cual será el medio de comunicación más apropiado (VHF, HF, sistemas satélites) para hacer llegar su posición a dicha entidad.

A pesar de su origen en el ámbito de la seguridad marítima, existe un consenso en considerar que este sistema, y el disponer de una completa información acerca de un buque, permiten el mejoramiento del cumplimiento de las normativas nacionales e internacionales acerca de los sistemas obligatorios de tráfico y notificación de buques, particularmente en áreas sensibles, zonas de descarga de crudo, vertederos etc.; logística marítima, como el seguimiento de flotas y cargas, gestión portuaria (operaciones con remolcadores, embarcaciones de prácticos etc.); mejor control, coordinación y respuesta en incidentes marítimos como contaminación marina; asistencia a la navegación desde estaciones situadas en tierra; transferir la información AIS a bancos de datos de redes locales, regionales o nacionales de administraciones marítimas, autoridades portuarias, consignatarios, sociedades de estiba, servicios de aduanas, inmigración, etc.

Si bien este sistema entrega variada e importante información, los oficiales de guardia en el puente deben tener presente que otros buques, como los de guerra, pesqueros o de recreo, e

incluso algunas estaciones costeras, incluyendo centros VTS, pueden no estar equipados con el sistema AIS.

También deben tener en cuenta que las unidades AIS instaladas obligatoriamente en otros buques pueden, bajo determinadas circunstancias, permanecer desconectadas, particularmente donde convenios internacionales, reglas o normativas protejan la información acerca de la navegación.

Los navegantes deberían ser conscientes de las limitaciones del AIS. En particular, las administraciones y los armadores deberían asegurarse de que el personal de guardia del puente haya recibido formación acerca de su funcionamiento.

6.1.1 Descripción del Sistema

El AIS es un sistema abierto, lo que significa que las emisiones no están codificadas y pueden ser recibidas por cualquier equipo que cumpla las especificaciones del sistema.

Utiliza únicamente dos canales de radio específicos de la banda VHF. Estos son el canal AIS1, correspondiente al canal 87B de VHF (frecuencia 161,975 MHz) y el canal AIS2 correspondiente al canal 88B de VHF (frecuencia 162,025 MHz). Puesto que todos los transpondedores utilizan las mismas dos frecuencias, para permitir la comunicación y evitar interferencias, todos ellos se organizan en un esquema de compartición de tiempo denominado SOTDMA (Self Organized Time Division Multiple Access).

Este esquema de tiempo establece un ciclo de un minuto de duración dividido en 2.250 ranuras (slots). Cada equipo determina su propio esquema de transmisión basándose en la historia de las emisiones del canal correspondiente, y en el conocimiento de las acciones futuras de los otros dispositivos. De esta forma, todos los equipos se sincronizan entre sí para evitar que las emisiones se solapen y se interfieran. En la práctica la capacidad de este sistema es casi ilimitada ya que ha sido diseñado para permitir la comunicación en las zonas con el tráfico marítimo más denso existente en el mundo.

El alcance de las emisiones es similar a la de cualquier otro sistema que funcione en la banda VHF. Este depende en gran medida de la altura de las antenas emisora y receptora, así como de las condiciones de propagación. En mar abierto, puede considerarse un alcance típico de entre 20 y 30 millas. Por otro lado, estas emisiones tienen cierta capacidad de sortear obstáculos por lo que dos buques pueden conectarse mutuamente incluso sin tener visibilidad directa. A su vez, existen las estaciones AIS – AaN (ó AIS – AtoN) que son equipos AIS especialmente diseñados para desempeñar la función de ayuda a la navegación. Estos equipos se posicionan generalmente en instalaciones de ayuda a la navegación existentes como pueden ser faros, balizas o boyas. Emiten un tipo de mensaje especial destinado a los buques que

navegan por la zona que contiene información detallada de la ayuda a la navegación en la que se encuentra como su nombre, situación geográfica, tipo de ayuda, etc.

La situación geográfica transmitida adquiere un valor especial en el caso de las ayudas flotantes ya que, al tratarse de datos medidos en tiempo real, da información a los buques acerca de la posición real y actualizada de la ayuda en cada momento. A su vez, esta información es de gran valor para la entidad encargada del mantenimiento de dicha ayuda ya que le permite conocer de forma automática e inmediata si la posición de la ayuda no es la correcta, así como localizar y rescatar las ayudas que puedan quedar a la deriva en un momento dado. Además, los equipos AIS de tipo AaN envían información sobre el estado de funcionamiento de los equipos de la ayuda a la navegación como son la baliza, la alimentación, etc.



Figura 81. Diagrama de Funcionamiento Sistema AIS

6.1.2 Tipos de Transpondedor

Existen varios tipos de equipos AIS.

6.1.2.1 Clase A

Es el equipo móvil de abordaje establecido para los buques tipo SOLAS y es obligatoria su instalación a bordo de aquellos buques a los que afecta la regla 19 del Capítulo V del SOLAS, en cumplimiento con la normativa de la OMI. El 31 de Diciembre de 2004 todos los buques afectados debían tener instaladas las unidades AIS correspondientes (éstos buques serán especificados más adelante en esta tesis).

6.1.2.2 Clase B

Es un equipo de abordaje más simple que el anterior, que no cumple todos los requisitos establecidos por la OMI, destinado a los buques para los que no es obligatorio el de clase A, como las destinadas a recreo o pesca. Disponen, por lo tanto, de menos prestaciones que las unidades de Clase A, y, por consiguiente, no cumplen necesariamente con todos los requisitos de la OMI. Están diseñadas para que su funcionamiento sea compatible con las unidades de Clase A.

6.1.2.3 Estación base terrestre

Es un equipo especialmente diseñado para su instalación como estación terrestre dotado de varias funciones especiales y que permite la emisión de información adicional de interés para la navegación como mensajes de texto, información océano – meteorológica, posición de otros barcos, etc.

El SOLAS, Capítulo V, Regla 19, 2.4 se refiere a los requisitos que ha de tener el AIS. La regla establece que el AIS proporcionará y recibirá información de las estaciones necesarias en tierra. La instalación de estaciones en tierra basadas en el AIS será necesaria para cumplir el Convenio SOLAS de 1974 (y sus modificaciones).

Los miembros nacionales y otras autoridades competentes deberían considerar el establecer una infraestructura de AIS en la costa para que el sistema se beneficie en términos de navegación segura y protección del medioambiente. El AIS puede verse como una herramienta VTS, por lo que las autoridades competentes deberían considerar la implantación del AIS en todos los centros VTS existentes.

6.1.2.4 Aeronaves de búsqueda y rescate

Equipo móvil de abordaje especial para aviones de búsqueda y rescate.

6.1.2.5 Unidad de a Bordo

La unidad AIS de a bordo transmite sus datos de forma continua y autónoma a otros buques y a estaciones debidamente equipadas. También recibe datos AIS de otros buques o estaciones costeras, pudiendo presentarlas de forma gráfica o alfanumérica, a voluntad.

Cada unidad se compone de un transmisor VHF, dos receptores VHF SOTDMA, un receptor VHF DSC, un receptor GNSS (proporciona la sincronización de las ranuras de tiempo), y los enlaces de comunicaciones necesarios para las pantallas y sensores de a bordo.

La información de la posición puede obtenerse de un receptor interno GNSS o bien de un sistema electrónico de posicionamiento externo. La propia pantalla de la unidad es frecuentemente el único medio de mostrar los datos recibidos. Junto con un teclado, determinan una configuración básica denominada Pantalla y Teclado Básico (MKD).

La pantalla de un MKD dispone, como mínimo, de tres líneas de datos que muestran demora, distancia y nombre del blanco. En la práctica la mayoría de los MKD tienen más de tres líneas de datos, y pueden disponer también de una pantalla capaz de mostrar las posiciones relativas de los blancos de una manera parecida a como lo hace un radar.

De todas maneras, lo ideal sería que la información AIS se mostrase gráficamente en la pantalla del radar, del ECDIS o en una propia.

6.1.3 El AIS Como Ayuda a la Navegación

Una estación de AIS de tipo especial (AtoN AIS) instalada sobre una ayuda a la navegación proveerá la identificación positiva de la ayuda sin necesidad de una representación especializada en pantalla en el buque, además este equipo puede proporcionar información y datos que:

- Complementarían o reemplazarían una ayuda a la navegación existente proporcionando identidad, “estado del servicio” y otra información tal como altura de la marea en tiempo real y estado del tiempo local a los barcos circundantes o a una autoridad situada en la costa;
- Proporcionaría la posición de las ayudas flotantes (principalmente boyas) mediante la transmisión de una posición exacta (corregida por el DGNSS) para monitorizar su posición;
- Proporcionaría información en tiempo real para la monitorización del funcionamiento mediante la red de enlace de datos sirviendo para controlar de forma remota los cambios en los parámetros de las ayudas a la navegación o para encender un equipo de repuesto;
- Reemplazaría las balizas respondedoras de radar (RACONES) y proporcionaría un mayor alcance de detección e identificación en todas las condiciones meteorológicas;
- Reuniría datos de tráfico de barcos dotados de AIS para propósitos de planificación en futuras ayudas a la navegación.

A su vez, una estación de Ayuda a la Navegación AIS (AtoN – AIS) sobre una ayuda a la navegación fija tal como un faro podría, además de transmitir su propia identificación, actuar como retransmisor para otras ayudas a la navegación. También puede proporcionar datos meteorológicos e hidrográficos locales usando mensajes específicos.

6.1.4 Mensaje de informe de estaciones AIS de Ayudas a la Navegación

Este mensaje será utilizado por una estación de Ayudas a la Navegación AIS. El mensaje deberá ser transmitido autónomamente cada tres minutos o puede asignarse a otra relación de cadencia por un comando de modo asignado vía red de datos VHF o por un comando externo. El mensaje deberá ser también transmitido inmediatamente después de cualquier cambio de valor de los parámetros.

Los principales contenidos del mensaje son:

- Tipo de ayuda a la navegación;
- Nombre de ayuda a la navegación;
- Posición;
- Indicador de exactitud de posición;
- Indicador RAIM (Monitorización de la Integridad Autónoma del Receptor);
- Indicador fuera de posición;
- Tipo de dispositivo de determinación de posición;
- Dato horario;
- Dimensión de la ayuda a la navegación y referencia para la posición;
- 8 bits Reservados para uso de la Autoridad regional o local;
- Señal virtual de ayuda a la navegación.

6.1.5 Descripción de los Mensajes

A continuación se muestra un mensaje de información de Ayuda a la Navegación y los datos que incluye.

Parámetro	Descripción
Mensaje ID	Mensaje Identificador
ID	Número MMSI
Tipo de Ayuda a la Navegación	0 = No se encuentra disponible (Viene señalado por defecto) 1 – 15 = Ayudas a la Navegación Fija 16 – 31 = Ayuda a la Navegación Flotante
Nombre de la Ayuda a la Navegación	Permite un Nombre con un máximo de 20 caracteres presentando un mensaje por defecto de: “@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@” = indicando que no se encuentra disponible
Exactitud de su Posición	1 = Alta (< 10 m) 0 = Baja (> 10 m) = Por Defecto
Longitud	Longitud en 1/10.000 minutos de posición de Ayudas a la Navegación (± 180° al Este = positivo o al Oeste = negativo)

Latitud	Latitud en 1/10.000 minutos de Ayudas a la Navegación ($\pm 90^\circ$ al Norte = positiva, al Sur = negativa)
Dimensión / Referencia de la Posición	Punto de Referencia para la posición informada, también indica la dimensión de Ayudas a la Navegación en metros, si es relevante.
Tipo de Dispositivo electrónico de determinación de posición	0 = Indefinido (Viene por Defecto en el equipo) 1 = GPS 2 = GLONASS 3 = GLONASS / GPS Combinados 4 = Loran – C 5 = Chayka 6 = Sistema de Navegación Integrados 7 = Explorado 8 – 15 = No utilizados
Dato Horario	Segundos UTC cuando el informe fue generado (0 – 59) ó 60 si el dato horario no está disponible lo que sería también el valor por defecto o; 61 si el sistema de posicionamiento está en modo de entrada manual o; 62 si el dispositivo electrónico de determinación de posición opera en modo de navegación por estima de calculo de posición o; 63 si el sistema de posicionamiento no está operativo.
Indicador de Posición	Solamente para Ayudas a la Navegación Flotantes; 0 = En Posición; 1 = Fuera de Posición Esta señal solamente debe ser considerada válida por la estación receptora si la ayuda a la navegación es flotante.
Reservado para Aplicación Regional Local	Reservado para definición por parte de una autoridad regional o local competente. Deberá estar en cero si no se usa para ninguna aplicación local o regional. Las aplicaciones regionales no deberían usar el cero.
Señal RAIM	RAIM (Monitorización de la Integridad Autónoma del Receptor) señal de dispositivo electrónico de determinación de posición; 0 = RAIM no en uso (Por Defecto) 1 = RAIM en uso
Señal Virtual de Ayuda a la Navegación	0 = Ayudas a la navegación real en la posición indicada (Por Defecto) 1 = seudo o virtual aparente AtoN no existe físicamente puede ser solamente transmitida desde una estación AIS cercana bajo el control de una autoridad competente.

6.1.6 Descripción de los mensajes AIS de Ayudas a la Navegación

La naturaleza y tipo de ayudas a la navegación pueden ser indicados con 32 códigos diferentes como se muestra en la tabla siguiente.

Tipo de Ayuda	Código	Definición
	0	Por Defecto, tipo AtoN no especificado
	1	Punto de Referencia
	2	RACON
	3	Estructura fuera de la costa (en el mar)
	4	Reserva
Ayudas Fijas a la Navegación	5	Faro, sin sector
	6	Faro con sectores
	7	Enfilación anterior
	8	Enfilación posterior
	9	Baliza, cardinal Norte
	10	Baliza, cardinal Este
	11	Baliza, cardinal Sur
	12	Baliza, cardinal Oeste
	13	Baliza, a Babor
	14	Baliza, a Estribor
	15	Baliza, canal preferente de babor
	16	Baliza, canal preferente de estribor
	17	Baliza, peligro aislado
	18	Baliza, aguas navegables
	19	Baliza, marca especial
Ayudas Flotantes a la Navegación	20	Marca Cardinal Norte
	21	Marca Cardinal Este
	22	Marca Cardinal Sur
	23	Marca Cardinal Oeste
	24	Marca de Babor
	25	Marca de Estribor
	26	Canal preferente de babor
	27	Canal preferente de estribor
	28	Peligro aislado
	29	Aguas navegables
	30	Marca especiales
	31	Buque – Faro / LANBY

Existe la posibilidad de confusión cuando hay que decidir si una ayuda está encendida o apagada. Las autoridades competentes pueden desear usar la sección Local / Regional del mensaje para indicar esta circunstancia.

6.2 Descripción Equipos Componentes AIS

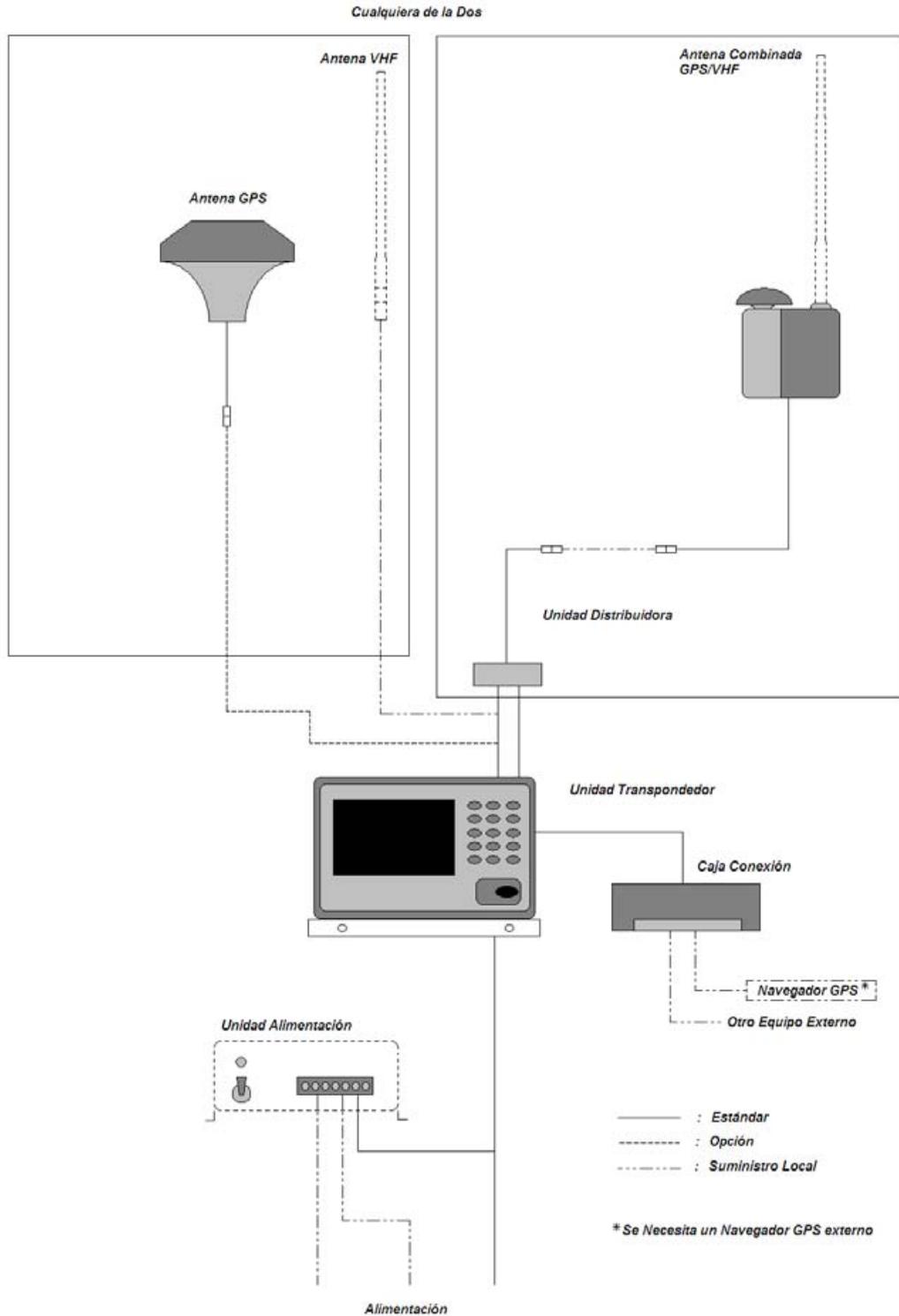


Figura 82. Descripción Equipos componentes del AIS

6.2.1 Características

El equipo es sí, es un Sistema de Identificación Automática (AIS) universal capaz de intercambiar información entre el barco propio y otros barcos o estaciones costeras.

En General, el sistema consta de antenas de VHF/GPS, un transpondedor y varias unidades asociadas. El transpondedor contiene un transmisor de VHF, dos receptores TDMA (Time Division Multiple Access) en dos canales de VHF, un receptor del canal 70 para DSC (Llamada Selectiva Digital), interfaz, procesador de comunicación, pantalla LCD y un receptor GPS de 12 canales con capacidad diferencial; este GPS proporciona referencia UTC para sincronización del sistema, eliminando conflictos entre varios usuarios. En caso de fallo del receptor GPS externo, también se obtiene del interno la posición, el rumbo efectivo (COG) y la velocidad sobre tierra (SOG).

En el panel LCD se presenta la información requerida, datos estáticos, dinámicos, de navegación y mensajes cortos relativos a la seguridad. La información y mensajes se actualizan automáticamente, por ejemplo la información estática cada 6 minutos y bajo solicitud, la información dinámica cada 10 segundos en un barco con una velocidad más rápida de 3 nudos y 3,3 segundos cuando se hace un cambio de rumbo a una velocidad entre 0 – 14 nudos, etc.

El AIS es capaz de “ver” alrededor de curvas y detrás de islas si las masas de tierra no son demasiado elevadas. El alcance normal que se espera en el mar es de 20 a 30 millas náuticas dependiendo de la altura de la antena. Con la ayuda de estaciones repetidoras puede ser mejorada la cobertura tanto para transmisiones de barco como estaciones VTS costeras.

Normalmente los componentes del sistema del barco son la estación AIS, las antenas un pequeño ordenador (PC) y una aplicación ECS/ECDIS. Otros aparatos que tienen que estar montados incluyen un receptor GNSS (externo) un compás o brújula (para la entrada de datos) y de dirección y, opcionalmente un receptor Diferencial GNSS (DGNSS).

La funcionalidad y beneficios que proporciona a los operadores de barcos incluyen:

- Rastreo, en tiempo real, de todos los barcos que lleven el sistema AIS en la pantalla del equipo.
- La presentación casi instantánea de las posiciones.
- Presentación de la ruta prevista cuando gire o maniobre.
- ETA (Tiempo Estimado de Llegada) para todos los barcos equipados con AIS.
- Grabación de trayectorias.
- Emisión de los datos dinámicos, estáticos y relativos al viaje del propio barco, a otros barcos y al centro VTS.
- Enviar o recibir cortos mensajes de texto a /o desde el centro VTS u otros barcos.

6.3 Datos del Sistema AIS

6.3.1 Contenido de los datos del barco

Tipos de información

La información AIS transmitida por un barco incluye cuatro tipos diferentes de información:

- **Fija o estática**

La información es introducida en la unidad AIS durante la instalación y necesita ser cambiada solamente si el barco cambia su nombre o sufre una reconversión importante de un tipo de barco a otro. Esta información es emitida cada 6 minutos.

- **Dinámica**

Información que en general es actualizada automáticamente por los sensores del barco conectados al AIS. Esta información es actualizada periódicamente.

- Información relativa al viaje que puede necesitarse introducir manualmente y actualizarse durante el viaje, esta información también se envía cada seis minutos.
- Si se requieren, Mensajes cortos relativos a la seguridad.

Estos están explicados y se dan detalles de los contenidos de datos en la tabla siguiente.

Mensaje de Información	Generación de Información
ESTÁTICA (MMSI)	Identidad de Servicio Móvil Marítimo (que está instalado en el aparato). Este puede necesitar cambiarse si el barco cambia de propietario
Distintivo de Llamada y Nombre	Está también instalado en el aparato, puede necesitar también ser cambiado si el barco cambia de propietario
Número OMI	Instalado en el aparato
Eslora y Manga	Instalado en el aparato de nuevo o si se cambia de barco
Tipo de Buque	Seleccionado de una lista pre – programada
Localización de la Antena De fijación de posición	Instalado en el aparato y puede ser cambiado para buques bidireccionales o para aquellos que tengan instaladas múltiples antenas
Calado del buque	Mensaje amplio enviado solamente a petición de buques o cuando la unidad es interrogada
DINÁMICA Posición del barco con Indicación exacta de su Posición y estatus de Integridad	Automáticamente actualizada desde el sensor de posición conectado al AIS. La indicación de exactitud es aproximadamente 10 metros
“Sello de Tiempo” Hora UTC	Automáticamente actualizada desde el sensor de posición principal del buque y conectado al AIS
Rumbo respecto al fondo (COG)	Automáticamente actualizada desde el sensor de posición principal del buque conectado al AIS si ese sensor calcula el COG
Velocidad respecto al Fondo (SOG)	Automáticamente actualizada desde el sensor de posición conectado al AIS

Rumbo	Automáticamente actualizada desde el sensor de rumbo o dirección desde la proa del barco conectado al AIS
“Estado de Navegación” En relación con el Reglamento de Abordajes (Parado, Fondeado, Sin Gobierno, etc.)	<p>La información del estado de la navegación tiene que ser introducida manualmente por el oficial de puente y cambiado según sea necesario:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Navegación o Rumbo a motor; - Fondeado; - No está bajo control (RIATM); - Amarrado; - Empujado por una corriente; - Varado, Encallado; - Ocupado en pesca; - Navegación a Vela; <p>En la Práctica dado que todo esto se relaciona con los COLREGS, cualquier cambio que fuera necesario podría ser utilizado al mismo tiempo que fueran cambiadas las luces o las formas o el aspecto de las boyas</p>
Porcentaje de Giro (Velocidad de Giro)	Está actualizado automáticamente desde el sensor de ROT o derivado de la giroscópica o molinete
RELATIVAS AL VIAJE Deriva del Barco	<p>Puede ser introducida manualmente al comienzo usando la máxima deriva del barco para el viaje y corregida según se requiera.</p> <p>Ejemplo: Resultado de una suelta de lastre antes de entrar a puerto</p>
Carga Peligrosa (Tipo)	<p>Es introducido manualmente al comienzo de viaje confirmado si la carga es o no peligrosa, por ejemplo:</p> <p>DG = Mercancías Peligrosas HS = Sustancias Dañinas MP = Contaminantes Marinos</p> <p>No se requieren indicación de cantidades</p>
Destino y ETA	Se introduce manualmente al comienzo del viaje y se mantiene al día según sea necesario
Plan de Ruta (Puntos de Recorrido)	Se introduce enteramente al comienzo del viaje a discreción del capitán actualizándolos cuando se requiera
Personas a Bordo	El mensaje amplio se envía solamente a iniciativa de los buques o cuando es interrogada la unidad
TEXTO Mensajes cortos relativos A la seguridad	Mensajes de texto cortos de formato libre que deberían ser introducidos manualmente y dirigidos a una dirección específica o radiados a todos los barcos y estaciones costeras

6.3.2 Mensajes cortos relativos a la seguridad

Los mensajes cortos relativos a la seguridad son mensajes de formato de texto fijos o bien libres dirigidos a un destino específico (MMSI) o a todos los barcos situados en la zona.

Su contenido debería ser relevante para la seguridad en la navegación, por ejemplo avistamientos de un iceberg o de una boya a la deriva.

Los mensajes deberían ser tan cortos como fuera posible. El sistema permite hasta 158 caracteres por mensaje pero será fácil que los mensajes cortos encuentren espacio libre para la transmisión.

Hasta el momento estos mensajes no están regulados para mantener el diseño tan flexible como sea posible. Pudiera requerirse el conocimiento del operador para un mensaje de texto. Los mensajes cortos relativos a la seguridad son solo un medio adicional de Información para la Seguridad Marítima (MSI). Aunque su importancia no debe ser subestimada, el uso de mensajes cortos relativos a la seguridad no elimina ninguna de las obligaciones o requisitos del Sistema de Seguridad Marítimo Global (GMDSS).

El operador debería asegurarse de evaluar los mensajes relativos a la seguridad entrantes y debería enviar mensajes relativos a la seguridad, según se requiera.

Observación

- El sistema puede manejar más de 2.000 mensajes por minuto, y actualizarlos con tanta frecuencia como dos segundos. La tecnología (SOTDMA) Organización del Tiempo en Divisiones de Acceso Múltiple Auto Organizada, asegura que esta alta tasa de radiación sea expedita y que se alcance una operación fiable y estable de barco a barco.
- El Sistema es compatible a la viceversa con sistemas DSC, permitiendo a los sistemas GMDSS ubicados en la costa establecer canales de frecuencias operativas AIS sin coste apenas e identificar y seguir a los barcos equipados con AIS.

6.4 Operaciones Básicas del Equipo AIS

6.4.1 Descripción de Los Controles¹²

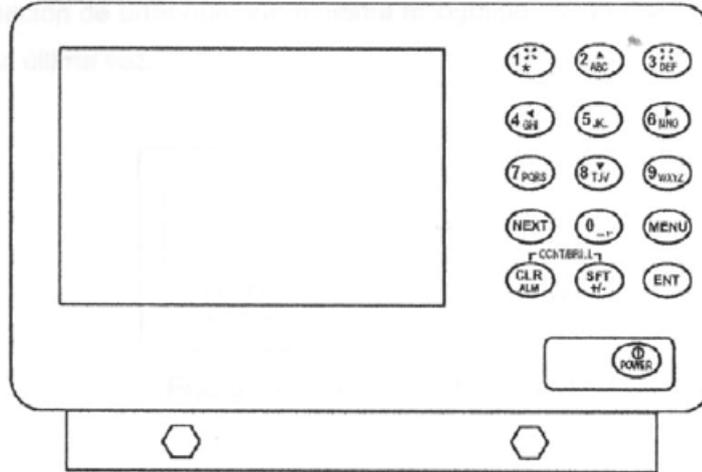


Figura 83. Esquema de un Equipo AIS

Los Controles del Transpondedor AIS se detallan a continuación:

Control	Descripción
0- 9	Teclas de entrada alfanumérica, símbolos
2 (▲) y 8 (▼)	Ajuste de Brillo de la presentación y de la iluminación del teclado; desplazamiento de la presentación
4 (◀) y 6 (▶)	Desplazamiento del cursor (pulsada la tecla [SFT/+/-]) a la izquierda y a la derecha, respectivamente; ajuste del contraste
CLR/ALM	Borra una entrada; silencia la alarma
SFT/+/-	Selección entrada numérica o alfabética, alternativamente; selecciona opciones de menú
CLR/ALM + SFT/+/-	Cambia el Contraste y Brillo
ENT	Registra una entrada
NEXT	Selecciona la línea siguiente; pulsada junto con [SFT/+/-]) desplaza el cursor en sentido inverso
MENU	Presenta el menú; también lo cierra
POWER	Encendido y Apagado

Al igual que como se hizo con el Radar ARPA, se basarán las indicaciones en un equipo actual y se repasará desde lo más general a lo más particular, comenzado, claro está, por poner en funcionamiento el sistema.

¹² Los paneles, descripciones y funcionalidades en relación a los transpondedores universales de AIS, se hacen en referencia a los equipos de marca FURUNO, modelos: FA 100 y FA 150.

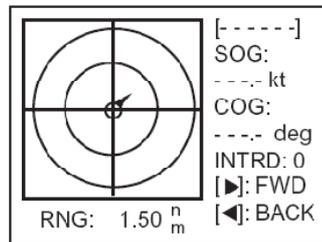
6.4.2 Encendido

Para encender, se debe pulsar la tecla **[POWER]**; a continuación, en la pantalla del equipo, aparece la presentación de arranque que muestra el logotipo del fabricante y la fecha y hora de cuando se apagó la última vez.



Figura 84. Presentación de Arranque

Después el logotipo del fabricante desaparece y se presenta la leyenda "NOW STARTING... CHECKING MEMORY" y se ejecuta la comprobación de los circuitos principales (ROM, RAM, interfaz, etc.). Se abre la presentación ploter con la leyenda "NOW SORTING"; esto significa que el equipo procede a ordenar los blancos según su distancia, desde el más cercano al más lejano, en lo que ocupa varios segundos.



"Please Wait!" ("Por favor espere") se muestra cuando el dato no se recibe.

Figura 85. Presentación Ploter

El Equipo AIS debe estar encendido cuando el barco está navegando o fondeado. El capitán puede decidir apagarlo si considera que su funcionamiento continuado compromete la seguridad de su propio barco. El funcionamiento del AIS debe ser restaurado tan pronto sea posible.

El equipo transmite datos estáticos del barco propio dentro del plazo de dos minutos después del encendido, a intervalos de 6 minutos. Estos datos incluyen el número MMSI, el número IMO, el nombre del barco, el distintivo de llamada, la eslora y la manga, el tipo de barco y la situación de la antena GPS.

Además de los datos estáticos, se transmiten también los dinámicos. Estos incluyen la posición (con indicación de la precisión), SOG, COG, rumbo, etc. Los datos dinámicos se

transmiten según un intervalo que puede variar entre 2 segundos y 3 minutos, dependiendo de la velocidad y cambios de rumbo; los datos relativos a la travesía, tales como el calado, la carga, el destino y la hora estimada de arribada, son transmitidos cada 6 minutos.

El equipo inicia la recepción de datos procedentes de otros AIS tan pronto se enciende; la localización de los barcos en la presentación ploter es señalada con el símbolo AIS.

Estatus de Navegación	Intervalo Transmisión de Datos
Barco Amarrado	3 minutos
Velocidad 0 – 14 Nudos	10 segundos
Velocidad 0 – 14 Nudos con cambio de rumbo	3 + 1/3 segundos
Velocidad 14 – 23 Nudos	6 segundos
Velocidad 14 – 23 Nudos con cambio de rumbo	2 segundos
Velocidad superior a 23 nudos	2 segundos
Velocidad superior a 23 nudos con cambio de rumbo	2 segundos

Si llegasen a fallar los sensores fuente de la información, el AIS transmite automáticamente “not available” (no disponible)

6.4.3 Menús

Las distintas funciones del equipo pueden ser elegidas vía menú.

6.4.3.1 Procedimiento de operación

1. Para ingresar, se debe pulsar la tecla **[MENU]**, con lo cual se abre el menú principal.

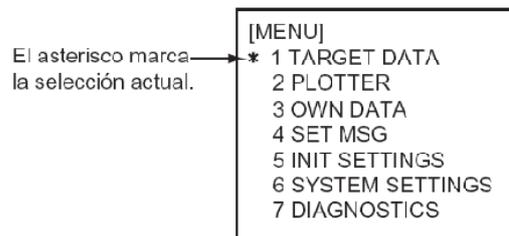


Figura 86. Menú Principal

2. Se selecciona el submenú pulsando la tecla numérica correspondiente; por ejemplo, **[6]** para abrir el submenú SYSTEM SETTINGS (se puede también elegir el submenú pulsando la tecla **[NEXT]** y abrirlo pulsando **[ENT]**).

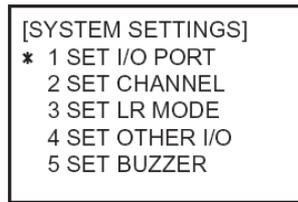
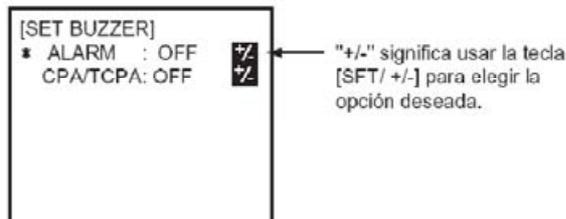


Figura 87. Submenú SYSTEM SETTIGS

- Se selecciona el submenú pulsando la tecla numérica correspondiente; por ejemplo, **[5]** para abrir el submenú SET BUZZER.



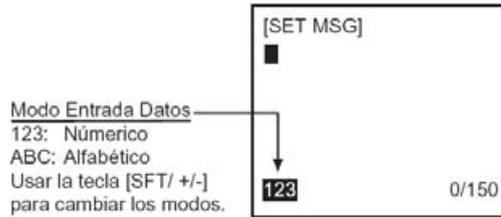


Figura 90. Indicación del Modo de Entrada de Datos

6.4.3.4 Desplazamiento del cursor

El cursor se desplaza, adelante o atrás, pulsando a la vez las teclas [SFT/+/-] y [▶] o [SFT/+/-] y [◀], respectivamente.

6.4.3.5 Submenús con varias páginas

Algunos submenús tienen más de una página; en este caso aparece en la esquina superior derecha de la presentación el símbolo de la tecla a pulsar para pasar de una a otra página.



Figura 91. Varias Páginas del Sub Menú OWN STATIC DATA

6.4.3.6 Selección de opciones

Las distintas opciones de menú pueden ser seleccionadas con las teclas [▲], [▼], [◀], [▶], [SFT/+/-], dependiendo del submenú de que se trate. En los ejemplos que se muestran a continuación se elige la opción para NAV STATUS con las teclas [▲], [▼], [◀], [▶]; para ALARM con la tecla [SFT/+/-].

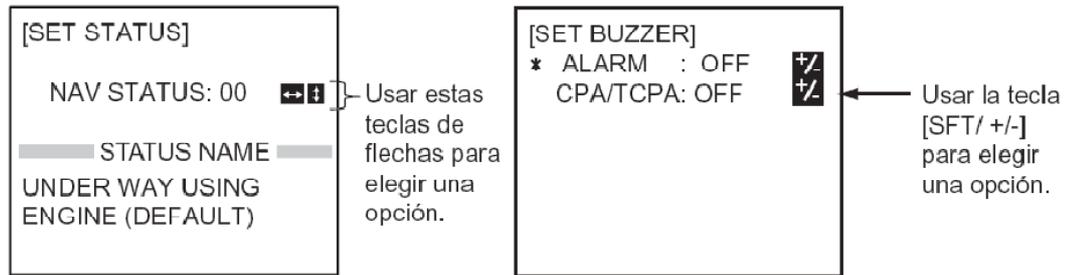


Figura 92. Sub Menú SET STATUS

6.4.3.7 Registro de opciones

Cuando se pulsa la tecla **[MENU]** después de cambiar una opción (para registrar el cambio), se abre una ventana de confirmación. Para registrar el cambio, se debe pulsar la tecla **[ENT]**; para anular el cambio, se selecciona NO y se pulsa la tecla **[ENT]**. Para salir, se selecciona CANCEL y se presiona **[ENT]**.

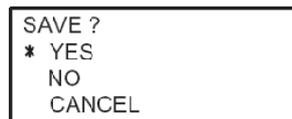


Figura 93. Ventana de Confirmación

6.4.4 Preparación para un Viaje

Al iniciar un viaje es necesario configurar cinco elementos del submenú INIT SETTINGS, como se muestra a continuación.

1. Se pulsa la tecla **[MENU]** para abrir el menú principal.
2. Se pulsa la tecla **[5]** para abrir INIT SETTINGS y aparecerá una ventana como la que se muestra a continuación:

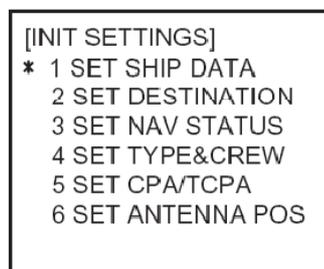


Figura 94. Sub Menú INIT SETTIGS

3. Se debe pulsar la tecla **[1]** para seleccionar SET SHIP DATA (datos del barco). El nombre del barco y el distintivo de llamada deben haber sido establecidos en la instalación; se debe comprobar que sean los correctos.

```

[SET SHIP DATA]
* NAME : REUD
C. SIGN : 6LCZ43B
DRAUGHT: 12.3 m
DTE : KEY & DISP
123

```

Figura 95. Sub Menú SET SHIP DATA

4. Se presiona la tecla **[NEXT]** para seleccionar DRAUGHT (calado).
5. Con las teclas numéricas, se entra el valor actual del calado (si durante la travesía este valor cambia, debe ser corregirlo).
6. Pulsar la tecla **[ENT]** para guardar los cambios y volver a INIT SETTINGS.
7. Se pulsar la tecla **[2]** para seleccionar SET DESTINATION (fijar destino). Aparecerá una ventana más o menos como la que se muestra a continuación:

```

[SET DESTINATION]
* DATE: 00/00 (DD/MM)
TIME: 00:00
DESTINATION:
  NONE

```

Figura 96. Entrada de Destino

8. Está seleccionado DATE (fecha); se entra el día y el mes de arribada al destino y se pulsa la tecla **[NEXT]** para pasar a TIME (hora).
 9. Se ingresa la hora estimada de arribada al destino y se pulsa la tecla **[NEXT]** para pasar a DESTINATION (destino).
 10. Se entra el nombre del destino y se pulsa la tecla **[ENT]** para registrar los datos y volver a INIT SETTINGS.
- Nota:** Se debe cambiar la información del destino si éste cambia.
11. Se presiona la tecla **[3]** para seleccionar SET NAV STATUS.

```

[SET STATUS]
NAV STATUS: 00
STATUS NAME
UNDER WAY USING
ENGINE (DEFAULT)

```

Figura 97. Sub Menú SET STATUS

12. Se selecciona el estado de navegación, según la lista siguiente, pulsando [▲], [▼], [◀], [▶].

00	:	Navegando con motor (por defecto)
01	:	Fondeado
02	:	Sin gobierno
03	:	Gobierno restringido
04	:	Obligado hacer algo por el calado
05	:	Amarrado
06	:	Varado
07	:	En faenas de pesca
08	:	Navegando a vela
09	:	Reservado para barcos de alta velocidad
10	:	Reservado para los que se suspenden sobre tierra
11-15	:	Reservados para uso futuro

13. Pulsar la tecla [ENT] para guardar los datos y volver a INIT SETTINGS.

14. Presionando la tecla [4] se selecciona SET TYPE & CREW.

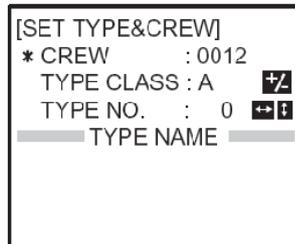


Figura 98. Sub Menú TYPE & CREW

15. Está seleccionado CREW; con las teclas numéricas, se ingresa el número de tripulantes.

Nota: TYPE CLASS se establece en la instalación. No se debe cambiar la opción "A".

16. Pulsar la tecla [NEXT] para seleccionar TYPE NO.

Nota: TYPE NO. se establece en la instalación; no obstante, si el barco transporta mercancías peligrosas, tóxicas o contaminantes, se debe entrar el número correspondiente.

17. Pulsar [▲], [▼], [◀], [▶], para seleccionar el número correspondiente de acuerdo a la lista siguiente:

10	USO FUTURO PARA TODOS LOS BARCOS DE ESTE TIPO	60	BARCO PASAJERO	TODOS BARCO DE ESTE TIPO	
11	USO FUTURO PARA TRANSPORTE DE: DG, HS o MP(A)	61	BARCO PASAJERO	LLEVANDO DG, HS o MP(A)	
12	USO FUTURO PARA TRANSPORTE DE: DG, HS o MP(B)	62	BARCO PASAJERO	LLEVANDO DG, HS o MP(B)	
13	USO FUTURO PARA TRANSPORTE DE: DG, HS o MP(C)	63	BARCO PASAJERO	LLEVANDO DG, HS o MP(C)	
14	USO FUTURO PARA TRANSPORTE DE: DG, HS o MP(D)	64	BARCO PASAJERO	LLEVANDO DG, HS o MP(D)	
15	USO FUTURO USO FUTURO	65	BARCO PASAJERO	USO FUTURO	
16	USO FUTURO USO FUTURO	66	BARCO PASAJERO	USO FUTURO	
17	USO FUTURO USO FUTURO	67	BARCO PASAJERO	USO FUTURO	
18	USO FUTURO USO FUTURO	68	BARCO PASAJERO	USO FUTURO	
19	NO USADO	69	BARCO PASAJERO	NINGUNO	
20	WIG	TODOS LOS BARCOS DE ESTE TIPO	70	BARCO DE CARGA	ALL SHIPS OF THIS TYPE
21	WIG	TRANSPORTANDO DG, HS o MP(A)	71	CARGUERO	TRANSPORTANDO DG, HS o MP(A)
22	WIG	TRANSPORTANDO DG, HS o MP(B)	72	CARGUERO	TRANSPORTANDO DG, HS o MP(B)
23	WIG	TRANSPORTANDO DG, HS o MP(C)	73	CARGUERO	TRANSPORTANDO DG, HS o MP(C)
24	WIG	TRANSPORTANDO DG, HS o MP(D)	74	CARGUERO	TRANSPORTANDO DG, HS o MP(D)
25	WIG	USO FUTURO	75	CARGUERO	USO FUTURO
26	WIG	USO FUTURO	76	CARGUERO	USO FUTURO
27	WIG	USO FUTURO	77	CARGUERO	USO FUTURO
28	WIG	USO FUTURO	78	CARGUERO	USO FUTURO
29	WIG	NINGUNO	79	CARGUERO	NINGUNO
30	PESQUERO		80	PETROLERO	ALL SHIPS OF THIS TYPE
31	ARRASTRERO		81	PETROLERO	TRANSPORTANDO DG, HS o MP(A)
32	LONG. REMOLQUE EXCEDE DE 200M O LA MANGA EXCEDE DE 25M		82	PETROLERO	TRANSPORTANDO DG, HS o MP(B)
33	OCUPADO EN OPERACIONES DRAGADO O SUBMARINA		83	PETROLERO	TRANSPORTANDO DG, HS o MP(C)
34	OCUPADO EN OPERACIONES DE BUCEO		84	PETROLERO	TRANSPORTANDO DG, HS o MP(D)
35	OCUPADO EN OPERACIONES MILITARES		85	PETROLERO	USO FUTURO
36	VELERO		86	PETROLERO	USO FUTURO
37	EMBARCACION DE RECREO		87	PETROLERO	USO FUTURO
38	USO FUTURO		88	PETROLERO	USO FUTURO
39	USO FUTURO		89	PETROLERO	NINGUNO
40	HSC	TODOS LOS BARCOS DE ESTE TIPO	90	OTRO TIPO DE BARCO	DE ESTE TIPO
41	HSC	TRANSPORTANDO DG, HS o MP(A)	91	OTRO TIPO DE BARCO	CON: DG, HS o MP(A)
42	HSC	TRANSPORTANDO DG, HS o MP(B)	92	OTRO TIPO DE BARCO	CON: DG, HS o MP(B)
43	HSC	TRANSPORTANDO DG, HS o MP(C)	93	OTRO TIPO DE BARCO	CON: DG, HS o MP(C)
44	HSC	TRANSPORTANDO DG, HS o MP(D)	94	OTRO TIPO DE BARCO	CON: DG, HS o MP(D)
45	HSC	USO FUTURO	95	OTRO TIPO DE BARCO	USO FUTURO
46	HSC	USO FUTURO	96	OTRO TIPO DE BARCO	USO FUTURO
47	HSC	USO FUTURO	97	OTRO TIPO DE BARCO	USO FUTURO
48	HSC	USO FUTURO	98	OTRO TIPO DE BARCO	USO FUTURO
49	HSC	NINGUNO	99	OTRO TIPO DE BARCO	NINGUNO
50	PRACTICO				
51	BARCOS DE BUSQUEDA Y RESCATE				
52	REMOLCADOR				
53	GABARRAS				
54	BARCOS CON FACILIDADES O EQUIPO ANTI-POLUCION				
55	BARCOS POLICIA				
56	LIBRE-PARA ASIGNARLO A BARCOS LOCALES				
57	LIBRE-PARA ASIGNARLO A BARCOS LOCALES				
58	TRANSPORTE MEDICO				
59	BARCOS DE ACUERDO A LA RESOLUCION NO. 18				

WIG: Embarcación que se suspende (hidrofoil)
HSC: Embarcación de alta velocidad
DG: Mercancía peligrosa
HS: Substancias nocivas
MP: Contaminante marino
0-9: No definido

Figura 99. Lista de Opciones

18. Se pulsa la tecla **[ENT]** para registrar lo seleccionado y volver a INIT SETTINGS.

19. Pulsando la tecla **[MENU]**; se abre una ventana de confirmación de los cambios.

SAVE?
* YES
NO
CANCEL

Figura 100. Ventana de Confirmación

20. Se presiona la tecla **[ENT]** para confirmar guardando los cambios.

6.4.5 Ajuste del CPA/TCPA

Esta opción permite establecer los valores CPA (Punto de Aproximación Máxima) y TCPA (tiempo al CPA) para los blancos AIS de cuyo acercamiento se quiere ser alertado. Cuando los valores CPA y TCPA de un blanco son menores que los aquí establecidos, suena la alarma.

1. Se debe pulsar la tecla **[MENU]** para abrir el menú principal.
2. Pulsar la tecla **[5]** para abrir INIT SETTINGS.
3. Pulsar la tecla **[5]** para seleccionar SET CPA/TCPA.

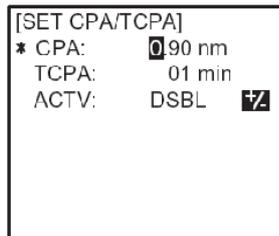


Figura 101. Entrada de los Valores de Alarma CPA/TCPA

4. Con las teclas numéricas, se ingresa el valor CPA (0 – 6,00 millas) y se presiona la tecla **[NEXT]** para pasar a TCPA.
5. Con las teclas numéricas, se ingresa el valor TCPA (0 – 60 minutos) y se presiona la tecla **[NEXT]** para pasar a ACTV (activación).
6. Se pulsar la tecla **[SFT/ +/-]** para seleccionar ENBL, para activar la alarma CPA/TCPA, o DSBL para desactivarla.
7. Presionando la tecla **[ENT]** se vuelve a INIT SETTINGS.
8. Al pulsar la tecla **[MENU]**. Se abre la siguiente ventana de confirmación.

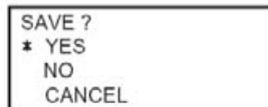


Figura 102. Ventana de Confirmación

9. Pulsar la tecla **[ENT]** para confirmar.

Si para ACTV se selecciona la opción “ENBL”, un blanco cuyos CPA y TCPA sean menores que los aquí establecidos generará la alarma sonora (si está habilitada) y la aparición del mensaje WNG COLLISION. Se silencia la alarma y se borra el mensaje pulsando la tecla **[CLR/ALM]**.

6.4.6 Presentación Ploter

La presentación ploter aparece automáticamente al encender el equipo pero también puede ser abierta como se explica a continuación. Los blancos AIS son presentados automáticamente.

Un blanco (representado por un círculo "vacío") indica la presencia de un barco equipado con AIS, en una situación determinada y con cierto rumbo; si se quiere más información con este blanco, se debe ejecutar lo indicado a continuación.

1. Se debe presionar la tecla **[MENU]** para abrir el menú principal.
2. Se presiona la tecla **[2]** para abrir la presentación ploter.
3. Usando la tecla **[1]** o la **[3]**, respectivamente, se disminuye o aumenta la escala (escalas disponibles: 0,125; 0,25; 0,5; 0,75; 1,5; 3; 6; 12; 24 millas).
4. Para presentar los datos de un blanco, se debe realizar lo siguiente:
 - a) Usando **[◀]** o **[▶]** se selecciona el blanco ("rellenar" en negro la marca del mismo).
 - b) Se presiona la tecla **[SFT/ +/-]** para presentar, alternativamente, SOG/COG (velocidad respecto al fondo fondo/rumbo efectivo) o CPA/TCPA (punto de aproximación máxima/tiempo al CPA).
 - c) Al presionar la tecla **[ENT]** se presentan otros datos. Se debe pulsar **[▲]** o **[▼]** para desplazar la presentación de datos. Esta información es la misma que la presentada vía el submenú TARGET DATA.

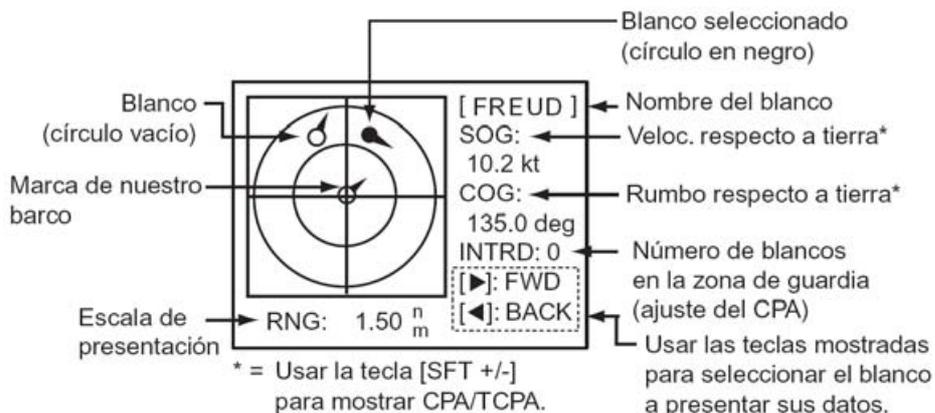


Figura 103. Presentación Ploter

Nota 1: Si no se recibe señal de un blanco AIS durante minuto y medio, el blanco es considerado como perdido y tres minutos más tarde desaparece de la presentación.

Nota 2: Cuando los valores CPA y TCPA de un blanco son menores que los de alarma establecidos, el símbolo del blanco parpadea y suena la alarma (si está habilitada); se silencia la alarma pulsando la tecla **[CLR/ALM]**.

6.4.7 Presentación de Datos de Blanco

Si se requiere información detallada en relación con un blanco, se debe proceder como se muestra a continuación.

6.4.7.1 Datos de blanco normal

1. Se presiona la tecla **[MENU]** para abrir el menú principal.
2. Pulsando la tecla **[1]** se selecciona TARGET DATA. (Para mostrar los DANGEROUS SHIPS (BARCOS PELIGROSOS), pulsar la tecla **[SHIFT/ +/-]**).

Blancos listados en orden a su distancia desde nuestro barco

▼	NAME	RNG ⁽ⁿ⁾ _m	BRG ^(°)
*	FREUD	2.9	276.1
	VOYAGE	3.1	292.9
	QUEST	4.3	279.5
	SEADOG	15.6	82.0
	INTREP	21.1	123.1
	GLOBER	28.8	246.3
	DTLS: [ENT]	1/	6

Nombre del barco, distancia y demora desde nuestro barco al blanco

No. del blanco seleccionado, no. de blancos

Figura 104. Lista de Blancos

3. Se debe presionar las teclas **[▲]** o **[▼]** para seleccionar el blanco de interés y pulsar la tecla **[ENT]**.
4. Usando **[▲]** o **[▼]** nos podemos desplazar en la presentación.
5. Presionando la tecla **[MENU]** dos veces se regresa al menú principal.

A continuación se muestran ejemplos de presentación de datos ilustrados.

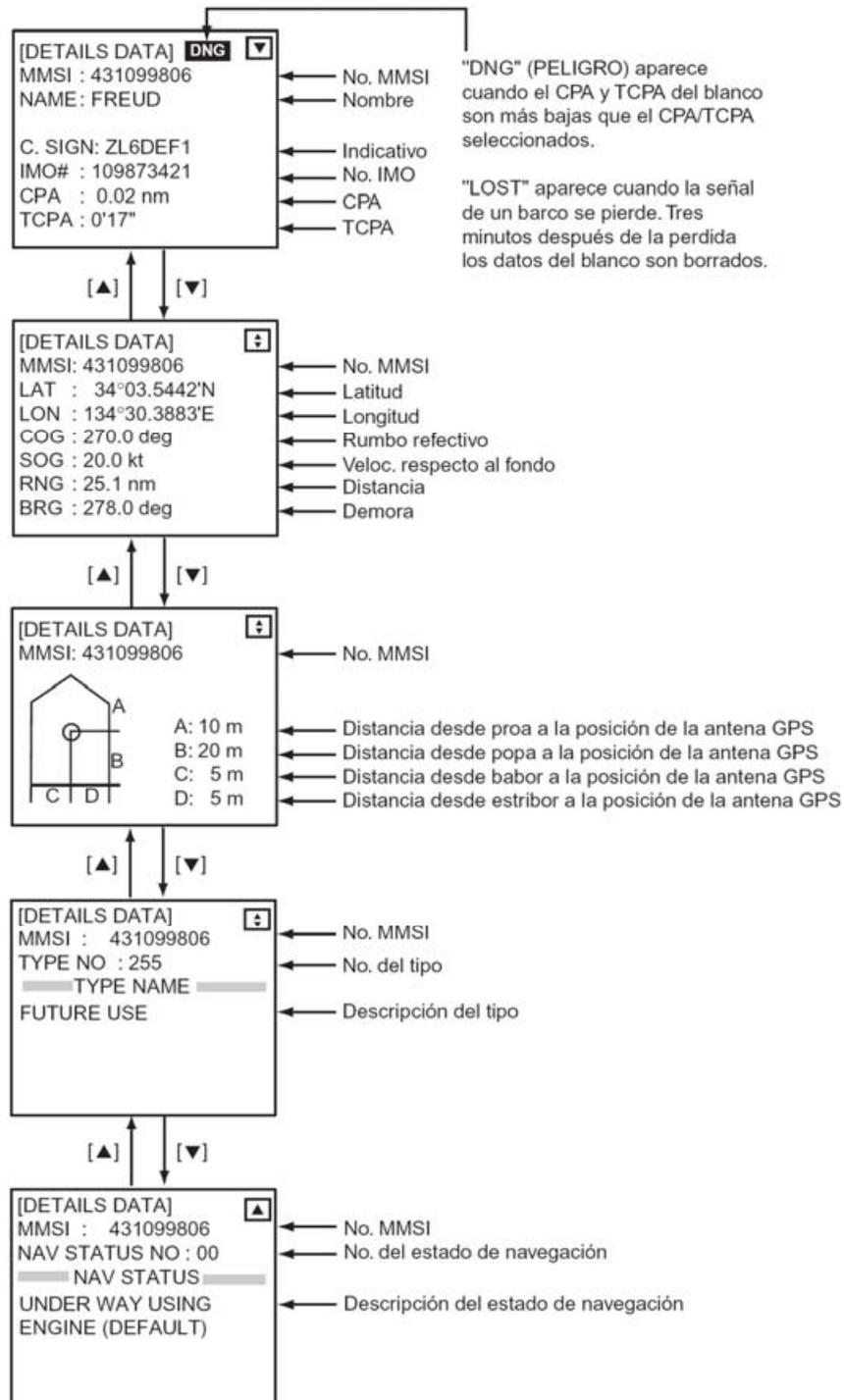


Figura 105. Presentación de Datos del Blanco

6.4.7.2 Datos de blanco peligroso

Para visualizar los barcos peligrosos, aquellos para los cuales los valores CPA y TCPA son menores que los establecidos como límites de alarma debemos:

1. Pulsar la tecla **[MENU]** para abrir el menú principal.
2. Presionar la tecla **[1]** para seleccionar TARGET DATA.
3. Pulsar la tecla **[SFT/ +/-]** para abrir DANGEROUS SHIPS.

[DANGEROUS SHIPS]			
NAME	CPA ⁽ⁿ⁾ _(m)	TCPA	
* BOUNTY	0.2	2:00	
SEADOG	1.0	2:30	
DTLS: [ENT] 1/ 2			

Nombre del blanco, y el CPA y TCPA

No. del blanco seleccionado, no. de blancos peligrosos

Figura 106. Blancos Peligrosos

4. Pulsando **[▲]** o **[▼]** se selecciona el blanco de interés y se pulsar la tecla **[ENT]**.
5. Al presionar la tecla **[MENU]** varias veces se regresa al menú principal.

Nota: Si no se recibe señal AIS del blanco seleccionado, aparece la indicación "LOST" (perdido) en la parte superior de la presentación DANGEROUS SHIPS.

6.4.8 Información del Barco Propio

El submenú OWN DATA presenta información relativa al barco propio, así como los valores y opciones establecidas en INIT SETTING.

6.4.8.1 Datos estáticos

OWN STATIC DATA presenta datos tales como número MMSI, número IMO, distintivo de llamada y nombre, eslora y manga, tipo de barco, posición de la antena del sistema de posicionamiento. Estos datos deben ser verificados en cada viaje o una vez al mes, lo que sea menos tiempo. Estos datos sólo serán modificados con autorización del capitán por el segundo piloto, quien es el responsable de mantener los equipos al día.

1. Se debe pulsar la tecla **[MENU]** para abrir el menú principal.
2. Al presionar la tecla **[3]** se abre OWN DATA.

[OWN DATA]	
* 1	OWN STATIC DATA
2	OWN DYNAMIC DATA
3	ALARM STATUS
4	SENSOR STATUS
5	INTERNAL GPS

Figura 107. Sub Menú OWN DATA

3. Se presiona la tecla [1] para seleccionar OWN STATIC DATA.
4. Para pasar las páginas se presiona [▲] o [▼].
5. Pulsando la tecla [MENU] dos veces se vuelve al menú principal.

A continuación se muestran algunos ejemplos de presentación de datos.

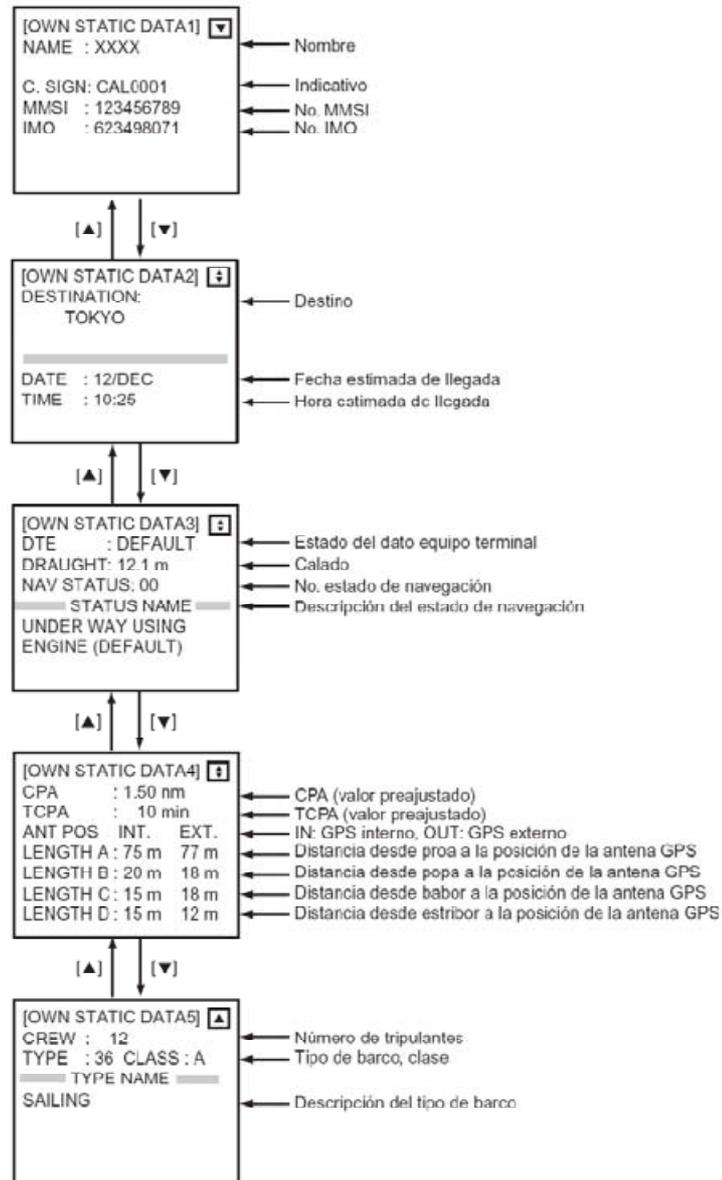


Figura 108. Presentación de Datos Estáticos

6.4.8.2 Datos dinámicos

OWN DYNAMIC DATA presenta datos tales como hora, fecha, posición, rumbo, rumbo efectivo (COG), velocidad respecto del fondo (SOG) y relación de giro (ROT).

El oficial de guardia debe comprobar periódicamente la posición, la velocidad sobre el fondo y la información de los sensores. Para observar los datos de debe:

1. Presionar la tecla **[MENU]** para abrir el menú principal.
2. Presionar la tecla **[3]** para seleccionar OWN DATA.
3. Pulsar la tecla **[2]** para abrir OWN DYNAMIC DATA.

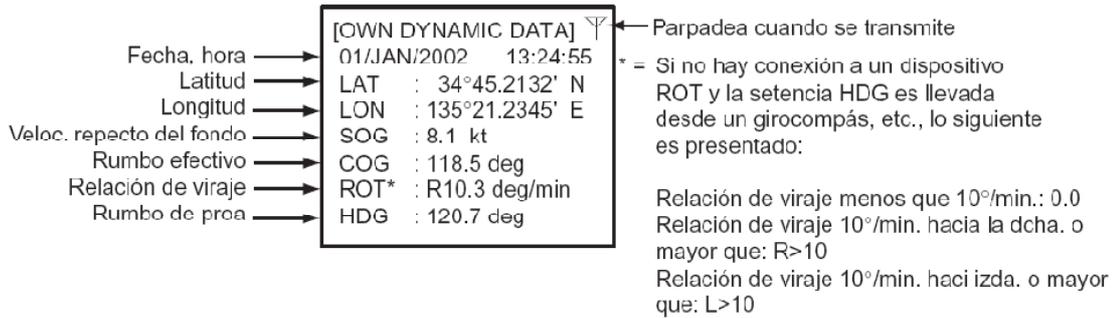


Figura 109. Presentación de Datos Dinámicos

4. Para cerrar la presentación se presiona la tecla **[MENU]**.

6.4.9 Mensajes

Se pueden enviar y recibir mensajes, vía el enlace de VHF, a un destinatario específico (MMSI) o a todos los barcos del área. Los mensajes pueden ser de rutina o relativos a la seguridad de la navegación. Estos últimos son solamente otro medio de difundir información de seguridad y no sustituyen a los requisitos GMDSS.

Cuando se recibe un mensaje, se produce un aviso sonoro y aparece la indicación "MESSAGE". El contenido del mensaje puede ser visto en el registro de mensajes recibidos.

6.4.9.1 Envío de mensajes

1. Para enviar un mensaje se debe pulsar la tecla **[MENU]** para abrir el menú principal.
2. Se presiona la tecla **[4]** para abrir el submenú SET MSG.

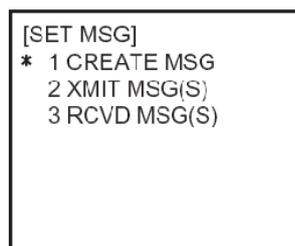


Figura 110. Sub Menú SET MSG

3. Presionando la tecla **[1]** se abre el submenú CREATE MSG.

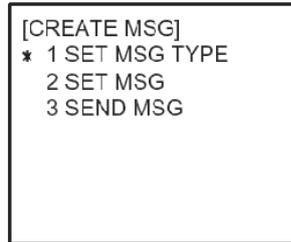


Figura 111. Sub Menú CREATE MSG

4. Pulsar la tecla **[1]** para seleccionar SET MSG TYPE.

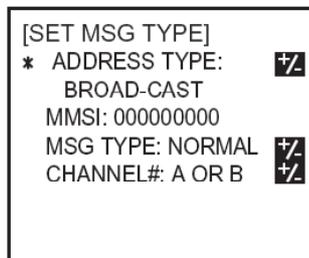


Figura 112. Sub Menú SET MSG TYPE

5. Está seleccionado ADDRESS TYPE; se usa la tecla **[SFT/ +/-]** para elegir el destinatario: ADDRESS – CAST (barco específico) o BROAD – CAST (todos los barcos); en este último caso, se debe seguir en el paso 7.
6. Si se ha elegido ADDRESS – CAST, se debe pulsar la tecla **[NEXT]** para seleccionar “MMSI” y entrar el número MMSI del barco al que se dirige el mensaje.
7. Pulsando la tecla **[NEXT]** se selecciona MSG TYPE.
8. Usando la tecla **[SFT/ +/-]** se elige el tipo de mensaje: NORMAL (no de seguridad) o SAFETY (aviso importante, meteorológico o en relación con la seguridad de la navegación).
9. Pulsar la tecla **[NEXT]** para seleccionar CHANNEL#.
10. Usando la tecla **[SFT/ +/-]** se elige el canal de transmisión del mensaje: CH – A, CH – B, BOTH (CH – A y CH – B), A OR B.
11. Presionando la tecla **[ENT]** se registrar lo seleccionado y se vuelve al submenú CREATE MSG.
12. Se debe pulsar la tecla **[2]** para seleccionar SET MSG.

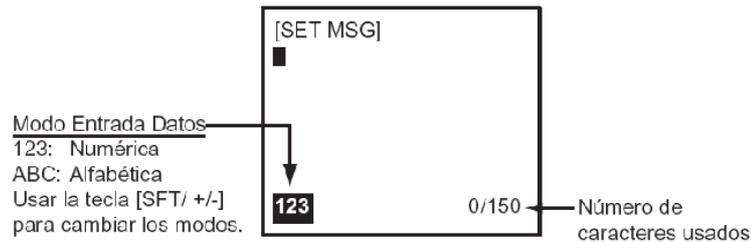


Figura 113. Ventana para escribir el mensaje

13. Se escribe el mensaje (hasta 150 caracteres alfanuméricos). Usando la tecla **[SFT/ +/-]** para cambiar entre entrada de números y letras. Los caracteres erróneos pueden ser borrados con la tecla **[CLR/ALM]**.
14. Se presiona la tecla **[ENT]** para archivar el mensaje y regresar al submenú CREATE MSG.
15. Se pulsa la tecla **[3]** (SEND MSG) para enviar el mensaje.

Durante la transmisión aparece en pantalla “NOW SENDING” (Ahora Enviando) y “SEND COMPLETED” (Envío Completo) al término de la misma (si el mensaje se transmitió a un barco concreto, junto con esta última leyenda aparece también el MMSI del barco receptor). Si el mensaje no pudo ser transmitido aparece “SEND FAILED” (Envío Fallido). Si no se recibe el acuse de recibo de un mensaje transmitido, aunque la transmisión haya tenido éxito, se presenta “UNSUCCESSFUL” (fallido).

6.4.9.2 Recepción de mensajes

Cuando se recibe un mensaje, aparece en pantalla la ventana siguiente. Para ver el contenido del mensaje se han de seguir los siguientes pasos.

1. Pulsar la tecla **[ENT]** para cerrar la ventana anterior.

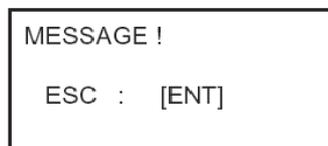


Figura 114. Aviso de Recepción de Mensaje

2. Pulsar la tecla **[MENU]** para abrir el menú principal.
3. Presionar la tecla **[4]** para seleccionar SET MSG.
4. Presionar la tecla **[3]** para seleccionar RCVD MSG (S).



Figura 115. Ejemplo de Mensaje Recibido

5. Se presiona la tecla **[NEXT]** para seleccionar el mensaje señalado con “NEW” y se presiona la tecla **[ENT]**, para ver el contenido del mensaje.

6.4.10 Habilitación/Inhabilitación de la Alarma

La alarma sonora para CPA/TCPA y para fallo del sistema puede ser habilitada o inhabilitada como se indica a continuación (Esta alarma no tiene relación con la del radar).

1. Se pulsa la tecla **[MENU]** para abrir el menú principal.
2. Se presiona la tecla **[6]** para abrir el submenú SYSTEM SETTINGS.
3. Presionando la tecla **[5]** seleccionamos SET BUZZER.

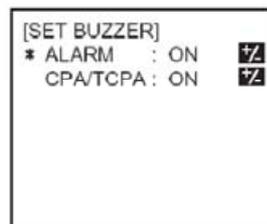


Figura 116. Menú SET BUZZER

4. Está seleccionado ALARM; pulsar **[SFT/ +/-]** para elegir entre ON (habilitar) u OFF (inhabilitar) para fallo del sistema. Presionamos la tecla **[NEXT]** para pasar a CPA/TCPA o a MSG ALM.
5. Pulsar la tecla **[SFT/ +/-]** para elegir ON (habilitar) u OFF (inhabilitar).
6. Presionar **[ENT]**; pulsar **[MENU]** varias veces para cerrar el menú.

6.4.11 Imágenes Equipo AIS

A continuación se presentan algunas imágenes de uno de los tantos modelos de equipos transpondedores AIS que se ofrecen en el mercado¹³.



Figura 117. Pantalla Principal del AIS, muestra los datos y estado del entorno en presencia de otras embarcaciones con equipos AIS o ayudas a la navegación que puedan poseerla. Nótese que los controles son diferentes a los que he considerado, debido principalmente a que las marcas existentes en el mercado adaptan las características ergonómicas a su mejor comodidad. Aquí el Mouse (TrackBall) es reemplazado por una rueda giratoria y limita su panel a los botones necesarios para su manejo.

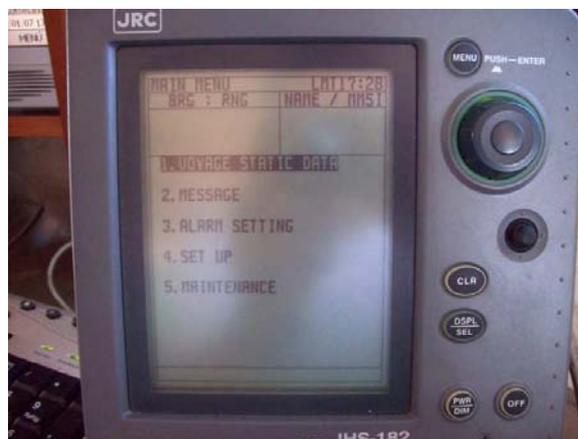


Figura 118. Presentación del Menú Principal del Equipo, presentando 5 opciones: Datos Estáticos del Viaje, Mensajes, Configuración de las Alarmas, Configuraciones Generales y Mantenimiento.

¹³ Fuente: Fotografías tomadas por el Sr. Roberto Casanova Esparza a Equipo AIS Marca JRC Modelo JHS – 182.

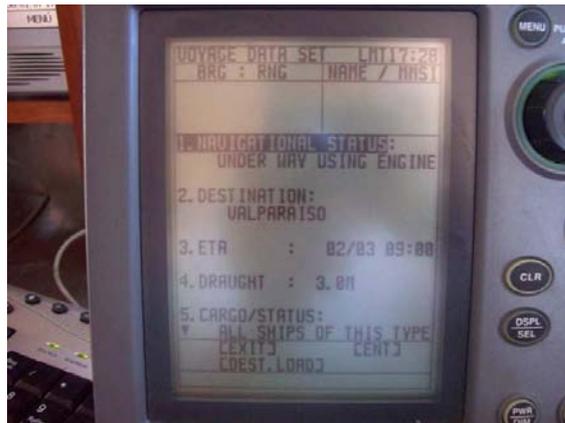


Figura 119. Submenú Datos Estáticos del Viaje. Se observan las opciones de Estatus de Navegación, Destino, ETA, Calado, Estado de la Carga.

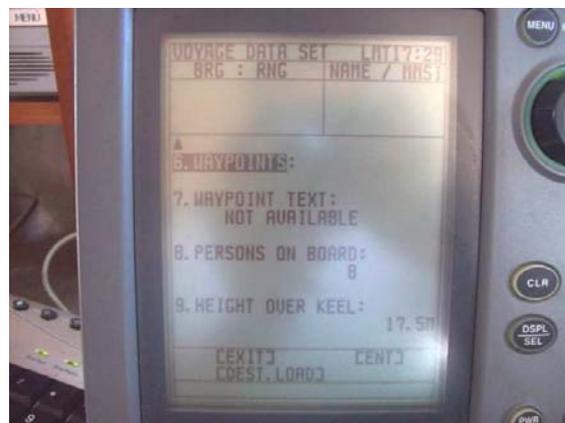


Figura 120. Continuación Submenú Datos Estáticos del Viaje. Se observan las opciones de Waypoints, Texto de los Waypoints, Personas a Bordo, Puntal sobre la Quilla.



Figura 121. La imagen de la izquierda muestra el menú principal seleccionando la opción MESSAGE (Mensajes). La imagen de la derecha muestra el submenú MESSAGE (Mensajes) con sus diversas opciones de edición de texto, envío y recibo de mensajes.



Figura 122. La imagen de la izquierda muestra el menú principal del AIS y la selección de la opción ALARM SETTING (Configuraciones de la Alarma). La imagen de la derecha muestra el submenú ALARM SETTING con las opciones que presenta; Zona de Guardia, Blancos Perdidos, Historial de Alarma.



Imagen 123. La imagen de la izquierda muestra el menú principal del AIS y la selección de la opción SET UP (Configuraciones). La imagen de la derecha muestra el submenú SET UP con las opciones que ofrece; Contraste de la Pantalla, Hora Local, Respuesta a Largo Alcance, Avisos Sonoros, entre otros.



Figura 124. La imagen de la izquierda muestra el menú principal del AIS y la selección de la opción MAINTENANCE (Mantenimiento). La imagen de la derecha muestra el submenú MAINTENANCE ya ingresado y muestra las diversas opciones que posee; Auto Diagnóstico, Condición TRX, Alarma AIS, Estatus de Sensores, Versión del Software, entre otros.

6.5 Reglamentación Concerniente al AIS

A continuación se presentarán algunos de los reglamentos y convenios más importantes a los cuales el Sistema de AIS se ve sujeto; para su funcionamiento, establecer sus estándares de calidad, cumplimiento de requisitos mínimos y obligatoriedad para ciertas embarcaciones.

6.5.1 Capítulo V SOLAS. Regla 19

De acuerdo con el Capítulo V del SOLAS, Regla 19, el AIS deberá:

- Transmitir automáticamente a las estaciones costeras, buques y aeronaves correctamente equipadas, información que incluya la identidad del buque, tipo, posición, rumbo, velocidad, estado de navegabilidad y cualquier otro tipo de información relativa a la seguridad.
- Recibir automáticamente la información anterior desde buques correctamente equipados.
- Monitorizar y hacer el seguimiento de buques.
- Facilitar el intercambio de datos con las estaciones costeras.

El AIS fue aprobado por la OMI en el 2002 con un calendario de implementación según las características del buque, comenzando el 31 de diciembre de 2004. El estándar AIS, es un estándar obligatorio para los buques sometidos al Convenio SOLAS con las siguientes características:

- Buques con arqueado bruto superior a 500 GT.
- Buques en viaje internacional con arqueado bruto superior a 300 GT.
- Todos los buques de pasaje, independientemente de su tamaño.

Está en fase de aprobación una Directiva europea que cambiará la Directiva 2002/59/E, haciendo obligatorio el uso de AIS para buques de pesca, con el siguiente calendario de implementación:

- Pesqueros entre 24 y 45 metros de eslora: no más tarde que 3 años desde la entrada en vigor de la Directiva;
- Pesqueros entre 18 y 24 metros de eslora: no más tarde que 4 años desde la entrada en vigor de la Directiva;
- Pesqueros entre 15 y 18 metros de eslora: no más tarde que 5 años desde la entrada en vigor de la Directiva;
- Pesqueros de nueva construcción de más de 15 metros de eslora: no más tarde que 18 meses desde la entrada en vigor de la Directiva;

El Dictamen del Comité de las Regiones sobre el "Tercer paquete de medidas legislativas para la seguridad marítima" (2006/C 229/06) señala en el apartado 3.2 que se recomienda la introducción de los sistemas AIS en todos los buques pesqueros, tanto en los que faenan en aguas costeras como en alta mar, es decir, no sólo en los de más de quince metros de eslora. Precisamente los barcos más pequeños son los que corren más riesgos puesto que son difíciles de localizar tanto visualmente como mediante radar si son de madera o de fibra de vidrio reforzada, por las características que ya se han señalado en páginas anteriores.

6.5.2 OMI MSC.74 (69) Anexo 3. "Recomendación sobre las normas de funcionamiento para el sistema de Identificación Automática (SIA) Universal a bordo.

Este reglamento tiene como principal función, especificar prescripciones relativas al SIA universal.

El SIA permitirá mejorar la seguridad de la navegación mediante el aumento de la eficacia de la misma en los buques, la protección del medio ambiente y las operaciones de los servicios de tráfico marítimo (STM), al satisfacer las prescripciones funcionales siguientes:

- En la modalidad buque – buque para prevenir los abordajes;
- Como medio utilizado por los estados ribereños para obtener información sobre los buques y su carga; y
- Como herramienta de los STM, es decir, buque – costera (ordenación del tráfico).

El SIA podrá transmitir automáticamente información desde un buque a otros buques y a las autoridades competentes con la exactitud y frecuencia requeridas para mantener un seguimiento preciso. La transmisión de datos se deberá poder llevar a cabo con una participación mínima del personal del buque y con un alto grado de disponibilidad. La instalación, además de satisfacer lo estipulado en el Reglamento de Radiocomunicaciones, las recomendaciones del UIT – R y las prescripciones generales que figuran en la resolución A. 694 (17), deberá cumplir las normas de funcionamiento siguientes.

i. Funcionalidad

El sistema deberá poder operar en diversas modalidades, a saber:

- Una modalidad "autónoma y continua" para funcionar en cualquier zona.
- Una modalidad "asignada" para funcionar en la zona controlada por una autoridad competente responsable de la supervisión del tráfico.
- Una modalidad de "interrogación secuencial" o controlada, en la que la transferencia de datos sea activa como respuesta a la interrogación recibida de otro buque o de una autoridad competente.

ii. Aptitudes

El SIA deberá constar de los elementos siguientes:

- Un procesador de comunicaciones.
- Un medio de procesar los datos procedentes de un sistema electrónico de determinación de la situación.
- Un medio automático de introducir datos procedentes de otros sensores.
- Un medio manual de introducir y recuperar datos.
- Un medio de comprobar errores en los datos recibidos y transmitidos.
- Un equipo de pruebas incorporado.

El SIA deberá poder

- Suministrar información de manera automática y continua a la autoridad competente y a otros buques sin la participación del personal del buque;
- Recibir y procesar información procedente de otras fuentes, incluida la que se reciba de una autoridad competente y de otros buques;
- Responder con un retardo mínimo a las llamadas de alta prioridad y las relacionadas con la seguridad.
- Suministrar información sobre la situación y las maniobras a un régimen adecuado de transmisión de datos que permita a la autoridad competente y a otros buques mantener un seguimiento preciso.

iii. Interfaz de usuario

Para que el usuario pueda tener acceso a la información, seleccionarla y presentarla en otro sistema, el SIA deberá contar con una interfaz que se ajuste a una norma internacional apropiada sobre interfaces marítimas.

iv. Identificación

Para identificar a los buques y a los mensajes se deberán utilizar los números apropiados de las identidades del servicio móvil marítimo (ISMM).

v. Información

Entre la información facilitada por el SIA debe figurar la siguiente:

- Estática.

- Dinámica.
- Relacionada con la travesía.
- Mensajes breves relativos a la seguridad.

Régimen de actualización de la información en la modalidad autónoma

Los diversos tipos de información tienen un plazo de validez diferente, por lo que su régimen de actualización ha de ser distinto:

- Información estática: Cada 6 minutos y cuando se solicite.
- Información dinámica: Depende de los cambios de velocidad y rumbo.
- Información relacionada con la travesía: Cada 6 minutos, cuando se hayan modificado los datos y cuando se solicite.
- Mensaje relativo a la seguridad: Este aspecto ya ha sido señalado anteriormente en esta tesis, para un mayor detalle se recomienda observar el cuadro de la Página 159.

Seguridad

Se deberá disponer de un mecanismo de seguridad para detectar la desactivación y evitar que puedan modificarse sin autorización los datos de entradas o los transmitidos. Con objeto de impedir la difusión no autorizada de datos se deberán cumplir las directrices de la OMI (Directrices y criterios relativos a los sistemas de notificación para buques).

vi. Periodo admisible de inicialización

El equipo deberá estar en condiciones de funcionar en un plazo de 2 min desde que se haya conectado.

vii. Suministro de energía

El SIA y los sensores conexos deberán estar alimentados por la fuente de energía eléctrica principal del buque. Además, el SIA y los sensores conexos deberán poder funcionar con otra fuente de energía eléctrica.

viii. Características técnicas

Las características técnicas del SIA, tales como la potencia de salida variable del transmisor, las frecuencias de funcionamiento (especializadas a niveles internacionales y seleccionados a nivel regional), la modulación y el sistema de antena deberán ajustarse a las recomendaciones pertinentes del UIT – R.

6.5.3 IALA Guideline No. 1042. On Power Sources for Aids to Navigation. Sobre fuentes de alimentación para las ayudas a la navegación. Edición 1. Diciembre 2004.

Con el sistema AIS disponemos de un potencial elemento de monitorización, además de funcionar en sí mismo como una AtoN. La recomendación A – 126 de la IALA para el AIS como Ayuda a la Navegación lo contempla. Hay que considerar que el nivel de consumo viene determinado por el volumen y frecuencia de la información transmitida, además de:

- Potencia de transmisión.
- Número y tipo de mensajes transmitidos.
- Intervalo de repetición del mensaje.

6.5.4 Resolution A.917 (22). Adoptada el 29 de Noviembre del 2001. (Agenda ítem 9). Guidelines for the Onboard Operational Use on Shipborne. Automatic Identification System (AIS).

Esta resolución es más que nada una guía que se desarrolló para promover el correcto y efectivo uso del sistema automático de Identificación de buques para la mejor dirección del mismo, en particular para informar a los navegantes sobre el uso operacional, límites y potenciales usos del AIS. Consecuentemente, el AIS debe ser operado tomando en cuenta esta guía.

También se considera que para poder usar esta guía de AIS, el usuario debe comprender completamente el principio de ésta, las recomendaciones, y familiarizarse con las operaciones del equipo, incluyendo la correcta interpretación de la presentación de los datos en pantalla. Entrega, de igual forma, una completa descripción del sistema AIS, particularmente lo concerniente a las guías para la mejor navegación del buque utilizando el equipo (incluyendo sus conexiones y componentes).

6.5.5 Estándares Técnicos de ITU

Esto especifica las características técnicas del sistema y estipula como el AIS debe considerar los requerimientos operacionales de los estándares de desempeño. Provee los criterios técnicos del AIS, entre ellos:

- Características de Recepción
- Modulación
- Formato de la Información, mensajes y paquetes
- Tiempo de División de acceso múltiple (TDMA)
- Administración de los Canales

Por iniciativa del IALA, un bosquejo de las Características Técnicas fue preparado y enviado a las consultas de la ITU Radio Comunicaciones (ITU – R) Grupo de Estudio, en su Reunión de Trabajo 8B celebrada en Marzo del 1998. Una revisión de las recomendaciones ITU fue preparada y formalmente aprobada por la Unión en noviembre de 1998, siendo catalogada como: ITU – R Recomendaciones M. 1371 – 1 – Características Técnicas para la guía del buque aplicando el Sistema de Identificación Automática usando el acceso al tiempo de división múltiple en la banda móvil marítima.

6.5.5.1 Ubicación de los Canales VHF

Una petición de la IMO para el otorgamiento de dos canales marítimos VHF para el AIS, fue enviada a la ITU World Radio Communication Conference (WRC) en Ginebra durante Octubre/Noviembre del año 1997. Dos canales fueron designados y se agregó una nota al pie al Apéndice S18 de las Regulaciones de Radio de la ITU titulada “Tabla de Frecuencias de Transmisión en las Bandas Móviles Marinas de VHF”, que señala lo siguiente:

“Estos canales (AIS 1 y AIS 2) serán utilizados como un identificador automático de buques y sistema de vigilancia capaz de proveer una operación a nivel mundial en alta mar, a no ser que otras frecuencias sean designadas en una base a nivel regional para su propósito”. Los canales Alojados son AIS 1 (167.975 MHz) y AIS 2 (162.025 MHz), mencionados anteriormente.

6.5.5.2 Pruebas Estándares IEC

El IEC prepara las especificaciones para las pruebas de aprobación del equipo obligatorio que los buques requieren bajo el reglamento del SOLAS, que en este caso en el AIS se incluyen:

- Pruebas de Especificaciones.
- Estándares de la información de Entrada/Salida.
- Estándares de Conexión.
- Confección del equipo, pruebas de integridad detallada.

Las Pruebas de los Estándares del IEC para el AIS son 61993 – 2 – Requerimiento en el Desempeño y Operación de las Guías del buque y Sistema de Identificación Automático (AIS), Métodos de Prueba y Requerimientos en los Resultados de las Pruebas.

CAPÍTULO VII

7. Mantenimiento de los Equipos

Una parte importante para el funcionamiento de los equipos de Radar ARPA y AIS es realizar comprobaciones periódicos ya que son importantes para mantener cualquier sistema electrónico en buen estado de funcionamiento y prolongar al máximo su vida útil. Nunca se deben olvidar seguir procedimientos adecuados para realizar una correcta mantención:

- Mantener el Equipo Cerrado, ya que si se mantiene abierto puede provocar peligros de electrocución. Es muy importante que solo el Oficial Electricista del buque se preocupe de realizar las mantenciones y trabajos en el mismo.
- En el Caso del Sistema de Radar cuando se trabaje en la antena se debe apagar el equipo con el fin de evitar el riesgo de ser golpeado con la antena al girar o al quedar expuestos a la radiación que la misma emana para su funcionamiento.
- En el caso de trabajar en alturas se debe tomar el resguardo adecuado para ello y utilizar cinturón de seguridad para evitar caídas que puedan ocasionar hasta la muerte.

Del Radar ARPA

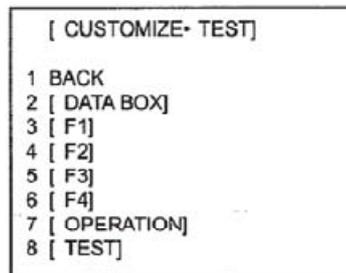
Para mantener un buen funcionamiento del radar se debe establecer un programa de mantenimiento regular que incluya al menos las comprobaciones descritas a continuación:

Período	Elemento	Comprobación	Observaciones
Cuando sea necesario	Pantalla LCD	Con el tiempo, la pantalla acumula una capa de suciedad que oscurece la pantalla	Limpiar la pantalla LCD cuidadosamente para evitar arañazos; usar un pañuelo de papel y un limpiador de LCD para disolver la suciedad. Cambiar de papel frecuentemente para evitar arañazos en la pantalla.
	Procesador	Limpiar con un paño suave	No usar disolventes químicos
3 a 6 meses	Pernos de fijación de la antena	Comprobar que están apretados y sin corrosión	Sustituir los pernos corroídos. Cubrir los pernos con sellador anticorrosivo. Aplicar grasa a las tuercas
	Radiador de antena	Material extraño en la superficie del radiador causará una considerable pérdida de rendimiento. Limpiarlo con un paño suave y agua dulce. Comprobar que no hay roturas	No usar limpiadores que puedan atacar la pintura y las marcas. Si se detecta alguna grieta, repararla provisionalmente usando una pequeña cantidad de compuesto sellador o

			adhesivo
	Conectores y terminales de la unidad de antena. (Sólo Oficial Electricista)	Retirar la cubierta de la antena y comprobar los conectores y terminales de conexión. Verificar que la junta de goma de la cubierta está en buen estado	Al cerrar la antena, asegurarse de que no se han atrapado los cables con la cubierta.
6 meses a 1 año	Conectores y terminales de la unidad de presentación. Terminal de tierra. (Sólo técnicos.)	Comprobar que están bien apretados y que no existe corrosión.	

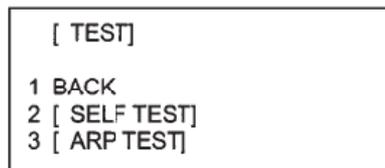
Otra de las opciones que el equipo posee es un Diagnostico, un programa de prueba que verifica el funcionamiento de los circuitos principales. Al realizar esta prueba se pierde la imagen del radar, pero es de gran ayuda para saber si el equipo función correctamente. Para realizar esta prueba se debe proceder como sigue:

1. Se coloca el puntero utilizando el TrackBall en el cuadro MENU y se selecciona pinchando con el botón izquierdo.
2. Se selecciona la opción "9 [CUSTOMIZE•TEST]" presionando el botón izquierdo.



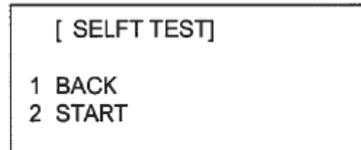
Menú [CUSTOMIZE•TEST]

3. Se selecciona 8 [TEST] presionando el botón izquierdo.



Menú TEST

4. Se selecciona "2 [SELF TEST]" pulsando el botón izquierdo.



Menú TEST

5. Se selecciona "2 START" pulsando el botón izquierdo. Poco después se presentan los resultados de la prueba y suena la alarma. Se presenta OK para los elementos con funcionamiento normal; NG (fallo) para los que se detecta algún fallo.

Del AIS

Al igual que el Radar ARPA, en el equipo de AIS el mantenimiento regular es esencial para conservar el buen funcionamiento del equipo. Debe establecerse un programa de mantenimiento mensual que incluya, al menos, lo que se indica a continuación:

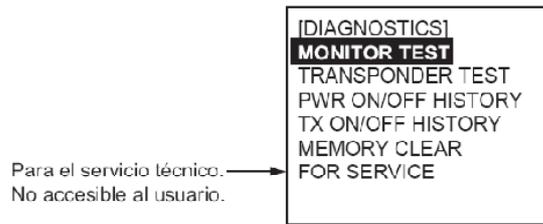
Elemento	Comprobación
Conectores	Comprobar el apriete de los conectores del transpondedor y del monitor
Cableados	Comprobar el buen estado de los cables
Terminal de Tierra	Comprobar la limpieza de los terminales de tierra
Hilo de Tierra	Comprobar la conexión de los hilos de tierra
Limpieza	Limpiar la pantalla LCD con toallas de papel y un limpiador específico; sin usar disolventes tales como acetona u otros productos químicos; frotar suavemente y cambiar varias veces la toalla de papel para no rayar la superficie de la pantalla.

De la misma forma que sistema del Radar ARPA, el AIS posee la función de realizar un Diagnóstico para comprobar los distintos dispositivos del equipo. Para realizarla simplemente se deben realizar los pasos que se explican a continuación:

Para Probar el Monitor

Se presenta el N° del programa y se comprueban el estado de la pantalla, programas internos del equipo y los controles. Para ello se debe:

1. Pulsar la tecla MENU para abrir el menú principal.
2. Seleccionar DIAGNOSTICS con el mando del cursor y pulsar la tecla ENT.



Submenú DIAGNOSTICS

3. Se debe seleccionar MONITOR TEST con el mando del cursor y apretar la tecla ENT para seleccionarla.

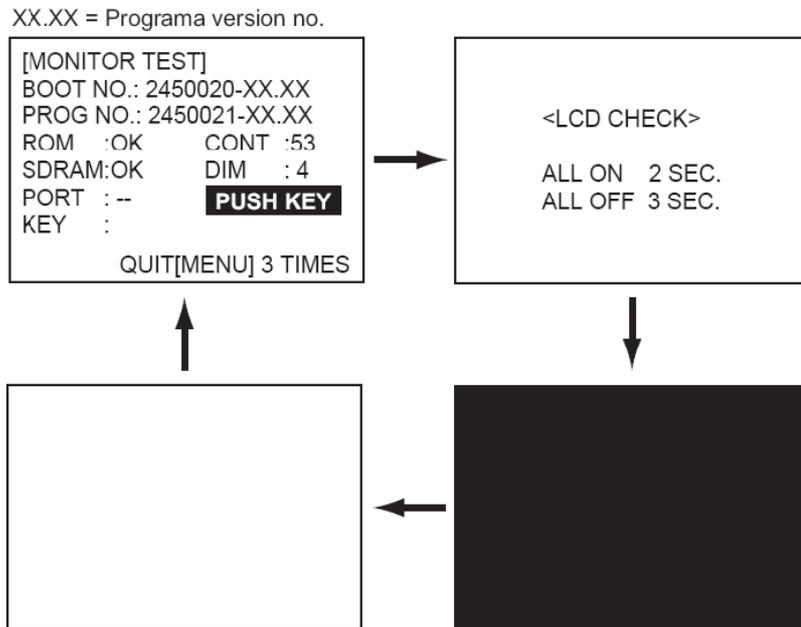


Diagrama de la Secuencia en la Prueba del Monitor

- a) Se inicia la prueba presentando el N° del programa.
- b) Presentado el N° del programa aparece la indicación "PUSH KEY". Se debe presionar las teclas del panel y las flechas del mando del cursor una a una. Si la tecla o flecha pulsada funciona correctamente aparece su nombre al lado de "KEY".
- c) Terminada la comprobación de las teclas se verifican los programas internos del equipo. Los resultados de las pruebas se presentan como OK o NG (fallo); en caso de NG se debe solicitar la asistencia del oficial electricista a bordo o de un servicio técnico.
- d) Luego de ello se cambia automáticamente el contraste de la pantalla.
- e) A continuación todos los segmentos de la presentación se encienden durante dos segundos y después se apagan durante tres segundos; después la pantalla se vuelve negra y a luego blanca.
- f) La prueba se repite.

4. Para salir de la función de pruebas se tiene que presionar pulsar la tecla MENU tres veces cuando esté presente la indicación "PUSH KEY".

Prueba del Transpondedor

En la prueba del Transpondedor se comprueban la memoria y el receptor GPS interno.

Prueba de la memoria

Aquí se comprueba el funcionamiento de la memoria y se presenta el número del programa. Para ello se debe:

1. Pulsar la tecla MENU para abrir el menú principal.
2. Se debe seleccionar DIAGNOSTICS con el mando del cursor y presionar ENT para acceder a ella.
3. Se Selecciona TRANSPONDER TEST con el mando del cursor y presionando la tecla ENT.
4. Se accede a MEMORY TEST con el mando del cursor presionando ENT. Al igual que en la prueba anterior, se presenta el número del programa y se verifican los programas internos del sistema. Los resultados de las pruebas se presentan como OK o NG (fallo); en caso de presentarse un fallo se debe dar cuenta al oficial electricista del buque o solicitar asistencia técnica.

```
[MEMORY TEST]
PROGRAM NO.
 2450018-xx.xx
MAIN ROM : OK
MAIN RAM : OK
SUB RAM  : OK
```

xx.xx: Programa Version No.

Prueba de la memoria

5. Para salir se presiona la tecla MENU y se retorna al sub-menú DIAGNOSTICS.

Prueba del GPS interno

Para probar el GPS interno del equipo se debe:

1. Pulsar la tecla MENU para abrir el menú principal.
2. Seleccionar DIAGNOSTICS con el mando del cursor y presionar la tecla ENT para acceder a ella.
3. Seleccionar TRANSPONDER TEST con el mando del cursor y pulsar la tecla ENT.

4. Seleccionar GPS TEST con el mando del cursor y ENT. Aquí se presenta el número del programa y los resultados de la prueba, que pueden ser los siguientes:

OK	:	Normal
NG	:	Fallo; se indica la razón:
DATA BACKUP ERR	:	Error en los Datos de Respaldo
GPS COMMUNICATION ERROR	:	Error de Comunicación con el GPS
PARAMETER BAKUP ERR	:	Error en los Parámetros de Respaldo
ANTENNA ERROR	:	Error en la Antena

```
[GPS TEST]
PROGRAM NO.
  485026xxxx
TEST: OK
```

xxxx: Programa Version No.

Prueba del GPS

5. Para salir y volver al sub-menú DIAGNOSTICS se debe pulsar la tecla MENU.

CAPÍTULO VIII

8. Conclusiones

Al terminar este trabajo, puedo concluir que esta tesis está enfocada principalmente a los alumnos de la carrera de Ingeniería Naval mención Transporte Marítimo, y como referencia a quienes realicen el curso modelo OMI 1.07 “Navegación por Radar, Ploteo de radar y uso del APRA”, o mejor aún, como un documento informativo para aquellos que no tengan la oportunidad de realizarlo, entregándoles las herramientas y conocimientos básicos para el manejo de los Sistemas de Radar e Identificación Automática de contactos al momento de realizar la práctica profesional para obtener el título de Tercer Piloto de la Marina Mercante Nacional.

La utilización de las ayudas a la navegación para el mantenimiento de la vida humana en el mar ha ido ganando terreno cada vez más al ir implementándose nuevas tecnologías que permiten el desarrollo oportuno y eficaz a las técnicas de navegación ya conocidas por la gente de mar. El uso del radar ha sido por años el elegido por excelencia, y su obligatoriedad y normativas se han considerado necesarias para que sus aplicaciones y correcto uso sean los adecuados a la hora de dirigir la embarcación.

La utilidad que estos equipos de radar y AIS prestan a los navegantes es extraordinaria en comparación a las existentes hace unos cuantos años atrás. Las comunicaciones entre embarcaciones se han potenciado por equipos como el AIS que nos facilita identificar un buque con sus datos de navegación para facilitarnos el comunicarnos por radio con las mismas. Antes debíamos identificar la posición del buque mediante coordenadas y, llamándola por radio, se realizaba la búsqueda para comunicarnos, preguntar nombres, ETA, etc., hoy gracias a estos nuevos equipos, podemos limitarnos a llamarlos por su nombre y a hacer las preguntas de rigor necesarias; como planificar maniobras, preguntar por estados del tiempo, entre otros.

Es de gran importancia que nos fijemos que los equipos de AIS mantengan una información actualizada y fidedigna de los datos del buque, para que así pueda ser leída por quienes lo necesiten. Es por eso que el Segundo Piloto debe cumplir su misión de mantener los datos de los equipos al día, evitando de esta manera confusiones al momento de mantener contacto con otros buques, autoridades marítimas o entre los mismos oficiales de la embarcación por el simple hecho de pasar por alto esta tarea.

Como observación personal, me parece imperativo que cada oficial, piloto o interesado a bordo de la embarcación, y por iniciativa propia, revise los manuales de los equipos existentes en el puente de cada buque, como ya he señalado anteriormente no siempre nos encontraremos con un solo tipo de equipo, las distintas marcas fabricantes de éstos adaptan sus características físicas (controles, botones, etc.) de distinta forma para su control; el idioma de los menús puede ser distinto, el acceso de la información, en fin, todo lo referente a su

utilización debemos de manejarlo. Si bien los principios son los mismos, son los modos los que nos pueden jugar en contra, por lo que una adecuada revisión antes de una errónea manipulación, no nos afecta en realizar un mejor desempeño a bordo.

Es importante que conozcamos el uso teórico del radar, la cinemática aplicada a la prevención de abordajes es un tópico importante al momento de embarcarnos. Cualquiera sea el buque al que seamos destinados, puede que no cuente con un equipo ARPA lo que nos obligará, cuando el momento lo indique necesario, aplicar nuestros conocimientos para ver si las embarcaciones alrededor nuestro presentarán un riesgo a la nave. Así también no debemos confiarnos solamente al uso de los equipos para navegar, debemos mantenernos siempre en contacto y aplicando las comunicaciones radiales para evitar confusiones aplicando los reglamentos para prevención de los abordajes, ya bien fue ejemplificado con la tragedia del Andrea Doria.

La instrucción en el uso de estos sistemas se debe cuidar de realizar por personal competente, y se debe informar por sobre todo las consecuencias de sobre confiarse en el uso de ellos. La adquisición de los mismos, debe mantenerse bajo el amparo de las normativas vigentes, viendo que se cumplan las mínimas indicaciones en su confección, uso y prestaciones. Debemos estar pendientes a realizar una mantención de los equipos cada cierto tiempo para que su desempeño sea el óptimo durante largas travesías, de igual manera, al encenderlos o manipularlos, debemos preocuparnos que no exista personal trabajando en las antenas, obstrucciones en las mismas o cualquier factor que impida un funcionamiento adecuado.

No es extraño esperar que a medida que nos desempeñemos en el campo profesional nuevas ayudas a la navegación aparezcan, de la mano de los avances computacionales y tecnológicos dominantes actualmente. No debemos verlos como desafíos complicados, por el contrario, están a nuestra disposición para mantener nuestra seguridad. Debemos ir adaptándonos a los cambios y aprender a utilizarlos para no quedarnos obsoletos en su utilización, ya que simplemente la tecnología se ha desarrollado para facilitarnos las cosas.

CAPÍTULO IX

9. Glosario

AIS / SIA

Automatic Identification System o Sistema Automático de Identificación. Es un sistema implementado en buques cuyo objetivo fundamental es permitir a las embarcaciones comunicar su posición y otras informaciones relevantes para que otros buques o estaciones puedan conocerla. La utilidad más importante es evitar colisiones entre buques.

Cinemática

Rama de la mecánica que estudia el movimiento en su aspecto geométrico. Aplicada a la navegación estudia el movimiento del buque con relación a otro cuando uno de los dos está en movimiento.

COG

Siglas en inglés para Course Over Ground o Curso Sobre Tierra, en español, referida a la velocidad que el buque lleva con respecto al fondo. Este término se utiliza en la mayoría de los equipos de posición y detección de blancos en un buque.

CPA

Siglas en inglés para Closest Point of Approach o Punto de Mayor Aproximación, en español, referido a la menor distancia que un buque o contacto cualquiera pasará con respecto a la propia posición. Éste término se utiliza en cinemática aplicada a la prevención de abordajes y se presenta como un dato en la utilización de los equipos del puente de un buque.

Datos Dinámicos

Son aquellos datos que se actualizan en un equipo de AIS automáticamente por los sensores del barco conectados al mismo y que van cambiando cada cierto tiempo y que son relativos al viaje. Estas pueden ser introducidas manualmente y pueden actualizarse durante el viaje. Entre ellos se pueden encontrar: COG, SOG, Rumbo, Estado de la Navegación, Posición del barco, Hora y Estado de Giro.

Datos Estáticos

Son aquellos datos que son introducidos en una unidad AIS durante u instalación y necesita ser cambiada solamente si el barco cambia su nombre o sufre una reconversión importante de un tipo de barco a otro. Entre ellos se encuentran: MMSI (Identidad del Servicio Móvil Marítimo), Distintivo de Llamada y Nombre, Número OMI, Eslora y Manga, Tipo de Buque, Localización de la Antena de fijación de posición y el Calado del buque.

DSC

Siglas en Inglés para Digital Selective Call o Llamada Selectiva Digital, en español. La llamada selectiva digital usa el canal 70 (156.525 MHz) para transmitir y recibir señales digitales. Este canal está prohibido para uso de mensajes de voz. La señal digital incluye el número de identificación de la estación MMSI (Maritime Mobile Service Identity). El equipo forma parte del Sistema Mundial de Socorro y Seguridad Marítimo SMSSM -GMDSS (Global Maritime Distress and Safety System).

EBL

Siglas en inglés para Electronic Bearing Line o Línea electrónica de demora (o demarcaciones), en español. Es una línea electrónica que se presenta en la pantalla del radar y permite tomar demarcaciones referidas al buque propio o a distintos contactos, puntos, superficies, etc.

Eco

Es un impulso de radio, que se refleja en el objetivo y se recibe típicamente en la misma posición del emisor. El funcionamiento del radar se basa en la emisión de este impulso, a partir de este "eco" se puede extraer gran cantidad de información. El uso de ondas electromagnéticas permite detectar objetos más allá del rango de otro tipo de emisiones (luz visible, sonido, etc.)

ETA

Siglas en inglés para Estimated Time of Arrival o Tiempo Estimado de Arribo, en español. Es una estimación de tiempo que se calcula para la llegada del buque a su destino, entregándose como fecha y hora.

Frecuencia

Es el número de ciclos completados en un segundo. La unidad empleada en la actualidad para la frecuencia en ciclos por segundo, es el Hertz. Un Hertz es un ciclo por segundo, un Megahertz (MHz) es un millón de ciclos por segundo.

GPS

Siglas en inglés para Global Positioning System o Sistema de Posicionamiento Global, en español. Es un Sistema Global de Navegación por Satélite (GNSS) que permite determinar en todo el mundo la posición de un objeto, una persona, un vehículo o una nave, con una precisión hasta de centímetros.

HDG

Siglas en inglés para Heading o Rumbo, en español. Gran parte de los equipos del buque entregan en rumbo que lleva la embarcación mediante esta sigla.

IALA

Siglas en inglés para International Association of Lighthouse Authorities o Sistema de Boyado Marítimo, en español (También conocido como AISM Asociación Internacional de Señalización Marítima). Es una norma internacional dictada para estandarizar las características del boyado que delimita canales navegables y sus aguas adyacentes a fin de unificar criterios.

ITU

Siglas en inglés para International Telecommunication Union o La Unión Internacional de Telecomunicaciones, en español. Es el organismo especializado de las Naciones Unidas encargado de regular las telecomunicaciones, a nivel internacional, entre las distintas administraciones y empresas operadoras.

Línea de Proa

También conocida como Heading Line, en inglés. Es una línea que representa el rumbo del buque, se prolonga desde el centro de la pantalla (que representa el propio buque) hacia la demarcación o rumbo que el buque posee en el momento.

OMI

La Organización Marítima Internacional o en inglés International Maritime Organization (IMO) .Es un organismo especializado de las Naciones Unidas que promueve la cooperación entre Estados y la industria de transporte para mejorar la seguridad marítima y para prevenir la contaminación marina.

Onda

Es la perturbación de alguna propiedad de un medio, por ejemplo, densidad, presión, campo eléctrico o campo magnético, que se propaga a través del espacio transportando energía. El medio perturbado puede ser de naturaleza diversa como aire, agua, un trozo de metal, el espacio o el vacío.

Onda Electromagnética

Son aquellas ondas que no necesitan un medio material para propagarse. Incluyen, entre otras, la luz visible y las ondas de radio, televisión y telefonía.

Ploteo

Se denomina "plotear un contacto" cuando en la pantalla del radar adquirimos un eco que se presenta para ser analizado por el equipo y que puede representar otro buque, o cualquier otro objeto que se encuentra en el radio de alcance del radar.

PPI

Siglas en inglés para Plan Position Indicator o Plano de Indicador de Posición Plana, en español. Es esencialmente un diagrama polar, con la posición del buque que transmite la señal del radar en el centro.

RACON

Es el nombre que se le da a una baliza transceptora de radar que emite una señal al ser activada por el radar del buque. En la pantalla del radar aparece como una línea o sector estrecho que se extiende radialmente hacia afuera, hacia la circunferencia del PPI y desde un punto un poco más atrás del faro en el cual está instalado.

Radar ARPA/APRA

Siglas en inglés para Automatic Radar Plotting Aid (ARPA) o Ayuda para el Ploteo Automático de Radar (APRA), en español. Es un Radar capaz de calcular de los objetos ploteados; su curso, velocidad y punto de menor aproximación (CPA) entregándonos valiosa información del posible peligro de colisión que pueda existir entre buques, objetos o masas terrestres.

ROT

Sigla en inglés para Rate of Turn o Relación de Giro del buque, en español. Se mide en grados/minutos. En definitiva es el cambio de la Proa del Buque por unidad de tiempo.

SART

Sigla en inglés para Search And Rescue Transponder o Respondedor de Búsqueda y Rescate, en español. Es un dispositivo que al activarse y al entrar en el alcance de un radar, presenta 12 marcas concéntricas que a medida que nos acercamos van aumentando de diámetro.

SOG

Siglas en inglés para Speed Over Ground o Velocidad del buque con respecto al fondo.

SOLAS

Siglas en inglés para International Convention for the Safety of Life at Sea o Convenio Internacional Para la Seguridad de la Vida Humana en el Mar, en español. Es el tratado más importante de seguridad relativo a buques mercantes. Es también uno de los más antiguos.

TCPA

Sigla en inglés para Time for the Closest Point of Approach o Tiempo para el Punto de Mayor Aproximación, en español. Es un dato de tiempo en el cual ocurrirá el punto de mayor aproximación entre el buque propio y un contacto.

UTC

Sigla en inglés para Coordinated Universal Time o Tiempo Universal Coordinado, en español. Es también conocido como tiempo civil, es la zona horaria de referencia respecto a la cual se calculan todas las otras zonas del mundo.

VRM

Siglas en inglés para Variable Range Marker o Anillo Variable de Distancia, en español. Se emplea principalmente para tomar distancias a ecos de blancos en la pantalla del radar. Es un punto luminoso rotatorio.

VTS

Sigla en inglés para Vessel Traffic Service o Servicio de Tráfico Marítimo, en español. Es VTS es un servicio llevado a cabo por una autoridad competente diseñado para mejorar la seguridad y la eficacia del tráfico marítimo y para proteger el entorno. El servicio debería tener la capacidad de interactuar con el tráfico y responder a situaciones de tráfico que se desarrollen en el área del Servicio de Tráfico Marítimo. El propósito fundamental del VTS es interactuar con el tráfico y responder a situaciones del tráfico que se desarrollen dentro del área del VTS.

Waypoint

Los waypoints son coordenadas para ubicar puntos de referencia utilizados en la navegación fundamentada en GPS (Global Positioning System). La palabra viene compuesta del inglés way (camino) y point (punto), en realidad se emplean para trazar rutas mediante agregación secuencial de puntos.

CAPÍTULO X

10. Bibliografía

Armada de Chile, Instituto Hidrográfico: **Manual de Navegación Volumen II.**

I.H.A. Pub. 3031. Primera Edición 1982.

Armada de Chile, Cátedra de Cubierta CIMAR: **Curso Modelo OMI N° 1.07. Navegación por Radar, Ploteo en Radar y Uso del ARPA.**

Edición 2003. Dirección General del Territorio Marítimo y de Marina Mercante.

AIMS, IALA: **Guía de las Ayudas a la Navegación Marítima (NAVGUIDE)**

Edición N°4 Diciembre 2001. Edición Español a Realizada por Puertos del Estado.

Ministerio de Fomento.

Rebolledo Lledó, Juan F. – Tortosa Salvas, Enrique: **El Sistema de Identificación Automática AIS. La Red SW – AIS: Una valiosa Herramienta para la explotación Portuaria y un gran avance en las ayudas a la navegación.**

Paper Realizado para la serie PUERTOS N° 135 . Septiembre 2006.

Área de Ayudas a la Navegación Marítima de Puertos del Estado.

SOLAS: **Convenio Internacional para la Seguridad de la Vida Humana en el Mar.**

Año 1974 – 1978. Incluidas Enmiendas y Correcciones.

FURUNO Electric Co., LTD: **Operator`s Manuals AIS Transponder.**

Nishinomiya, Japan. Pub. No. SpMO – 44170. First Edition 2002.

Organización Marítima Internacional (OMI): **Informe del Comité de Seguridad Marítima Correspondiente a su 78° Período de Sesiones.**

MSC 78/26. 26 Mayo 2004. Original: Inglés. Punto 26 del orden del día.

FURUNO Electric Co., LTD: **Operator`s Manuals Marine Radar/ARPA.**

Nishinomiya, Japan. Pub. No. OME – 35190. First Edition January 2004.

Pérez, Félix: **Navegación Por Satélite. Evolución, Tendencias Tecnológicas y Aplicaciones.**

Paper Publicado por el Directorio del Departamento de Señales, Sistemas y Radiocomunicaciones, E.T.S.I.T (UPM). BIT CD Series.

Casanova Esparza, Roberto: **Apuntes Clase Navegación I.**

Año 2007. Apuntes personales tomados en clases.

Chávez L., Santiago: **Origen, Historia y Aspectos Introductorios a las Comunicaciones por Satélite.**

Paper publicado por el Profesor e Ingeniero Sr. Santiago Chávez.

IALA/AISM: **IALA Guidelines on the Universal Automatic Identification System.**

Volume 1, Part II – Technical Issues. Edition 1.1. December 2002.

Webgrafía

Dirección General del Territorio Marítimo y de Marina Mercante.

www.directemar.cl

IALA. International Association of Marine Aids to Navigation and Lighthouse Authorities.

[www.iala – aism.org/](http://www.iala-aism.org/)

Navigation Center. United States Coast Guard. Resoluciones OMI.

www.navcen.uscg.gov/marcomms/imo/msc_resolutions/default.htm

Organización Marítima Internacional.

www.omi.org

Furuno Global – Marine Contact.

www.furuno.com

Standards for Automatic Radar Plotting Aids (ARPA).

www.tc.gc.ca/marinesafety/TP/TP3668/9standard.htm

Sistemas de Comunicación por satélite. Depósito de Documentos de la FAO.

www.fao.org/DOCREP/006/W9633S/w9633s08.htm#TopOfPage

Sistema AIS

www.macaais.org