

## **Apuntes**

# **NAVEGACIÓN CON RADAR, EL PUNTEO DE RADAR Y EL AMPLEO DEL ARPA**

**Curso modelo OMI 1.07**

**Roberto Léniz Drápela  
2022**

## REFERENCIAS

- Apuntes del “Curso navegación por radar, ploteo por radar y uso del APRA” OMI 1.07. Centro de Instrucción y Capacitación Marítima (CIMAR)
- Manual de Navegación, Pub. SHOA 3030 ed. 2012

## OBJETIVOS GENERALES DEL CURSO

Al término del curso el alumno será capaz de:

- a. Describir los fundamentos y operar el radar y el ARPA.
- b. Poner en marcha, ajustar y utilizar el radar para su mejor desempeño de acuerdo a las circunstancias y condiciones reinantes.
- c. Plotear contactos manualmente con lo información del radar.
- d. Situar el buque empleando el radar y efectuar una navegación segura.
- e. Utilizar el radar y el ARPA para obtener información referente al rumbo, velocidad y PMA de otros buques y adoptar oportunamente las acciones apropiadas en conformidad con el reglamento internacional para prevenir abordajes (COLREG).
- f. Describir los fundamentos y operar el AIS.

## INDICE

1.- Fundamentos de un sistema de radar.....	
2.- Funcionamiento del radar.....	
3.- Procedimiento para el punteo manual del radar.....	
4.- Uso del radar para una navegación segura.....	
5.- Aplicación del COLREG.....	
6.- Sistema ARPA.....	
7.- AIS.....	

## Capítulo N° 1

### "FUNDAMENTOS DE UN SISTEMA DE RADAR"

#### **Ref.**

- a.- Apuntes del "Curso navegación por radar, ploteo por radar y uso del APRA"  
OMI 1.07. Centro de Instrucción y Capacitación Marítima (CIMAR)
- b.- Manual de Navegación, Pub. SHOA 3030 ed. 2012

#### **Objetivos:**

- a. Describir las características de propagación de una onda de radar.
- b. Describir la teoría básica de funcionamiento del radar.
- c. Explicar los componentes del radar
- d. Indicar las precauciones de seguridad necesarias que deben aplicarse en las cercanías de equipo abierto, y los peligros de radiación, de antenas y guías de ondas abiertas.
- e. Analizar las relaciones la distancia de detección y los parámetros y características propias del radar.
- f. Detectar los factores externos que inciden en la presentación de la información, tales como ecos falsos y ecos de mar.
- g. Determinar los estándares de rendimiento del equipo de radar en el contexto de la Resolución A- 477(XII)

#### **A.- INTRODUCCION**

##### 1.- Historia Radar:

- 1864 JAMES CLERK MAXELL: Describió las leyes del electromagnetismo.
- 1888 HEINRICH RUDOLF HERTZ: Demostró que las ondas electromagnéticas se reflejaban en superficies metálicas.
- 1904 CHRISTIAN HUELMEYER: Patentó el primer sistema anticolidión, usado en buques, basado en las ondas electromagnéticas.
- 1917 NIKOLA TESLA: Estableció los principios teóricos de lo que después sería el radar.
- 1935 WATSON-WATT: Patentó el RADAR.

##### 2.- Motivación para el desarrollo

- Las necesidades propias de la guerra.
- Contar con un sistema efectivo anticolidión después del hundimiento del HMS "Titanic", en el año 1912.

#### **B.- SINTESIS**

¿Qué es el **RADAR?** (**RA**dio **D**etection **A**nd **R**anging. "Detección y medición de distancias por radio")

Es un equipo electrónico, compuesto por varias unidades, que sirve para mantener la seguridad de la navegación, tanto marítima, aérea y terrestre.

El radar determina la distancia a un objeto, midiendo el tiempo requerido por una señal de radio para viajar desde un transmisor al objeto y regresar. Estas mediciones pueden ser convertidas en líneas de posición compuestas de círculos con un radio igual a la distancia al objeto.

Como los radares marinos usan antenas direccionales, ellos también pueden determinar la demarcación al objeto. Pero, debido a su diseño, la demarcación de radares de menor precisión que la medición de distancia. La comprensión de estos conceptos es fundamental en el óptimo empleo del radar para una segura navegación.

Ej.: Si la velocidad de la energía es 161.829 (millas/seg) y el tiempo que se demoró en regresar la onda es de 0,0003 seg. ¿A qué distancia está el blanco?

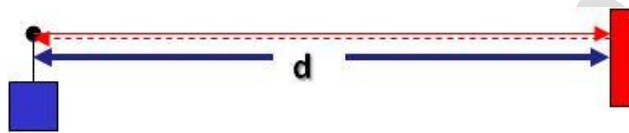


Fig. N° 1.1 "Concepto de medición de distancia de un radar"

$$d = (v \times t) / 2$$
$$d = (161829 \text{ [millas/seg]} \times 0,0003 \text{ [seg]}) / 2$$
$$d = 24,27 \text{ millas}$$

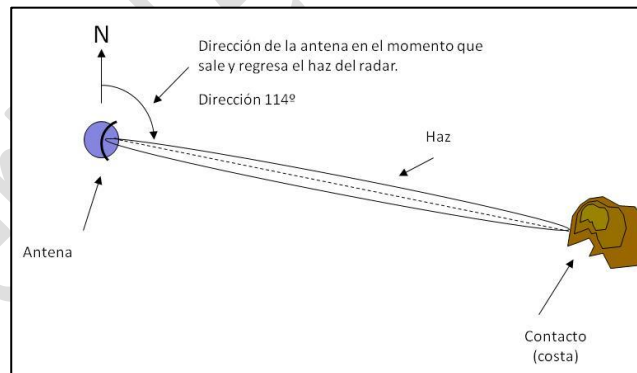


Fig.: N° 1.2 "Medición de la dirección en el radar"

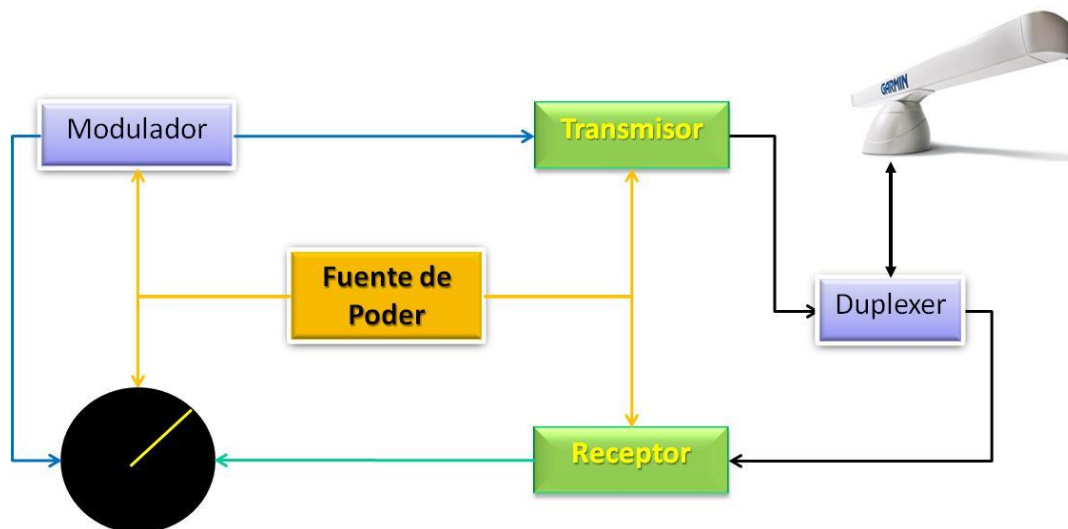


Fig.: 1.3 "Diagrama en block"

### Componentes:

- **Fuente de poder:**
  - Proporciona todos los voltajes para la operación de los componentes.
- **Modulador:**
  - Produce la sincronización de la señal que hace que el transmisor emita el número necesario de veces por segundo.
  - Hace partir el barrido del indicador.
  - Coordina para que todos los sistemas trabajen entre ellos con una relación de tiempo bien definido.
- **Transmisor:**
  - Genera la energía de radiofrecuencia en la forma de cortos y poderosos pulsos.
- **Sistema de antena:**
  - Toma la energía de Radiofrecuencia (RF) del transmisor y la irradia en la forma de haz altamente direccional, recibe los ecos reflejados que regresan y los hace llegar al receptor.
- **Receptor:**
  - Amplifica la intensidad de los ecos
  - Transforma en señales de video que traspasa al indicador.
- **Indicador (Pantalla):**
  - Produce la indicación visual de los pulsos de eco.
  - Proporciona la información deseada con una presentación visual de las demarcaciones y distancias de los ecos que recibe el Radar.

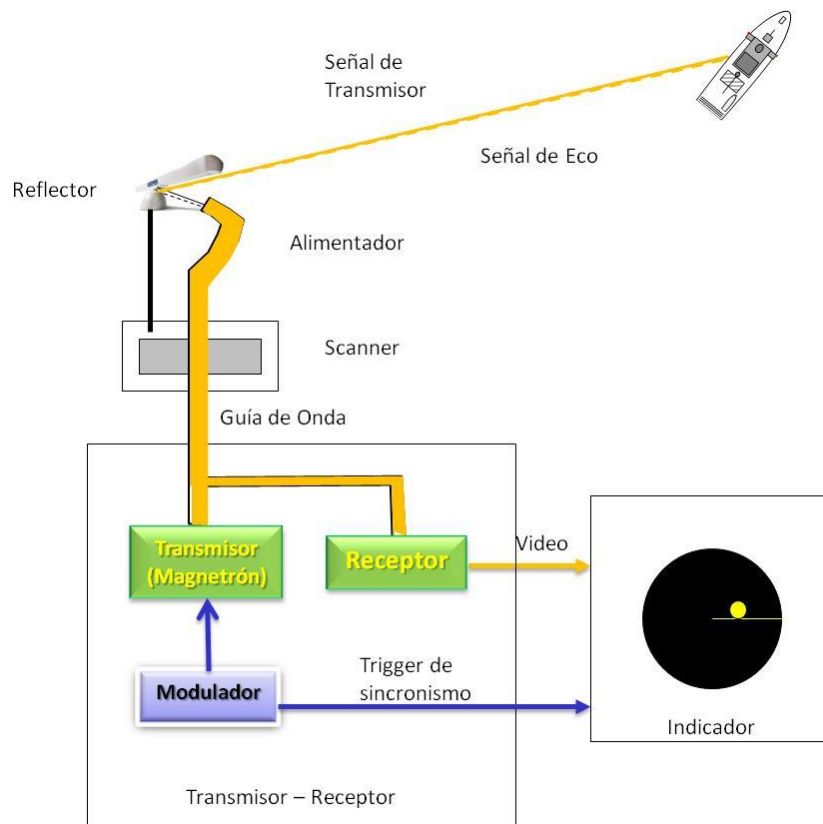


Fig.: 1.4 "Diagrama del radar"

### C.- PROPAGACIÓN DE ONDAS DE RADAR.

- 1.- Es generada por una válvula llamada Magnetron, que está en la unidad del Transmisor (TX) y esta energía de radio frecuencia va hacia la antena, a través de una guía de onda o cable coaxial. Viaja a la velocidad de la luz:  
300.000 km/seg.      162.000 Mn/seg.    (Aprox.)
- 2.- La energía de RF es transmitida por pulsos modulados en amplitud y tiempo, consistiendo en una serie de pulsos espaciados, con una duración de  $1 \mu\text{s}$  o menos, separado por períodos muy cortos durante la energía transmitida.
- 3.- El microsegundo es la 1.000.000 parte de un segundo.
- 4.- La distancia a un blanco es determinada midiendo el tiempo de salida del pulso que viaja y retorna a la antena, este pulso llega como un eco reflejado. Es necesario que este ciclo se complete antes que el pulso inmediatamente siguiente sea transmitido, con el objeto de no tener una distancia errónea.
- 5.- Por esta razón los pulsos transmitidos deben tener un tiempo relativamente corto de transmisión, con el objeto de que las distancias medidas sean las correctas.

- 6.- La antena sirve para transmisión y recepción de los ecos, los cuales estos son muy débiles, por lo que podrían ser bloqueado por un nuevo pulso de salida del transmisor.

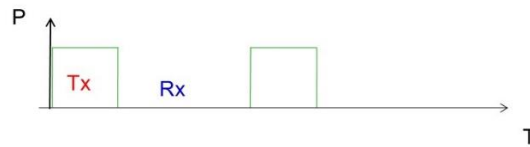


Fig. N° 1.5

### 7.- Características de propagación de las ondas de radar

- Las Ondas Electromagnéticas (OEM), emitidas por el transmisor de Radar, son pulsos de energía de RF que salen a través de la antena, en diferentes frecuencias usadas en los radares de Navegación, como, por ejemplo:

Banda. "X" 9300 a 9500 MHz      Banda. "S" 2900 a 3100 MHz  
Bandas X (9,3 a 9,5 GHz) y S (2,9 a 3,1 GHz)

Otras bandas

India            8 GHz a 12 GHz  
Eco             2 GHz a 3 GHz  
Foxtrot        3 GHz a 4 GHz

- Tienden a desplazarse en línea recta o curvas, ya que éstas están sujetas a diferentes tipos de refracción.
- Como las olas de mar, las ondas de radar también tienen energía, frecuencia, amplitud, largo de onda y período.

**Frecuencia**: Es la cantidad de ciclos que hay por segundo.

**Ciclo** : Es una oscilación completa de una onda.

Ciclo: La unidad usada para medir frecuencia es el Hertz. (Hz)

1 Hertz	=	1	Ciclo x Segundos.
1 KHz	=	1.000	Ciclos x Seg.
1 MHz	=	1 millón	Ciclos x Seg.

- Largo de Onda (Landa  $\lambda$ ), es la distancia que hay entre cresta y cresta, cuando un ciclo se ha completado, la onda ha viajado un largo de onda.

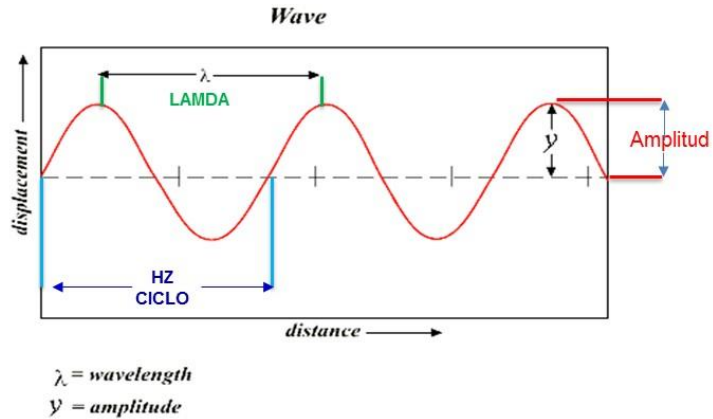


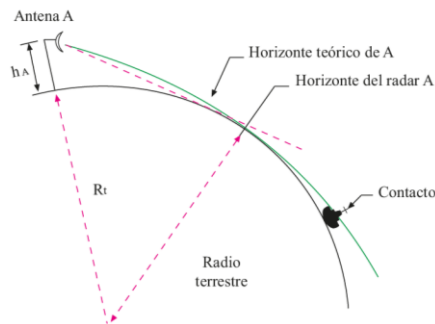
Fig. N° 1.6 "Largo de onda"

- La Amplitud es el máximo desplazamiento de la onda desde su inicio o valor cero.

## 8.- Refracción

Si las ondas de radar viajan en línea recta, la distancia al horizonte del radar dependería solamente de la potencia de salida del transmisor y de la altura de la antena. En otras palabras, la distancia del radar al horizonte sería igual que la distancia geométrica para la altura de la antena. Pero, la gradiente de la densidad atmosférica inclina el haz del radar en su trayectoria hacia y desde el contacto. Esta inclinación se conoce como refracción.

La distancia al horizonte del radar no limita la distancia a la cual los ecos de los contactos pueden ser recibidos. Considerando que la emisión se efectúa con suficiente potencia, se pueden recibir ecos de contactos que se encuentren más allá del horizonte del radar, si la superficie reflectora se extiende sobre el horizonte del radar. La distancia al horizonte del radar es la distancia a la cual los rayos del radar pasan tangentes a la superficie de la Tierra (Fig. N° 1.7)



La siguiente fórmula, donde  $h$  es la altura de la antena en metros, da la distancia teórica al horizonte del radar en millas náuticas, para condiciones estándares de la atmósfera.

$$d = 2,23 \sqrt{h}$$

Como las ondas de radar están sujetas a refractarse en la atmósfera, el resultado de su viaje a través de regiones dependerá de los diferentes estados climáticos.



### Refracción normal

- Condiciones climáticas normales, atmósfera estándar, las OEM rozan la superficie de la tierra.

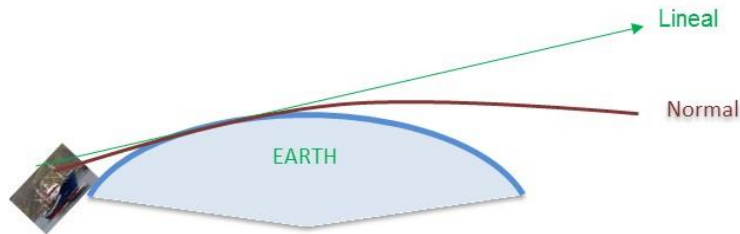
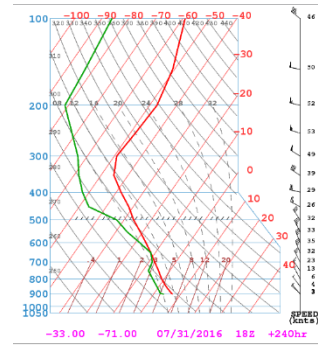


Fig. N° 1.8 "Refracción normal"

### Súper refracción

- Condiciones climáticas calma, sin turbulencia, capa superior de aire seco y caliente, sobre una capa de aire frío y húmedo en el trópico.
- Aumenta el alcance.

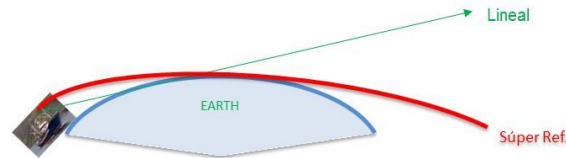


Fig. N° 1.9 "Súper refracción"

### Sub Refracción

- Contrario a la súper refracción. Capa superior de aire frío y húmedo, sobre una capa de aire seco y caliente.
- Disminuye el alcance.

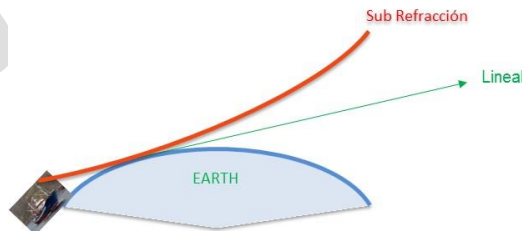


Fig. N° 1.10

En siguiente página de INTERNET se encuentran las condiciones de altura aire frío y humedad o seco y caliente: <http://www.ready.noaa.gov/ready2-bin/profile2.pl>

Fig. N° 1.11

## 9.- Reflexión

Cuando las ondas de radio golpean una superficie, la superficie las refleja de la misma manera que las ondas de luz. La fuerza de la onda reflejada depende del ángulo de incidencia (el ángulo entre el rayo incidente y el horizontal), tipo de polarización, frecuencia, propiedades reflectantes de la superficie y divergencia del rayo reflejado. Las frecuencias más bajas penetran la superficie de la Tierra más que las más altas. A frecuencias muy bajas, se pueden recibir señales de radio utilizables a cierta distancia debajo de la superficie del mar.



Fig. N° 1.12

Es decir, es el cambio de dirección de una OEM que, al entrar en contacto con una superficie, regresa al punto donde se originó o cambia de ángulo.

Se requiere una superficie sólida y/o atmosférica, que permita la reflexión.

**Reflexión total:** Metal, Agua, Superficie terrestre.

**Reflexión difusa :** Madera porosa, plástico.

## 10.- Difracción:

Cuando una onda de radio encuentra un obstáculo, su energía es reflectada o absorbida, produciendo una sombra más allá del obstáculo. No obstante, parte de la energía entra al área de sombra debido a la difracción.

Debido a este fenómeno, hay algo de iluminación por el haz del radar en la región de sombra detrás de la obstrucción o el contacto. El efecto de la difracción es mayor en las frecuencias más bajas. Por lo tanto, el haz de un radar de baja frecuencia tiende a iluminar más el área de sombra detrás de la obstrucción o contacto, que el haz de un radar de más altas frecuencias o más cortos largos de onda.

Los efectos de la difracción son mayores a las frecuencias bajas.

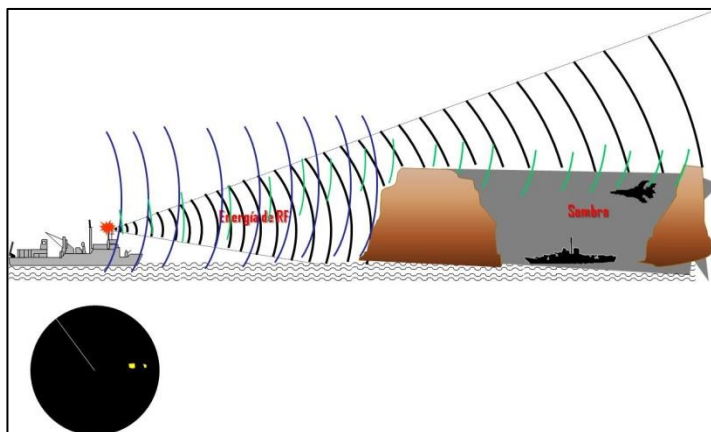


Fig.: N° 1.13 "Difracción"

### 11.- Atenuación

- La atenuación es la distorsión y absorción de la energía en el haz del radar cuando pasa a través de la atmósfera.
- Causa una disminución en la fuerza del eco.
- La atenuación es mayor en las altas frecuencias y largo de onda corta.
- Mientras que los ecos reflejados son mucho más débiles que los pulsos transmitidos, las características de su retorno al receptor son similares a las características de propagación.
- La fuerza de los ecos es dependiente de la cantidad de energía transmitida que golpea sobre los blancos, el tamaño y las propiedades de reflexión de los blancos.

### D.- HAZ DE RADAR

- Los pulsos de energía de RF emitidos desde el transmisor del radar, son focalizados desde un reflector o antena del radar e irradiados directamente hacia el exterior.

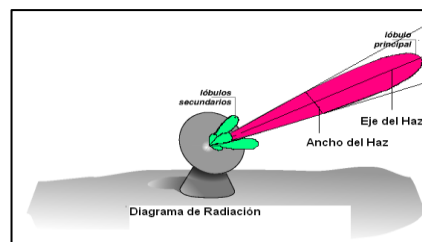


Fig. N° 1.14 "Haz de radar"

- Formando el lóbulo principal de radiación en el espacio libre. Como así también se forman los lóbulos laterales que son de menor alcance.
- En la figura 1.15 se muestra el haz del radar visto verticalmente. Se puede apreciar el eje principal de radiación y los lóbulos secundarios que puede detectar blancos en direcciones incorrectas.

- En la figura 1.16 se aprecia el haz de radar en sus componente vertical y horizontal. Mientras más agudo sea el ángulo horizontal, más precisa será la calidad de la imagen y la demarcación y distancia a los contactos
- En la figura 1.17 se muestra el diagrama de radiación de dos antenas. Al lado izquierdo, antena estándar que irradia en todas las direcciones, en algunas con mayor distancia. La segunda antena tiene un sector ciego por la popa debido probablemente al palo del buque u otra obstrucción.

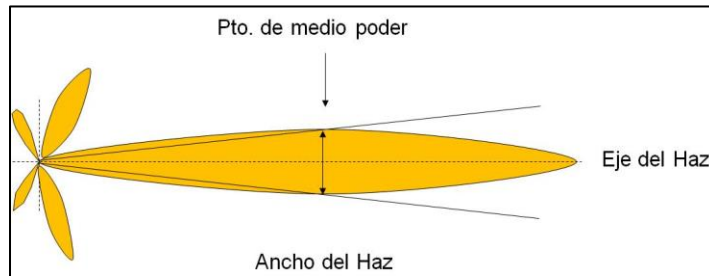


Fig.: N° 1.15 "Vista vertical."

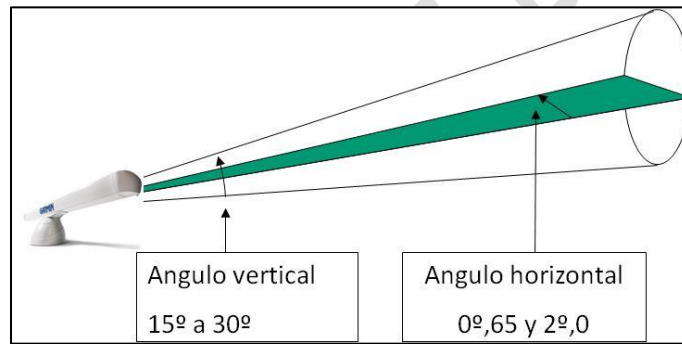


Fig.: N° 1.16 "Dimensión angular del haz de radar"

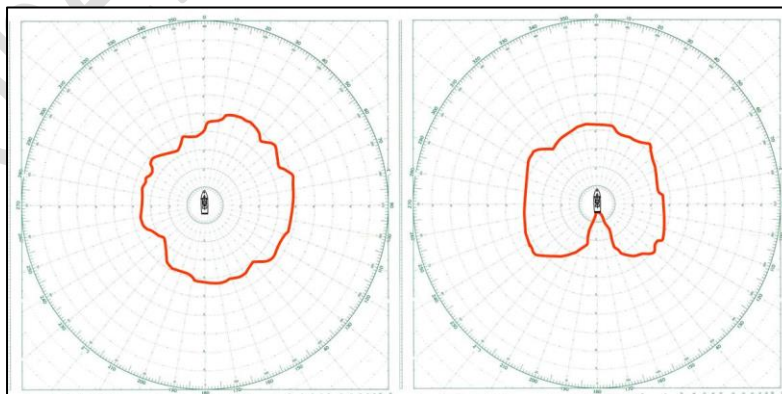


Fig.: N° 1.17 "Diagrama de radiación"

## E.- ALCANCE DE DETECCIÓN DE RADAR.

### 1.- Refracción normal o estándar.

- Condiciones normales, atmosférica estándar las OEM rozan la superficie de la tierra.

**Distancia horizonte de radar.** Respuesta en millas.

$$D = 2,21 \times \sqrt{h} \quad (h = \text{altura en metros})$$

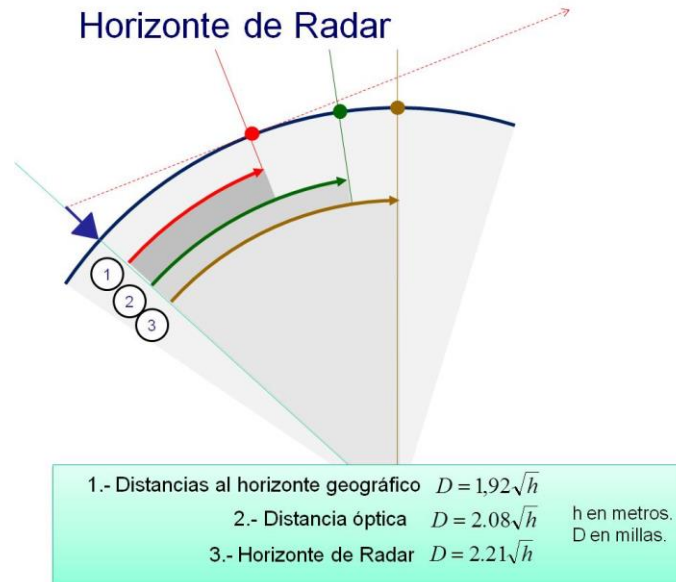


Fig. N° 1.18 "Distancias - alcances de detección"

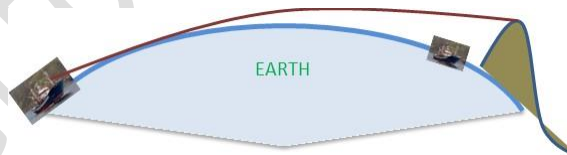


Fig. N° 1.19

Distancia: Antena : Altura 15 mts (8,6 MN)  
Cerro : Altura 650 mts (56,3 MN)

Alcance de radar =  $2.21 \times (\sqrt{15} + \sqrt{650})$   
Alcance radar = 64.9 millas

- **Distancia geográfica** es 1,92 por la raíz de la altura en metros. (-15% del alcance de radar)..
- **Distancia óptica** es 2,08 por la raíz de la altura en metros. (-6% del alcanza de radar).

- Siempre va a ser mayor la distancia de radar.

El radar amplifica los sentidos Distancia (vista), Sonidos (ruidos), capacidad intelectual (los apoyos, R vector, ARPA, etc.)

## F.- PARAMETROS DE UN SISTEMA DE RADAR.

- Parámetros, corresponde a ciertas constantes que se encuentran asociadas a un sistema de radar.
- La elección de estas constantes, lo fija el objetivo y empleo operativo, la exactitud necesaria, el alcance requerido, el tamaño del equipo y el problema de generar y recibir las señales.

### Parámetros.

- 1.- Frecuencia de la portadora. (Frecuencia) (banda) Es fija
- 2.- Potencia de cresta es fija
- 3.- Largo o ancho de pulso. (Parámetro variable) (AP o LP). Se maneja con la escala, variando en el modulador.
- 4.- Frecuencia de repetición de pulso (PRF) (variable). Cantidad de ciclos por segundos.
- 5.- Ciclo de trabajo. (Variable asociado al ancho de pulso)

### 1.- Frecuencia de portadora.

- Por acuerdo internacional dos grupos de frecuencias son usados en el sistema de radares marinos civiles:

**Primer grupo:** De la banda "X", incluye las frecuencias comprendidas entre 9.300 a 9.500 MHz, con un largo de onda ( $\lambda$ ) de aproximadamente 3 Cm, con una menor potencia.

**Segundo grupo:** De la banda "S", incluye las frecuencias comprendidas entre 2.900 a 3.100 MHz, con un largo de onda ( $\lambda$ ) de aproximadamente 10 Cm, con una mayor potencia, por lo tanto **mayor alcance**.

- **La frecuencia portadora** es aquella generada por el magnetrón que está ubicado en el transmisor, que viaja hacia la antena a través de la guía de onda o cable coaxial.
- Para la determinación de la dirección y la concentración de la energía transmitida, la antena debe ser altamente directiva para que esta se útil.
- Para una alta frecuencia, el pulso de salida deberá ser corto y la antena pequeña para una obtener una agudeza de la energía irradiada.

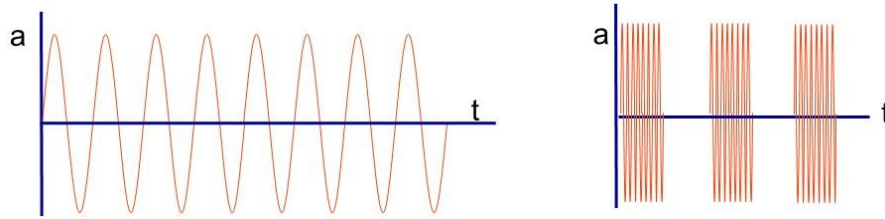


Fig. N° 1.20 "Frecuencia portadora"

## 2.- Potencia de cresta

- La distancia a la cual se detecta un blanco, depende directamente de la potencia del pulso transmitido.
- Muchos otros factores pueden afectar esa distancia, pero bajo cualquier otro parámetro, la máxima distancia teórica de detección del radar está limitada por la potencia transmitida.
- Los radares de navegación civiles, trabajan en potencias del orden del Kilo Watt. (KW)

## 3.- Largo de pulso

- Largo de pulso medido en microsegundos, es el tiempo de transmisión de un solo pulso de energía de RF.
- La mínima distancia a la cual puede ser detectado un blanco está determinada por el largo del pulso.
- Pulso corto escala de 3 millas hacia abajo, Pulso largo de 12 millas hacia arriba.

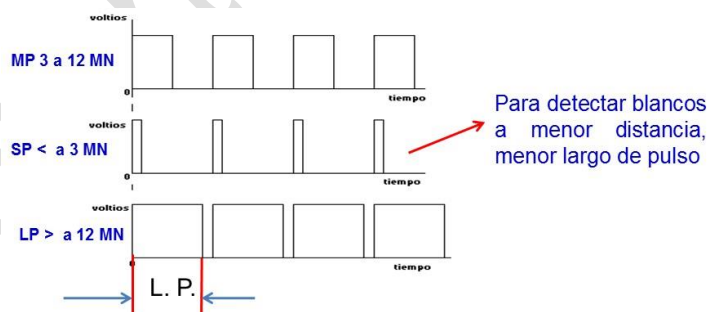


Fig. N° 1.21 "Largo de pulsos"

## 4.- Frecuencia de repetición de pulso (PRF)

- Número de pulsos transmitidos en un segundo.
- El alcance máximo, depende de la potencia de cresta en relación a la PRF.

- La PRF debe ser lo suficientemente alta, para permitir una cantidad de pulsos golpee un blanco, como asimismo, que un número suficiente de ellos regrese para detectar el blanco.
- La PRF, es inversamente proporcional al Largo de pulso.



Fig. N° 1.22 "PRF"

### 5.- Ciclo de trabajo

- Debido a que el transmisor emite durante un tiempo la duración del pulso, que es muy pequeño, pueden obtenerse potencias altas, medias y pequeñas.
- Durante el tiempo que el TX 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.

$$\text{Ciclo de Trabajo} = P_m / P_c = AP / \text{Período (P)}$$

$$\text{Período (P)} = 1 / \text{PRF}$$

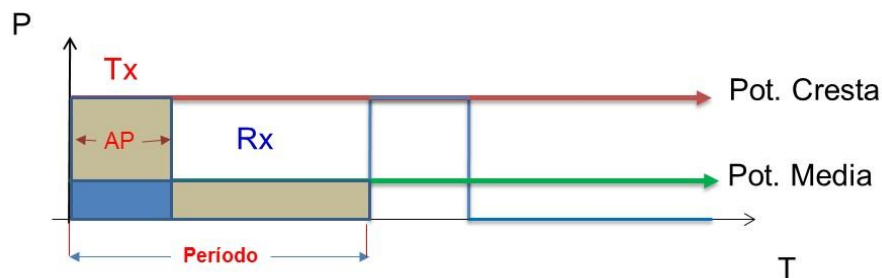


Fig. N° 1.23 "Ciclo de trabajo"

Ejemplo cantidad de pulsos en un grado en función de la RPM y la PRF:

- Antena girando a razón de 15 RPM
- PRF de 900 pulsos/seg.,
- Producirá aproximadamente 10 pulsos por cada grado de giro de la antena.
- El tiempo que retiene la imagen de los ecos en la pantalla y la velocidad de rotación de la antena, serán por lo tanto los factores que fijan el menor PRF a emplear.



15 RPM = 15 Rev de la antena en 60 segundos  
1 Rev = 360° de giro de la antena en 4 segundos (60 / 15).  
1° en 0,011111 segundo (4 / 360°)  
Si la PRF = 900 pulso / seg. entonces:

900 pulsos ..... en 1 segundo  
X ..... en 0,011111 segundo

X = 10 pulsos

Resultado: por cada 1° de giro de la antena se emiten 10 pulsos

### G.- PRINCIPALES COMPONENTES DEL RADAR

- 1.- Transmisor (modulador (transformación de pulso, PRF, Sincronismo), Transmisor (Magnetron))
- 2.- Duplexer
- 3.- Sistema de antena
- 4.- Receptor, Pantalla indicador o PPI
- 5.- Fuente de poder

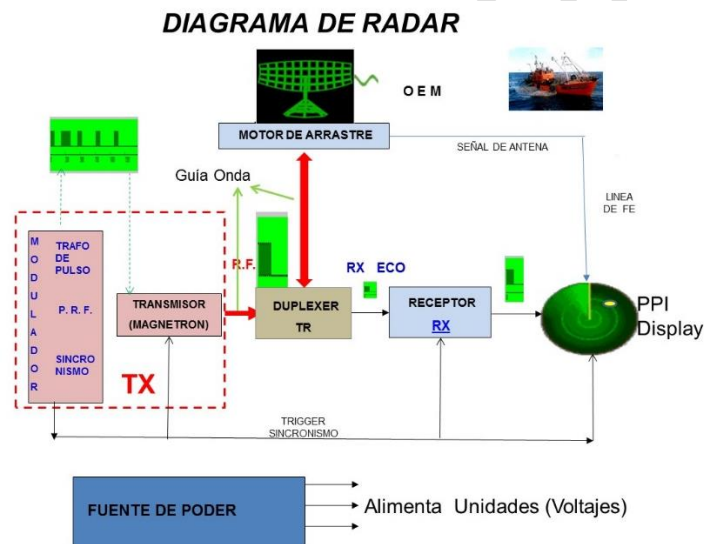


Fig. Nº 1.24 "Diagrama en Block"

#### 1.- Transmisor:

- La función principal del Tx es generar energía de RF de pulsos muy cortos y poderosos.
- Este genera frecuencia portadora, potencia de cresta, ancho de pulso y longitud de onda y dependen de una válvula llamada **Magnetron**.



- El Tx es básicamente un oscilador que genera energía de RF, debido a que es conectado y desconectado por una señal de disparo llamado "trigger" desde el modulador.



Fig. N° 1.25

## 2.- Receptor

Función:

- Amplificar la señal o eco recibido, de una potencia muy pequeña
- Detectar la envolvente del eco y separar la señal de video para que sea enviada a la pantalla o display



Fig. N° 1.26

## 3.- Duplexer

Función:

- Trabajar como Switch electrónico.
- Protege al Receptor, de la señal de potencia del Tx.



Fig. N° 1.27

## 4.- Display o pantalla

Función:

- Presentación gráfica de ecos.
- Controles de Operación del Radar.
- Presentación y control del ARPA, ECDIS



Fig. N° 1.28

## 5.- Antena

Función

- Irradiar la energía de RF al espacio, e interceptar los retornos de ecos.
- Los nombres más comunes usados para describir esta unidad son Aerial, scanner y antena.

- Su construcción define la distribución de poder del haz de radar en un plano horizontal y un plano vertical.
- Con el fin de lograr la característica direccional, los límites horizontales deben ser angostos.
- Por el contrario, el haz es ancho en el sentido vertical, con el objeto de mantener el rendimiento adecuado por el balance del buque en el mar.



Fig. Nº 1.29



## 6.- Guías de onda

- Es un conductor eléctrico rectangular de corte transversal, en el cual en su interior se traslada la energía de radio frecuencia hacia la antena.
- Como así mismo existe otro medio de traslado de energía llamado: cable **coaxial**.
- Pueden ser también flexibles.
- Proteger las guías de onda. Cualquier daño producirá ROE. Razón de onda electromagnética.



Fig. Nº 1.30

## 7.- Fuente de poder

- Alimentar y distribuir los diferentes voltajes de las unidades del equipo de radar
- 115–60, 220–60 hz., 115– 400 hz
- 24 Vcc, 12 Vcc, etc.
- Tierra



Fig. N° 1.31

## H.- FACTORES QUE AFECTAN A LA DETECCIÓN DE BLANCOS

¿Qué parámetros le afecta al alcance máximo?

### 1.- Largo pulso:

- a. Mayor largo de pulso, mayor alcance

2.- **PRF:** Se requiere espacio entre pulso, para recibir ecos de blancos más lejanos.

### 3.- Sensibilidad del receptor:

- a. Mayor sensibilidad, mayor alcance.
- b. Pero está expuesto a interferencias y bloqueo electrónico.

### 4.- Características del blanco:

- a. A mayor tamaño más alcance de detección
- b. Material del casco, metal, madera y fibra de vidrio.

### 5.- Velocidad de rotación de antena:

- a. Menor velocidad, mayor alcance.
- b. 20 RPM de la antena = 8 a 10 pulsos, por cada demarcación. Valor promedio.
- c. Lo importante que el contacto se actualice antes que se desvanezca.

### 6.- Altura de la antena:

- a. Mayor altura más alcance de horizonte.
- b. Mayor distancia mínima
- c. Menor sombra bajo la proa.
- d. Mayor posibilidad retorno de mar.

### Alcance mínimo

- *Largo de pulso:* Largo de pulso corto, menor distancia.
- *Retorno de mar:* Ecos recibidos de las olas, saturan la pantalla afectando el alcance mínimo. Ajuste con el anticlutter. Siempre hay que dejar algo de ruido. Debe haber pequeños retorno de mar.
- *Tiempo de recuperación:* El tiempo de recuperación del receptor, es el que tarda en volver a condiciones de operación una vez que ha cesado el pulso de transmisión.
- *Ancho vertical del Haz:* Se pierden pequeños blancos, que quedan baja el haz. Producto del balance.

#### Ejemplo N° 4

Cálculo de la distancia mínima en función del largo de pulso

Si el largo del pulso es de 1 micro segundo ( 0,000001 seg), ¿cuál es la distancia mínima de detección?

- Velocidad de propagación: 161.829 millas/seg.
- Distancia que recorre la energía en un microsegundo es de aproximadamente 0,162 millas (1,62 cables).
- Como esta energía debe efectuar un viaje de ida y vuelta, el blanco no debe estar a menos de 0,81 cables si se desea ver su eco en la pantalla, empleando un largo de pulso de 1 microsegundo.
- Por consiguiente, para distancias menores se emplean pulsos más cortos de alrededor de 0.1 microsegundo (0,0000001 segundo).
  - 1 microsegundo = 0,000001 segundo
  - $V = 161.829$  millas / seg.
  - $D = (V \times T) / 2$
  - $D = ( 161.829 \times 0,000001 ) / 2$
  - $D = 0,0809145$  milla = 0,81 cables. (Distancia mínima de detección)

Largo de pulso banda "S" =  $3.09 \times 10^{-10}$  segundos

Largo de onda banda "X" =  $1.00 \times 10^{-10}$  segundos

#### I.- FACTORES QUE AFECTAN A LA EXACTITUD DE DISTANCIA Y DEMARCACIÓN

##### Exactitud en la distancia

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

Se debe medir el comienzo del eco.

##### 1.- Error fijo:

- a. Tiempo que requiere la RF en llegar a la antena.
- b. Se utiliza una línea de retardo de trigger, para eliminar el error.

##### 2.- Calibramiento:

- a. Un mal calibramiento en los anillos de distancia fijos o VRM generan un error de distancia que se acrecienta a escalas más altas.
- b. Verificar que anillos y VRM coincidan.

##### 3.- Coincidencia del VRM con el eco.

- a. La exactitud de las distancias medidas con el VRM depende de la habilidad del operador, para hacer coincidir el borde delantero del eco con el VRM.
- b. En las escalas más grandes, es más difícil alinear el VRM con el eco, debido a que pequeñas variaciones en la lectura de distancia, no producen cambios en la posición del VRM, con respecto a la pantalla.

4.- Escala de distancia: Mientras mayor sea la distancia es mayor el error.

### **Exactitud en la demarcación.**

El eco se debe medir al centro.

- a. *Ancho del haz horizontal*: Afecta el ancho del haz horizontal, mientras más angosto es el haz, las mediciones serán más precisas. Si es muy ancho, dos contactos se verán uno solo.
- b. *Tamaño del blanco*: Las demarcaciones a blancos más pequeños, son más exactas que en blancos grandes, es más difícil determinar el punto central de estos. Un buque muy pequeño lo puedo perder.
- c. *Estabilización de la presentación*. Los PPI con presentación giro-estabilizada permiten tomar demarcaciones más exactas, debido a que no están afectadas por las salidas de rumbo del buque. Está en la antena el estabilizador.
- d. *Alineación del destello de proa*. (Heading Flash). Para tener demarcaciones exactas, la alineación del destello de proa con la presentación del PPI, debe ser tal que las demarcaciones tomadas con el radar deben coincidir con demarcaciones visuales relativas tomadas cerca de la antena del radar.

En general chequear las distancias y demarcaciones de radar con contactos de oportunidad.

### **Factores meteorológicos**

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

#### **a. Precipitaciones.**

- La lluvia, el granizo y la nieve, pueden producir ecos que ocultan 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.

#### **b. 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 del barlovento.
- Este efecto puede reducirse con un buen empleo de los controles de ganancia y sea clutter, pero debe tenerse cuidado de no perder blancos en este proceso.

- Mientras más cercano más afecta el oleaje.

#### **Elección de la longitud de onda ( $\lambda$ ).**

- Por lo general los radares que transmiten en longitudes de onda más cortas, están más expuestos a los efectos de las condiciones meteorológicas que los que lo hacen a longitudes de onda mayores.
- **La elección de la banda S**, aumentará las probabilidades de detección de blancos dentro de un área de precipitaciones de clutter, reduciendo la respuesta de la precipitación y la atenuación asociada.
- Para eso la banda S es más corta que la banda X.

#### **J.- IDENTIFICACION DE ECOS EN LA PANTALLA DE RADAR**

##### 1.- Tamaño del blanco:

Dentro de ciertos límites, aquellos blancos con mayor superficie reflectora proporcionan ecos más fuerte que aquellos de superficie más pequeños

##### 2.- Aspectos adicionales para mejorar la detección:

- **Blancos pasivos mejorados:** Puede suceder en muchas ocasiones que algún elemento importante de balizamiento (balizas o boyas), 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. Para eso se emplean pantallas reflectoras de radar.

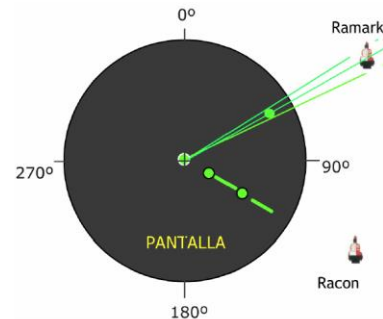


Fig. N° 1.32" Racon - Remark"

- **Blancos activos mejorados:** Para solucionar este problema se idearon balizas activas, como el "racon" y el "ramark" que generan una señal que puede ser recibida por el radar con mayor intensidad que el simple eco.
  - **RACON:** Una baliza que transmita una señal de radar que se activa por el radar del buque propio. Casi todos los racons responde a las emisiones de los radares de 3 cm banda "X" o 10 cm banda "S". la respuesta es en código morse que aparece en la pantalla, en dirección al buque propio.

- REMARK: En un emisor de UHF (está en la frecuencias de la banda "S") que va montado en la baliza, su emisión es omnidireccional, en forma permanente y barriendo en ancho de banda, tanto de los radares comerciales como navales. En la pantalla de radar aparece en forma de una línea en dirección al buque.
- Ecos de lóbulos laterales  
Se producen una serie a cada lado de eco principal, a la misma distancia, pero a diferentes demarcaciones. Se corrige mediante la ganancia y el anti clutter

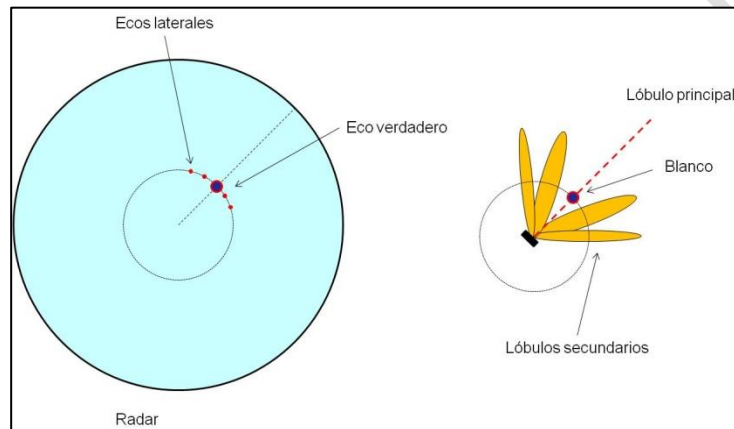


Fig. N° 1.33 "Ecos laterales"

- Pueden producirse semicírculos o círculos completos, debido a la baja potencia de los lóbulos laterales, estos se identifican en las escalas bajas del radar, por lo tanto, se encuentran muy próximos al centro del barrido de la pantalla.

### 3.- Interferencias de radar a radar

- Los receptores de radares están sintonizados para frecuencia de su propio Transmisor, pero reciben también señales cuya frecuencia están dentro de los límites próximos. Estas señales aparecen en la pantalla en forma de puntos y rayas formando figuras irregulares. Pequeños contactos pueden desaparecer



- Cuando no es necesario mantener el radar en transmisión, se deja el equipo en "Stand By", con el objeto de no tener interferencia de los radares de los otros buques, que trabajan en la misma frecuencia del radar propio.
- Actualmente los radares tienen una "Unidad supresora de interferencias" llamado RIC y/o IR.

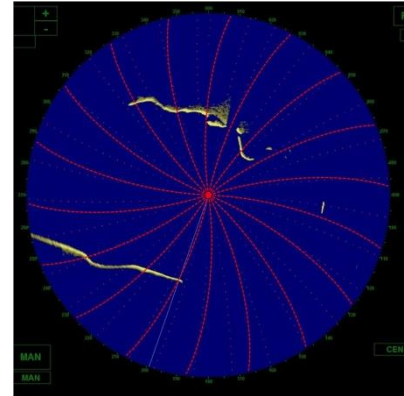


Fig. N° 1.34 "Interferencias"

#### 4.- Ecos falsos de cable de poder.

- El eco de un cable de poder, aparece en la pantalla como un solo contacto, pero en ángulo recto con la dirección real del cable, si al 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 contacto mantiene siempre la demarcación y que se mueve hacia el mismo lado que el buque propio.

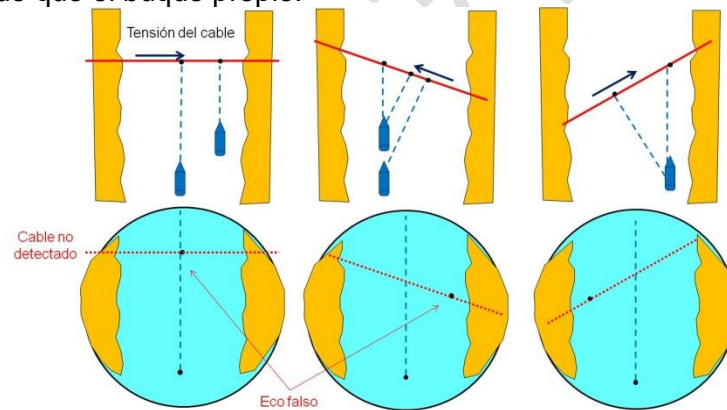


Fig. N° 1.35 "Ecos ficticios derivados de un cable de alta tensión que cruza el canal"

Ejemplo: Canal Chacao. Producto del rebote de la onda electromagnética del radar con el campo magnético que produce el cable, se genera un eco en el cable perpendicular al buque. Es como si el buque que se dirige hacia el buque propio.

## **Especificaciones técnicas de radar BridgeMaster E**

BridgeMaster E<sup>1</sup> es un sistema de radar de navegación y vigilancia marítima para uso comercial o militar. Está disponible con una selección de antenas de banda S o banda X en una variedad de tamaños con transceptores de mástil o mamparo.

Las antenas de banda X están disponibles en los tamaños de 1,2 m, 1,8 m y 2,4 m. El ancho de haz vertical nominal es de 24 grados.

Las antenas de banda S están disponibles en los tamaños de 2,7 m o 3,5 m. Su ancho de haz vertical nominal es de 30 grados.

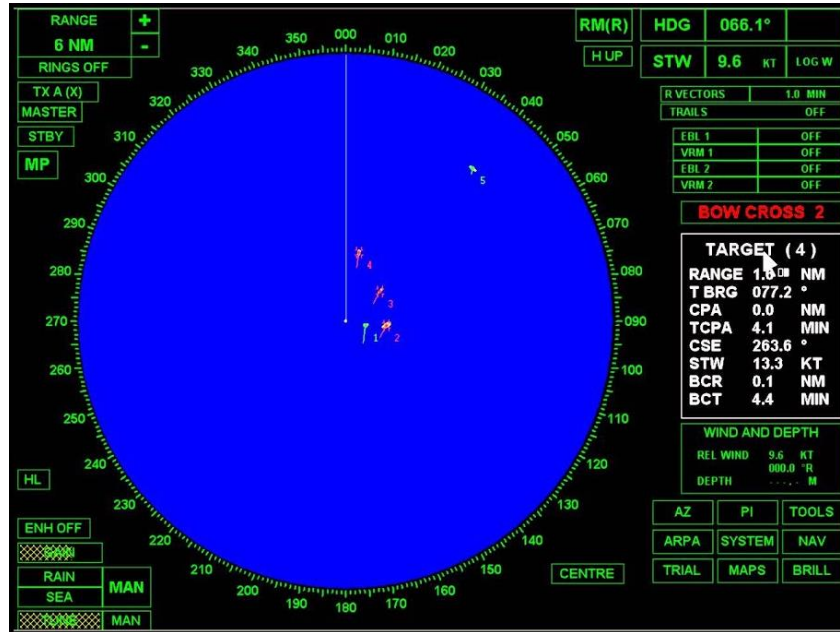
El generador de pulsos está en tecnología de semiconductores en transceptores de ambas bandas de frecuencia con red de formación de pulsos, que impulsa un magnetrón.

BridgeMaster E ha evolucionado a partir del historial de Decca de más de 50 años de tecnología de radar marino comercial. Desde su introducción en 1999, BridgeMaster E se ha suministrado a todas las principales armadas y guardacostas de todo el mundo, incluida la Marina Real del Reino Unido, la Armada de los Estados Unidos y la Armada Francesa.

---

<sup>1</sup> Radar utilizado en simulador de Puente del Instituto Profesional Piloto Pardo.

**BridgeMaster E Band "S" (10cm)**



<p><b>Características del transmisor</b> Potencia máxima nominal del magnetrón 30kW Frecuencia del magnetrón 3.050 MHz</p>	<p><b>Fuentes de alimentación de las unidades</b></p>	
<p><b>Largo del pulso/PRF</b> 0.05µs / 1760Hz Nominal 0.25µs / 1760Hz Nominal 0.75µs / 785Hz Nominal</p>	<p>Entrada nominal Single Φ 110V o 220V 50/60Hz 710 VA (velocidad estándar) 710 VA (alta velocidad) Trifásico Φ 110V, 220V or 440V 50/60Hz</p>	
<p><b>Generador de pulsos</b> Estado sólido con red de formación de pulsos Manejado desde el magnetrón</p>	<p>440 VA (velocidad estándar) 620 VA (alta velocidad)</p> <p>La unidad de giro de la antena está alimentada directamente desde la red del barco a través de la unidad de control del escáner.</p>	
<p><b>Características del receptor</b> Logarítmico Frontal de bajo ruido Ajuste automático o manual IF Centrado at 60MHz IF ancho de banda 20MHz (Pulso corto) IF ancho de banda 20MHz (Pulso medio) IF ancho de banda 3MHz (Pulso largo) Factor de ruido - 5dB nominal</p>	<p><b>Fuentes de alimentación del transceptor</b> Nominal Input AC 92V a 276V RMS en 47-64Hz 120W</p>	
<p><b>Características de la antena</b></p>		
<p>Longitud de apertura de la antena</p>	<p>2.7m</p>	<p>3.5m</p>

Ancho de haz horizontal	2.8° max	2° max
Ancho de haz vertical	30° nom	30° nom
Lóbulos laterales dentro 10° (min)		-23dB
Lóbulos laterales dentro 15° (min)	-23dB	
Lóbulos exteriores 10° (min)		-30dB
Lóbulos exteriores 15° (min)		28dB
Ganancia (nominal)	-25dB	26dB
Polarización	Horizontal	Horizontal
Rotación	50Hz 25/48rpm 60Hz 30/48rpm	50Hz 25/48rpm 60Hz 30/48rpm
Limitar la velocidad relativa del viento	100 knots	100 knots

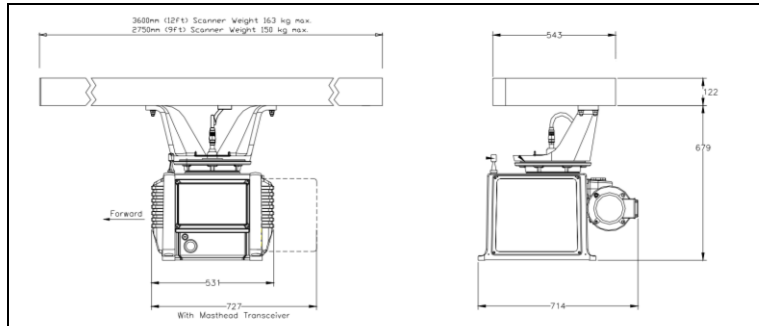
Opciones disponibles para modelos estándar
Sistema automático de control del ruido (clutter). Monitor de rendimiento instalado internamente Transceptor montado en mástil o mamparo Entrada de trigger <sup>2</sup> externo Entrada de silencio de radar Salida de Pre-trigger

---

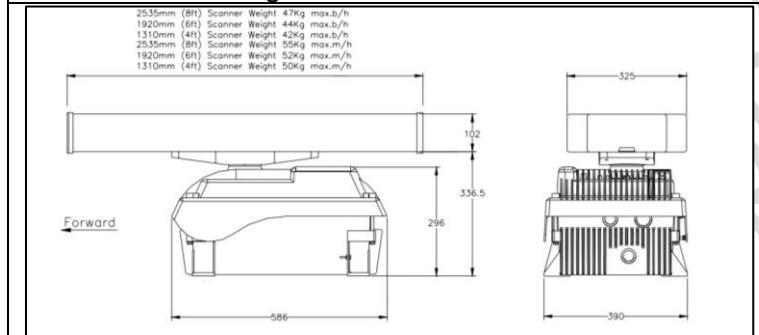
<sup>2</sup> Disparo

**BridgeMaster E Banda X (3cm)**

<p><b>Características del transmisor</b> Potencia máxima nominal del magnetrón 10kW o 25 kW Frecuencia del magnetrón 9.3410 MHZ</p>	<p><b>Consumo</b> 10kW TxRx Velocidad estándar 210W Alta velocidad 330W 25kW TxRx Velocidad estándar 250W Alta velocidad 370W Nota: Todas las cifras de consumo de energía considerada el tamaño máximo de la antena con 100 nudos de viento</p>		
<p><b>Largo del pulso/PRF</b> 0.05µs / 1760Hz Nominal 0.25µs / 1760Hz Nominal 0.75µs / 785Hz Nominal Pulso corto de 3KHZ (PRF)</p>	<p><b>Fuentes de alimentación del transceptor</b> Nominal Input AC 92V a 276V RMS en 47-64Hz o DC 21.6 V a 32 V (solo 10kW)</p>		
<p><b>Generador de pulsos</b> Estado sólido con red de formación de pulsos manejado desde el magnetrón</p>	<p><b>Características de la antena</b></p>		
<p><b>Características del receptor</b> Logarítmico Frontal de bajo ruido Ajuste automático o manual IF Centrado at 60MHz IF ancho de banda 20MHz (Pulso corto) IF ancho de banda 20MHz (Pulso medio) IF ancho de banda 3MHz (Pulso largo) Factor de ruido - 5dB nominal</p>	1.2m	3.5m	3.5m
Longitud de apertura de la antena	2° máx.	2° máx.	2° máx.
Ancho de haz horizontal	24°	30°	30°
Ancho de haz vertical	-23db	-23dB	-23dB
Lóbulos laterales dentro 10° (min)	-30dB	-30dB	-30dB
Lóbulos exteriores 10° (min)	29dB	30dB	31dB
Ganancia (nominal)	Horizontal	Horizontal	Horizontal
Polarización	28/45rpm	28/45rpm	28/45rpm
Razón nominal de Rotación	100 nudos	100 nudos	100 nudos
Limitación de la velocidad relativa del viento			



Antena Radar BridgeMaster E Banda S



Antena Radar BridgeMaster E Banda X



## ANEXO

### MAGNETRÓN

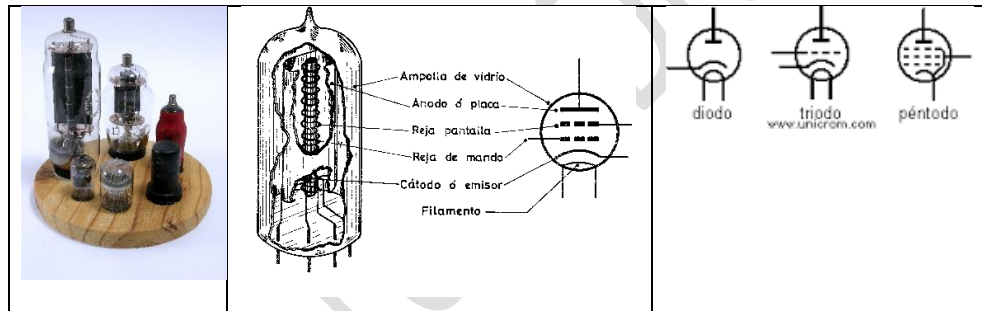
#### A.- Válvula electrónica o tubo de vacío.

Dispositivo electrónico, basado en las propiedades de algunos metales u óxidos de metal, en liberar electrones de su superficie cuando están sometidos a alta temperatura o estado incandescente.

#### B.- Efecto Edison o efecto termoiónico.

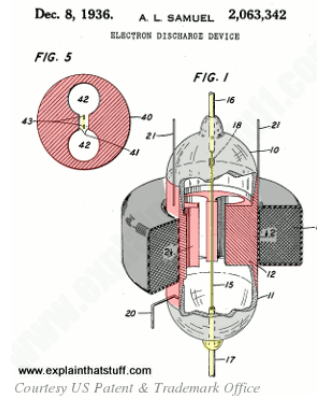
Este efecto posibilita que en un tubo de vidrio al vacío, se establezca una corriente eléctrica unidireccional, entre un filamento incandescente (Efecto Joule), por la que se hace pasar una corriente de caldeo (CÁTODO) y otro terminal (ÁNODO)

Tubos al vacío antiguos.



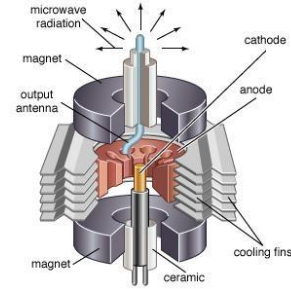
#### C.- MAGNETRÓN

- Un **Magnetron** es un dispositivo que transforma la energía eléctrica en energía electromagnética en forma de RF (Microonda)
- Esta válvula fue desarrollada originalmente a partir de la válvula Klystron, en la Universidad de Birmingham (Inglaterra) por M.L. Oliphant, en 1939, con el fin de alimentar al Radar mediante una fuente radioeléctrica potente (varios cientos de vatios) y con una longitud de onda.
- Las frecuencias elevadas para la época eran de 300 MHz a 3 GHz.
- Los osciladores de tubos utilizados anteriormente eran incapaces de proporcionar tanta potencia y un alcance insuficiente de los radares, a frecuencias tan elevadas.



#### D.- MAGNETRÓN ESTADO SÓLIDO:

- Básicamente consiste en un cilindro metálico, en el que hay dispuestas de forma radial una serie de cavidades resonantes, que se comunican con una cavidad central mayor, en cuyo eje existe un filamento metálico de titanio.
- El cilindro se comporta como ánodo y el filamento central como cátodo.
- El filamento, conectado al polo negativo de una fuente de corriente continua, se pone incandescente y emite electrones por efecto termoiónico.
- El cilindro se conecta al polo positivo y atraerá a los electrones.
- Todo este conjunto se encuentra dispuesto entre los polos de un potente electroimán.
- Por acción de este potente campo magnético, los electrones, en lugar de ir en línea recta hacia el cilindro, al ser atraídos hacia las cavidades, realizan una trayectoria circular y al penetrar en ella, se movilizan en remolino.
- El espacio abierto entre la placa y el cátodo se llama el espacio de interacción. En este espacio los campos eléctricos y magnéticos interactúan para ejercer la fuerza sobre los electrones. Dado que toda carga eléctrica crea a su alrededor un campo electromagnético, todos los electrones en movimiento circular en las cavidades producen ondas electromagnéticas (microondas).
- La frecuencia no es precisamente controlable, varía con los cambios en la impedancia de carga, con cambios en la intensidad y con la temperatura del tubo.
- Mediante un cable coaxial o guía de onda, se transmite la energía a un director o radiador, constituido por una antena.



**MG5223 S-Band  
MAGNETRON**



#### E.- Fases<sup>3</sup>

El proceso se divide en cuatro fases.

##### Fase 1: La producción y la aceleración de un haz de electrones

- Cuando no existe campo magnético, se produce un movimiento uniforme y directo de los electrones desde el cátodo a la placa.

<sup>3</sup> <https://es.wikipedia.org/wiki/Magnetron>



- Si la intensidad del campo magnético aumenta, la curva que dibujan los electrones es más pronunciada.
- Cuando se alcanza el valor del campo crítico, los electrones son desviados lejos de la placa.

#### **Fase 2: La velocidad de modulación del haz de electrones.**

- El campo eléctrico en el oscilador magnetrón, es el producto de los campos de CA y CC.
- El campo de CC se extiende radialmente del ánodo al cátodo. Los campos de CA, se muestran de la magnitud máxima, de una alternancia de las oscilaciones de radio frecuencia, que se producen en las cavidades.
- Los electrones que se mueven hacia los segmentos de ánodo cargado positivamente, se aceleran.

#### **Fase 3: Formación de un "espacio de carga de la rueda"**

- La acción acumulativa de muchos electrones regresando al cátodo, mientras que otros se mueven hacia el ánodo, forma un patrón parecido a los radios de una rueda en movimiento conocido como "el espacio de carga de la rueda".
- La rueda de carga espacial, gira alrededor del cátodo a una velocidad angular de 2 polos (segmentos de ánodo), por ciclo del campo de CA.
- Esta relación de fase permite la concentración de electrones, para liberar de forma permanente energía, para mantener las oscilaciones de radiofrecuencia.

#### **Fase 4: Distribuir la energía para el campo de CA**

- Un electrón en movimiento contra un campo E, es acelerado y toma la energía del campo.
- Además, si prescindimos de la energía de un electrón en un campo y se ralentiza el movimiento en la misma dirección que el campo (de positivo a negativo).
- El electrón pasa la energía de cada cavidad a medida que pasa el tiempo y llega al ánodo cuando su energía se gasta. Por lo tanto, el electrón ha ayudado a mantener las oscilaciones, ya que ha tomado la energía del campo de CC y le ha dado al campo de CA.
- Normalmente, para que los imanes permanentes no dejen de funcionar por alcanzar la temperatura de Curie, los magnetrones industriales se enfrían con agua, o en su defecto, con un sistema de dispersión que consiste en placas metálicas, que a la vez filtran las ondas electromagnéticas producidas, gracias al principio de resonancia.

**El Magnetron puede producir salidas de Radio Frecuencia continua, de más de 1 kW de potencia, a una frecuencia de 1 GHz.**

## Capítulo N° 2

### **"FUNCIONAMIENTO DEL RADAR"**

#### **Ref.**

- a.- Apuntes del "Curso navegación por radar, ploteo por radar y uso del APRA" OMI 1.07. Centro de Instrucción y Capacitación Marítima (CIMAR)
- b.- Manual de Navegación, Pub. SHOA 3030 ed. 2012

#### **Objetivo específico**

- a. Ajustar el radar para una mejor detección a corta y larga distancia.
- b. Aplicar con precisión los métodos de medición de distancia y demarcación fijos y variables
- c. Aplicar los métodos de medición de demarcaciones haciendo, uso del cursor giratorio sobre la pantalla, cursor electrónico y otros métodos.
- d. Controlar la precisión de la demarcación e imprecisiones debidas a paralaje, desplazamiento del marcador de proa, descentramientos, etc.
- e. Aplicar los procedimientos adecuados para interpretar los datos generados por medio del radar.
- f. Efectuar comprobaciones regulares de la precisión de las distancias y demarcaciones, métodos de verificación de imprecisiones, ambigüedades, y las correspondiente corrección o tolerancia de las mismas.

#### **A.- Introducción:**

En este capítulo se detallarán los principales controles del radar Bridge Master E instalado en el IP Piloto Pardo. Indiscutiblemente en el mercado de los radares existen de diversos tipos y características. Pero se ha estimado conveniente utilizar el radar del simulador como referencia para su estudio, debiendo el alumno adaptar sus características de operación a las del radar de su propio buque.

Los aspectos del uso práctico de las funcionalidades del radar se verán en el capítulo "**Uso del radar para una navegación segura**", las correspondientes al ARPA en el capítulo "**Sistema y operación del sistema ARPA**" y del AIS en su respectivo capítulo.

Por último, el alumno tendrá que operar cada una de las funcionalidades del radar tanto en la aplicación del COLREG como en una navegación segura,

#### **B.- Controles de operación del radar.**

##### **1.- Procedimiento de ajuste iniciales.**



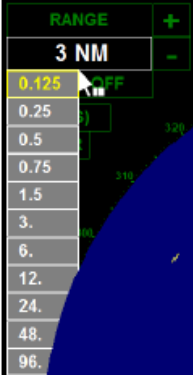
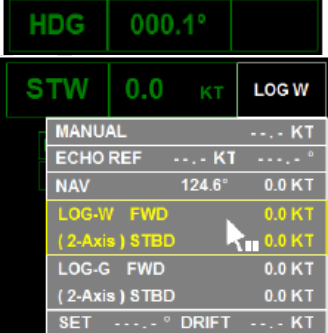
- a. Asegurarse que la antena este clara y que no haya personal en las cercanías.
- b. Chequear poder principal esté habilitado en el tablero del radar.
- c. Poner el radar en funcionamiento stand-by. Unos tres minutos.
- d. Esperar el tiempo suficiente de calentamiento.

- e. Conectar el radar en posición On.
- f. Sintonizar el radar (Ajuste switch de ganancia en posición media)
- g. Posteriormente poner el control de ganancia de acuerdo a la vista.
- h. Poner el resto de los controles en posición ON.

**2.- Switch On tres funciones**

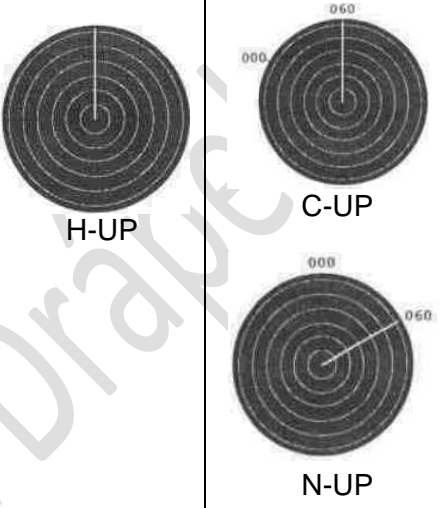
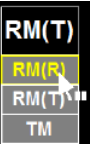

- a. Suministra poder a la pantalla y antena
- b. Suministra poder al transmisor y receptor
- c. Cambiar el sistema de la condición de stand-by a la condiciones de operación.


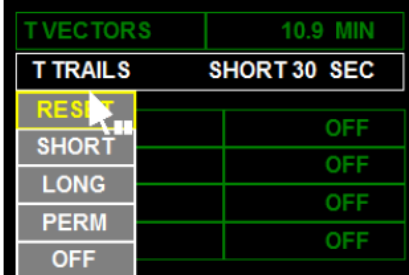
**3.- Controles para encender el equipo**

	<p>Banda de transmisión: TX A(S) Banda "S" navegación a escala larga. Alta mar. No recibe del Transponder SART</p> <p>TX A(X) Banda "X" navegación en escala corta. Cercanías de costa.</p>
	<p>Transmit= Transmitir STBY= Dejar de transmitir el radar que stand by. (Radar listo a operar)</p>
	<p>Escala= de 0,125, 0,25, 0,5, 0,75, 1,5, 3, 6, 12, 24, 48 y 96.</p>
	<p><b>MANUAL:</b> Ajuste manual de la velocidad, al ocurrir fallas de los sensores. <b>ECHO REF:</b> Referencia un eco de radar (SOG) (COG). Seleccionar el cursor sobre el eco. <b>NAV:</b> Velocidad y rumbo dado por un sensor de navegación. (SOG) (COG) <b>LOG W:</b> Velocidad corredera respecto al agua. <b>LOG G:</b> Velocidad corredera respecto al fondo.</p>

	<b>SET / DRIFT</b> = ingresar manualmente la corriente.
--	---

#### 4.- Ajustes de presentación

<p>H UP (Head-Up) = Siempre se muestra la proa del barco verticalmente hacia arriba, indicando movimiento hacia adelante.</p> <p>N UP (North-Up) = Siempre se muestra el norte verdadero verticalmente hacia arriba. Corresponde al 000° en la parte superior Una línea indicará el rumbo del barco.</p> <p>C-UP (Course-Up) = En la parte superior se muestra el rumbo al cual se navega y en la graduación se mostrará el norte verdadero (000°)</p> <p>Para navegar con N-UP o C-Up se necesita el giro o GPS.</p> <p>Normalmente se empleará N-UP</p>	
 <p><b>RM (R)</b>= Movimiento relativo - rutas relativas. El buque propio se muestra normalmente al centro de la pantalla y todos los contactos se muestran en relación con el movimiento del propio. Los blancos estacionarios tendrán un movimiento en la misma dirección que el buque propio, pero contrario.</p> <p><b>RM (T)</b>= En Movimiento relativo – rutas verdaderas. El buque propio se muestra normalmente al centro de la pantalla y todos los contactos se muestran en relación con el movimiento del propio. Los blancos estacionarios no tendrán un movimiento</p> <p><b>TM (True Motion)</b>= El buque propio se mueve en el video en la dirección del rumbo. Los contactos estacionarios, como la costa, quedan fijos.</p>	<p><b>GAIN</b>= Ganancia (amplifica la señal), Sintonía (TUNE) (mejorar el entorno del eco) MAN manual AFC = Control automático de frecuencia</p>
	

	<p>Clutter (Ganancia personalizada) en receptor. RAIN= Lluvia ; SEA= Oleaje.</p>
	<p><b>CENTRE</b> Descentrar la pantalla Sobre buque propio, tómelo con botón izquierdo y coloque en el lugar que se requiere posicionar.</p> <p><b>MAX VIEW</b> <b>CENTRE</b> Máxima visión</p>
	<p><b>Pulso:</b> SP = Pulso corto. Bajo 3 millas MP = Pulso medio. LP = Pulso Largo. Sobre 12 millas.</p>
	<p><b>T VECTORS</b>= Los vectores muestran la dirección del buque propio y de los contactos <b>R VECTORS</b>= Los vectores representan la dirección relativa de los contactos respecto al buque. Por ende el buque propio no tiene vector. El <b>largo del vector</b>, para ambos casos indicará la posición donde se encontrarán los objetos transcurrido el tiempo ajustado. Ventana derecha a T VECTORS.</p>
	<p>El control del brillo se encuentra en la parte inferior derecha de la pantalla.</p>
	<p><b>Modo TRAILS</b>= Registra el movimiento relativo o verdadero de los contactos, con intervalo de tiempo que depende de la escala del radar y si es SHORT o LONG Ej.: escala 3 millas, SHORT cada 30 seg. y LONG cada 90 seg. TRAILS - HIDDEN permanece oculto el registro.</p>

### 5.- Controles para mediciones de distancia y distancia

<p>Cursor</p> <p>EBL1: Electronic Bearing Line VRM1: Variable Range Marker Marker</p> <p>EBL 2: Se puede descentrar VRM 2: Se puede descentrar</p> <p>Permiten medir demarcaciones y distancias desde el buque propio o descentrado.</p> <p>Pare descentrar el EBL2/VRM2, Botón derecho en EBL2, seleccionar DROP o CARRY, luego OFF CENTRE, marcar en la pantalla donde se quiere poner el EBL2</p>	 
<p><b>Paralell index (PI):</b> son líneas que se posicionan respecto al buque propio y a una dirección determinada.</p> <p>Se emplean principalmente para navegación en cercanías de costa.</p> <p>Ver apuntes de Navegación segura</p>	
<p>Anillos fijos de distancia</p>	

### 6.- Herramientas del radar. (TOOLS)

	<p><b>Cursor Rotatorio:</b> DISPLAY= ON TYPO= FULL o HALF</p>
	<p><b>MARKS</b> Se pueden definir hasta 20 "marcas" de posición en el círculo de video. Las marcas están disponibles en todos los modos de presentación (excepto el modo H-Up), y pueden "soltarse" o "transportarse".</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- CARRY: Marcas permanecen en una posición fija en relación al buque propio.</li><li>- DROP: Marcas permanecen en una posición fija en el suelo o en el agua (dependiendo del modo de velocidad en uso).</li></ul>

	<p><b>SART:</b> Un transpondedor de búsqueda y rescate (SART) puede ser activado por cualquier radar de <b>banda X</b> a una distancia aproximada de 8 millas náuticas. La señal recibida se muestra en el video como círculos concéntricos al buque propio, marcado con mayor intensidad la dirección de la emisión SART.</p>
	<p><b>ROUTE DISPLAY:</b> Si en el ECDIS se carga una ruta, esta se replicará en el radar poniendo en ON la función en el MENU NAVIGATION.</p>

**C.- Precauciones de seguridad**

- 1.- Riesgo eléctrico
- 2.- Peligro de alto voltaje.
- 3.- Contacto con líquidos. Daños al teclado, equipo.
- 4.- Material más moderno, pero menos resistente.
- 5.- Principal riesgo es el operador. Las principales fallas son por mala operación de la operación



#### D.- Lista de chequeo de los principales ajustes del radar

- 1.- Ajustes previos
  - a.- N-Up
  - b.- Transmit
  - c.- Frecuencia S/X (Normalmente "X")
  - d.- Tune (1/4 )
  - e.- Ganancia (Hasta que aparezcan pequeños contactos)
  - f.- Filtros de lluvia – mar (cero)
  - g.- Escala (3 millas(
  - h.- Pulso (Corto)
  - i.- R/T Vectors (Tiempo) (T vectors – 6 minutos)
  - j.- COG (Ajuste de sensor de rumbo y velocidad) NAV.
  
- 2.- Ajustes varios
  - a.- TrueMoution SI / No (No)
  - b.- BRILL (Navegación nocturna / diurna)
  
- 3.- Mantenión del track
  - a.- Rumbo de la Pata (RBL 1)
  - b.- Rumbo próxima pata (RBL 2)
  - c.- Distancia de caída (VRM 2)
  - d.- PI de la pata
  - e.- PI próxima pata
  - f.- Paralell mecánico (cuando sea necesario)
  - g.- Descentrar VRM 2/RBL 2 Relativo
  - h.- Descentrar VRM 2/RBL 2 Verdadero
  - i.- Mostrar Ruta o track de navegación
  
- 4.- En relación a los contactos (ARPA)
  - a.- Parámetros CPA, distancia y tiempo
  - b.- Trial manoeuvre, tiempo a la caída, radio de seguridad, caída en A'
  - c.- Alarmas
  - d.- Ajustar zona de seguridad, radio más lejano, radio más cercano y ángulo
  - e.- AIS, simbología.
  - f.- Registro pasado contacto (TRIALS)
  - g.- Interpretar significado ARPA
  - h.- Interpretar significado AIS

### Capítulo N° 3

#### "PROCEDIMIENTO PARA EL PUNTEO MANUAL DEL RADAR"

##### (CINEMATICA MARITIMA)

###### A.- Objetivos del capítulo

- a. Aplicar las técnicas de punteo manual, para proporcionar comprender la relación existente entre el movimiento del buque propio y el de otros buques, incluidos los efectos de las maniobras, para prevenir los abordajes.
- b. Comprender la geometría del punteo y el concepto de movimiento relativo.
- c. Realizar ejercicios en tiempo real con un simulador o empleando otros medios eficaces.
- d. Obtener el rumbo y velocidad de otros buques a partir de las distancias y demarcaciones registradas.
- e. Utilizar los datos registrados para determinar con precisión la distancia al punto máximo de aproximación (CPA) entre el buque propio y otro que se cruza, en sentido contrario o que le alcanza.
- f. Detectar y analizar los cambios de rumbo y velocidad de otros buques.
- g. Considerar los riesgos de cambios pequeños comparados con los cambios importantes de rumbo o velocidad.

###### B.- Generalidades.

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 solo 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:

- 1.- Las derrotas de los buques serán consideradas rectilíneas y uniformes.
- 2.- 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.
- 3.- Los cambios de velocidad se consideran instantáneos.

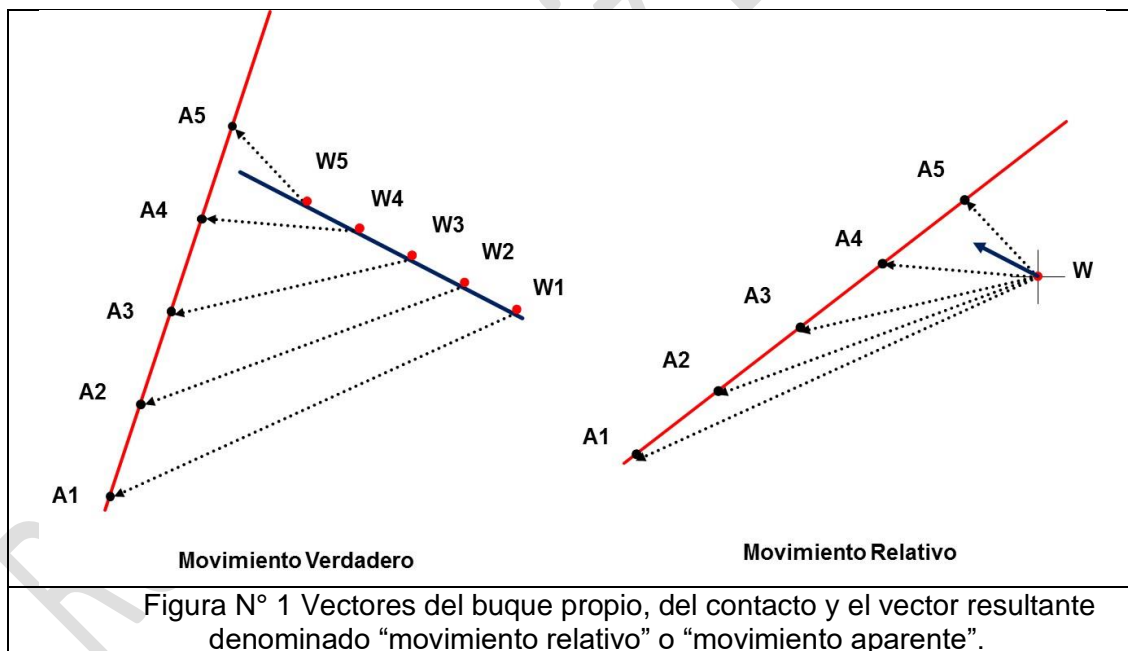
- 4.- Cuando se someta a los dos móviles a una fuerza común, la posición entre ambos no variara. Del mismo modo, si suprimimos este movimiento común, tampoco se alteraran las posiciones relativas de ambos móviles.

### C.- Movimiento absoluto o verdadero y movimiento relativo.

**El movimiento absoluto o verdadero:** 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.

**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: la dirección, la distancia, y la velocidad relativa. En la figura 1 se aprecia de forma más clara.

Sean **W** (Way Own Ship) y **A** (Way Another Ship) 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 W1A1, W2A2, W3A3, etc., serán las sucesivas demarcaciones y distancias entre ambos buques.



Si a partir de las posiciones de W trazamos las rectas WA1, WA2, WA3, etc., los puntos A1, A2, A3, etc., representan las posiciones relativas de A con respecto de W. El buque A se desplazará, visto desde W, aparentemente según la recta determinada por los puntos A1... A6. Esta línea recibe el nombre de rumbo relativo o rumbo relativo de A con respecto de W.

El buque A se mueve aparentemente visto desde W con un rumbo relativo igual a rumbo relativo =  $A1A6$ ; la velocidad relativa será  $V_r = A1A6 / \text{Tiempo}$ .

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

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 relativa.

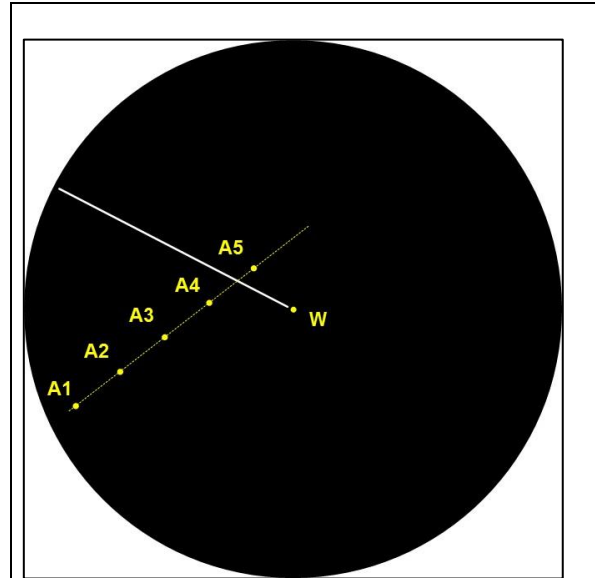


Figura N° 2  
"Movimiento relativo en el radar"

#### D.- Triángulo WOA de velocidades.

Sea WO el vector indicativo del rumbo ( $R_1$ ) y de la velocidad ( $V_1$ ) correspondiente al buque propio y WA el vector correspondiente al rumbo ( $R_2$ ) y velocidad ( $V_2$ ) de un contacto.

Para formar el triángulo de velocidades basados en lo anterior, ha sucedido lo siguiente: (Ver figura N°3)

El triángulo WOA resultante se le llama "Triangulo de Velocidades" que se utiliza para resolver los problemas cinemáticos que se presentan.

Se puede observar en la figura que el cateto OA corresponde a la velocidad relativa cuya dirección ( $R_r$ ) coincide con el movimiento relativo del contacto A, y su magnitud corresponde a la velocidad relativa del contacto A. ( $V_r = \text{Distancia } A1A2 / \text{Tiempo } A1A2$ )

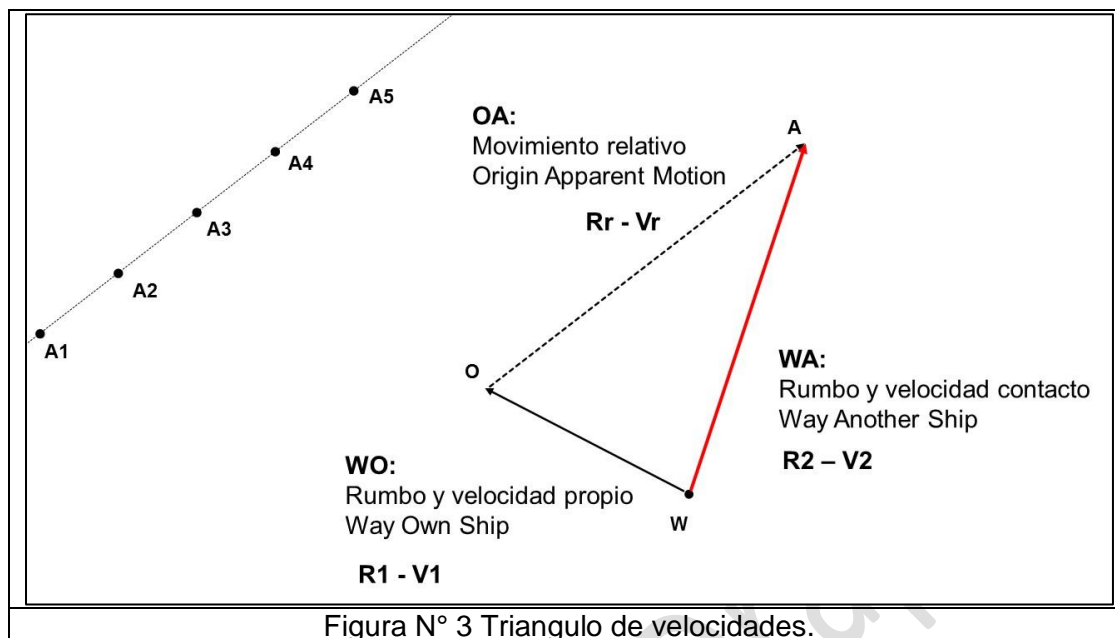


Figura N° 3 Triangulo de velocidades.

#### E.- Calculo del Rumbo y velocidad del contacto.

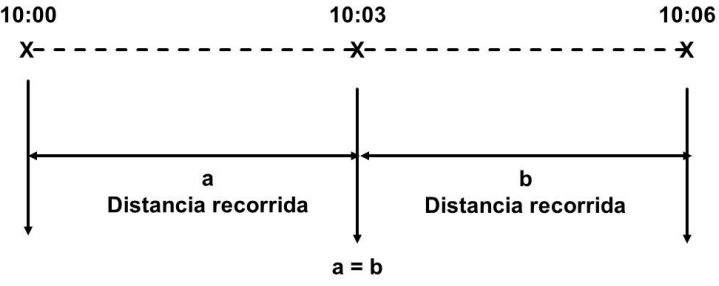
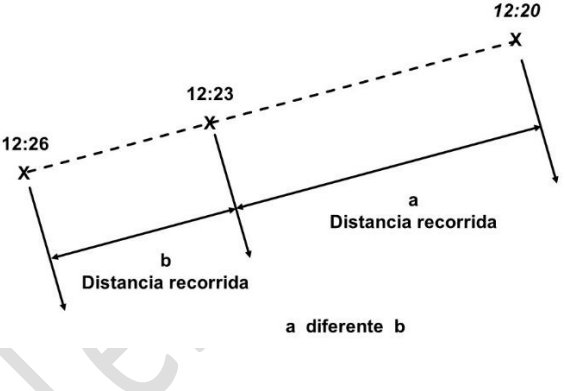
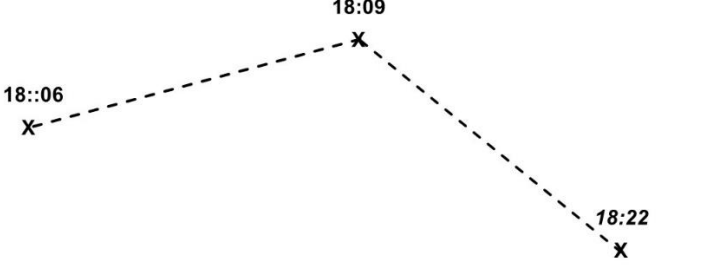
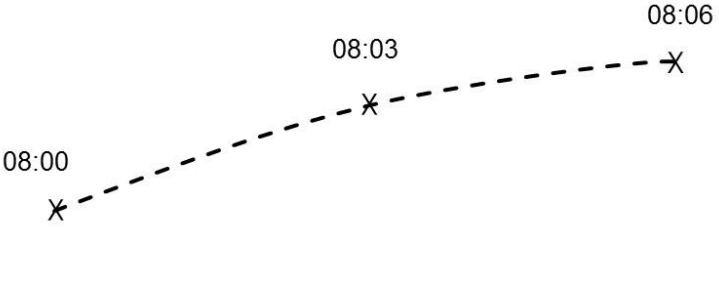
- 1.- En el buque propio se conoce el rumbo y la velocidad con que se navega, es decir, se tiene como dato inicial el vector WO.
- 2.- Para plotear un contacto es necesario adquirir tres posiciones.
- 3.- Cada posición de ploteo se compone de una demarcación y distancia, tomadas para un instante determinado, para ello es necesario establecer el tiempo de ploteo que se usará.
- 4.- El tiempo de ploteo a considerar es el tiempo que transcurre entre la primera y la tercera posición. Para efecto de los cálculos se considerará 3, 6 o 12 minutos de acuerdo con la velocidad propia, que será explicado más adelante.

Ejemplo: 1ra posición 10:00; 2da. Posición = 10:06; diferencia de tiempo 6 minutos.

- 5.- Como se deben considerar "tres" posiciones, la 2da posición debe ser tomada en la mitad del tiempo transcurrido entre la primera y la tercera posición. Es decir, la posición en el ejemplo anterior debe ser tomada a la hora 10:03
- 6.- Se toman tres posiciones a intervalos de tiempo regulares, para determinar que el contacto no haya efectuado ninguna maniobra, es decir, no haya variado su velocidad o rumbo durante la observación.

**F.- Significado obtenido del ploteo de las tres posiciones.**

1.- Las posiciones mantienen una línea de movimientos recta y las distancias recorridas entre ellas son iguales, como se indica en la figura N° 4.

<p>1.- Las posiciones mantienen una línea de movimientos recta y las distancias recorridas entre ellas son iguales.</p> <p>Significa que el contacto y el buque propio no han variado su velocidad o rumbo.</p>	
<p>2.- Las posiciones mantienen una línea recta y las distancias que las separan entre si son diferentes.</p> <p>Significa que la velocidad relativa ha variado, debido a un cambio de rumbo y velocidad del contacto o del buque propio.</p>	
<p>3.- Cuando el resultado del ploteo de las tres posiciones es una línea quebrada.</p> <p>Significa que el contacto o el buque propio, han efectuado un cambio de rumbo o velocidad.</p>	
<p>4.- El ploteo va formando un arco cercano a la recta.</p> <p>Significa que uno de los buques o los dos están cambiando de rumbo con pocos grados de variación. ¡Cuidado, puede producirse un punto de colisión!</p>	
<p>Figura N° 4 "Diversas situaciones en el ploteo del contacto"</p>	

De ocurrir las observaciones anteriores, especialmente la 2, 3 y 4, es necesario continuar el ploteo del contacto y así dilucidar la actitud y la línea de movimiento relativo estabilizado y resolver con seguridad la acción que se adoptará, para evitar una situación de riesgo de acuerdo con la reglamentación vigente y la experiencia.

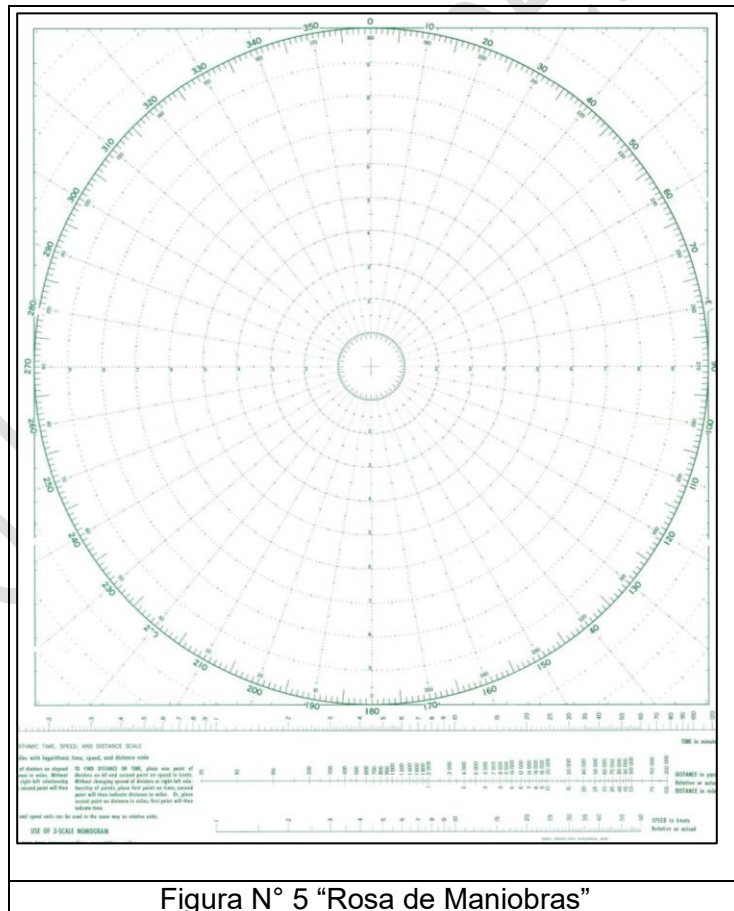
Como se mencionó anteriormente, para efecto de los cálculos se considerarán que las derrotas de los buques como rectilíneas y uniformes.

Por último, 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.

### G.- La Rosa de Maniobras.

La Rosa de Maniobras, es utilizada para resolver los diferentes problemas cinemáticos que se presentan. En ella se plotean los contactos y se visualiza el problema en conjunto. (Se adjunta modelo).

Para los cálculos que se efectúen, se utilizara solamente la escala 1:1, con eso se asegura que cada circulo es de una milla evitando ambigüedades en el cálculo



### H.- Ploteo de los contactos.

#### 1.- Tiempo a usar en el ploteo de los contactos.

Es el tiempo transcurrido desde el momento en que se observa la 1ra Posición hasta el momento en que se observa la 3ra. Posición”, puede ser utilizada cualquier tiempo de ploteo, teniendo presente que el tiempo en que debe ser observada la 2da. Posición es la mitad del tiempo de ploteo.

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

La 1ra Posición se inicia con la hora cero, es decir, por ejemplo, si se inicia el ploteo a las 08:04, la de inicio el ploteo u hora cero será a las 08:04.

## 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 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 de ploteo
	Mayor de 20 nudos	0 – 1,5 – 3
	Desde 8 hasta 20 nudos	0 – 3 - 6
	Menor de 8 nudos	0 – 6 – 12

Tabla N° 1

## 3.- Factor a utilizar con la velocidad.

El factor a usar es para transformar la velocidad, en la magnitud que representara el vector de velocidad en la Rosa de Maniobras o, para transformar la magnitud del vector que representa cada uno de los lados del "Triangulo de Velocidades", en la "velocidad real" que tienen ellos. Es decir, es un ajuste de la magnitud de los vectores a una escala dada por el factor.

Por ejemplo, si se está usando un tiempo de ploteo de 6 minutos, el factor a utilizar será:

$$60: 6 = 10 \gg \gg \text{FACTOR 10}$$

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 figura N° 6 ilustra lo anterior en el siguiente caso:



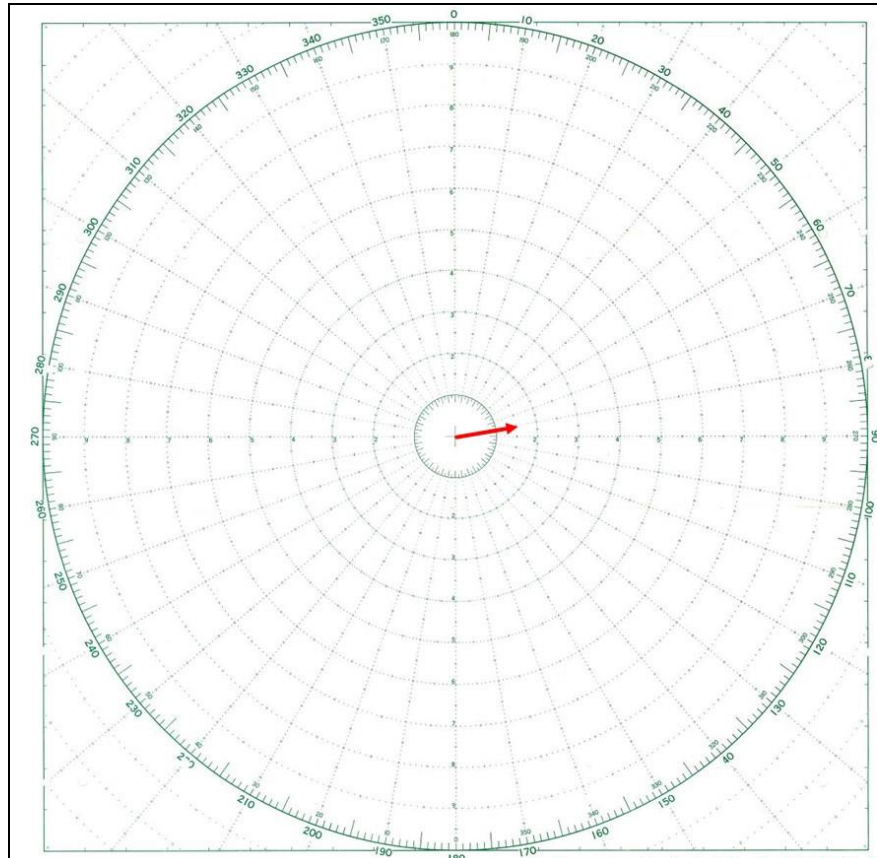


Figura N° 6. "Gráfico buque propio al centro de la rosa de maniobras".  
(Velocidad: 15 Nudos, Rumbo verdadero: 080° y Factor: 10)

**4.- Cuadro resumen para utilizar en el ploteo de un contacto.**

Posición	Marca	Hora	Demarcación	Distancia
1ra.	(O)	XX:XX	XXX°	7,0 millas
2da.	(.)	XX:XX	XXX°	6,0 millas
3era.	(A)	XX:XX	XXX°	5,0 millas
Dif. de tiempo Hora (3era. P. – 1era. P) Tiempo de ploteo.		Minutos	60: tiempo de ploteo = Factor	

Tabla N° 2

Ejemplo de empleo:

Posición	Marca	Hora	Demarcación	Distancia
1ra.	(O)	08:04	330°	7,0 millas
2da.	(.)	08:07	330°	6,0 millas
3era.	(A)	08:10	330°	5,0 millas
Tiempo de ploteo		00:06	60: 6	<b>Factor 10</b>
Tabla N° 3				

### I.- Procedimiento para formar el triángulo de velocidades.

- 1.- Siempre se conocerá el rumbo y la velocidad del buque propio. Se grafica su vector WO al centro de la "Rosa de Maniobras", para verificar las posiciones y aspecto en que estarán los contactos que se vayan ploteando en relación con el buque propio.

El 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.

Ejemplo:

Buque propio (WO) = Rumbo= 090° - Velocidad = 15 nudos.

Tiempo de ploteo = 6 minutos.

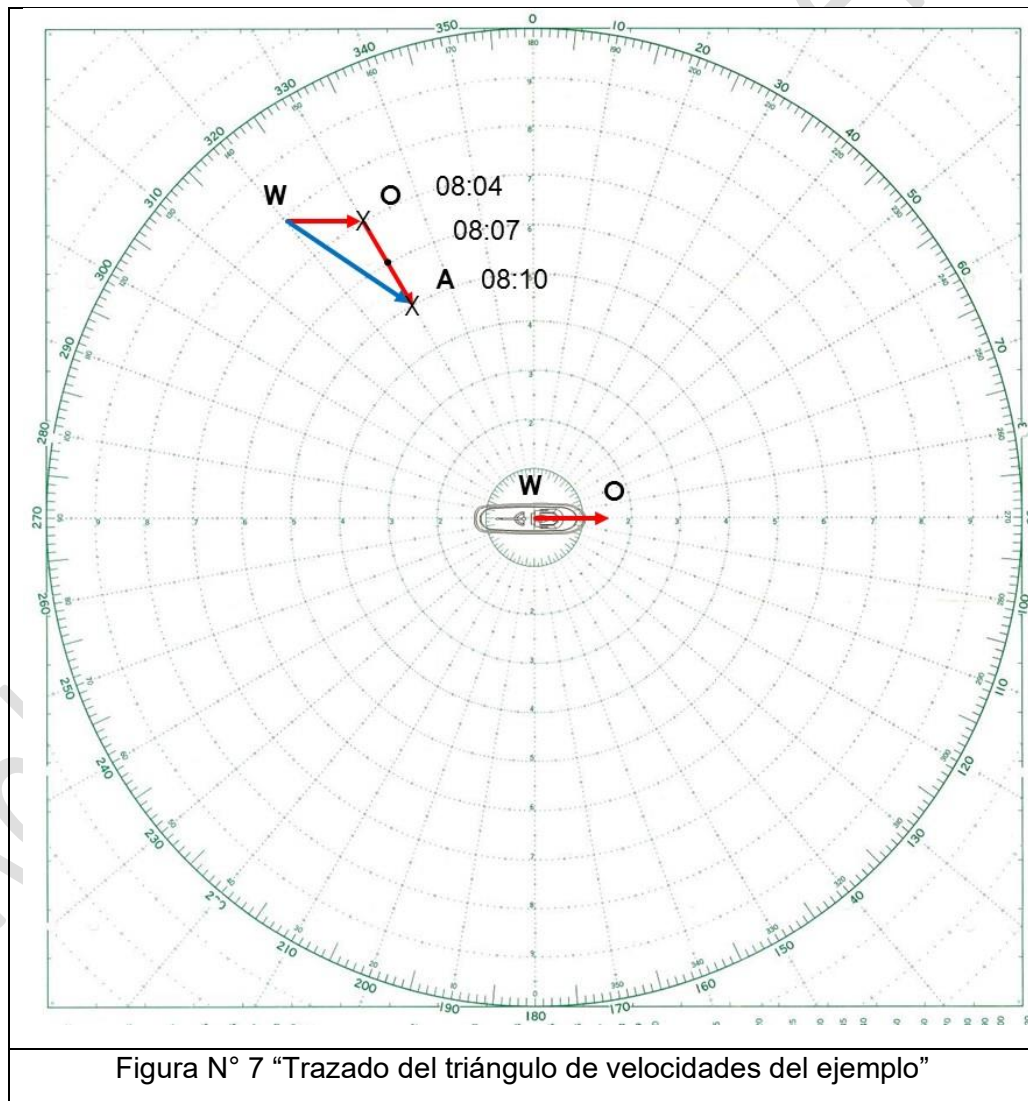
Factor = 10 (60: 6)

Magnitud del vector WO = Velocidad propia / Factor = 1,5 (15 / 10 = 1.5)

Vector WO: Sentido y dirección = 090°; Magnitud = 1,5

- 2.- La 1ra posición, es decir, la 1ra 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".
- 3.- Llevar el vector WO hacia el punto O, vector indicativo del rumbo y velocidad del buque propio es situado apuntando 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.
- 4.- Plotear la 2da. posición, es decir, la 2da demarcación y distancia observada al contacto. Esta posición es situada y marcada con "un punto" sobre la Rosa de Maniobras.
- 5.- Plotear la 3era. posición, observada al contacto y se marca con letra "X" y se le asigna la letra "A".
- 6.- Unir 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.

- 7.- El triángulo de velocidades queda formado al dar sentido a los lados del triángulo; sentido que indica la dirección de cada vector.
- 8.- Formado el triángulo de velocidades, se pueden solucionar los diferentes problemas que se presentan en cinemática.
- 9.- 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.



**J.- Determinación del punto de mayor aproximación y del tiempo para llegar a este punto.**

- 1.- El punto de mayor aproximación, CPA (closest point of approach) (PMA en español) es la menor distancia a la que pasará un contacto. El TCPA, (time for the closest point of approach) es el tiempo, medido en minutos que demorara el contacto en pasar por este punto.
- 2.- 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 traza una perpendicular desde el centro de la rosa de maniobras al rumbo relativo (OA) prolongado.
- 3.- El largo de esta perpendicular es el CPA.
- 4.- Si el rumbo relativo prolongado **pasa por el centro de la rosa**, significa que el contacto viene en **rumbo de colisión**.
- 5.- 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.

Ejemplo:

Rumbo verdadero buque propio: 045°

Velocidad del buque propio: 15 nudos

Datos del contacto:

Posición	Marca	Hora	Demarcación	Distancia
1ra.	(O)	08:04	330°	7,0 millas
2da.	(.)	08:07	325°	5,0 millas
3era.	(A)	08:10	315°	3,0 millas
Tiempo de ploteo		00:06	60: 6	<b>Factor 10</b>

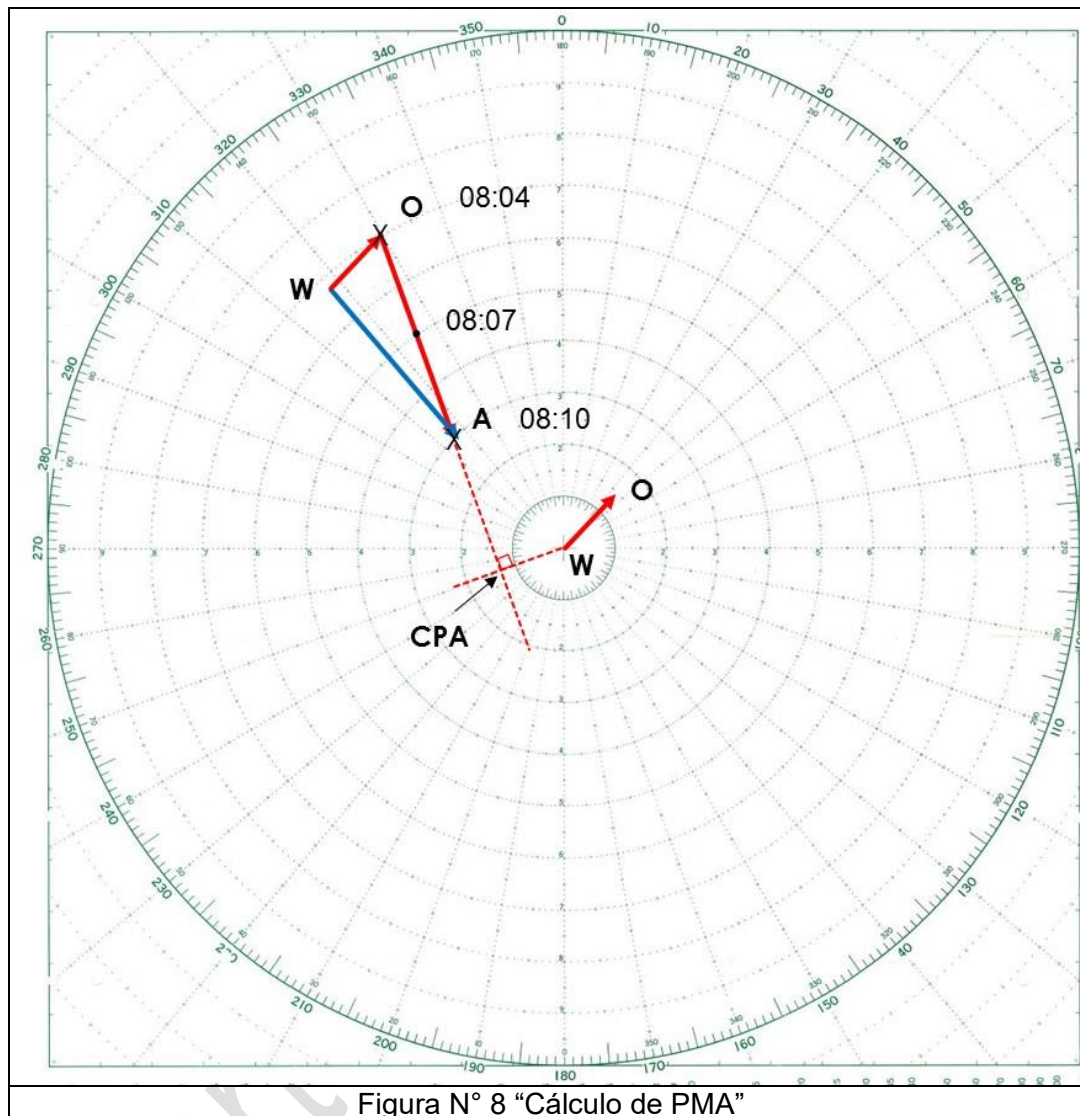


Figura N° 8 "Cálculo de PMA"

#### Cálculo del PMA (CPA)

Se mide la distancia entre el centro de la rosa (W) y el PMA.

CPA = 1,3 millas.

#### Para el cálculo de Minuto PMA (TPMA)

- Se mide la distancia entre OA = 4,25
- Tiempo entre OA = 6 minutos.
- Velocidad relativa =  $D / T = 4,25 \times 60 / 6$  o  $4,25 \times \text{factor} = 42,5$  nudos
- Se mide la distancia entre A y PMA = 2,6 millas.
- Tiempo desde A al PMA =  $D / Vr = 2,6 / 42,5 = 3,7$  minutos es decir a las 08:13,7

TCPA = 08:13,7

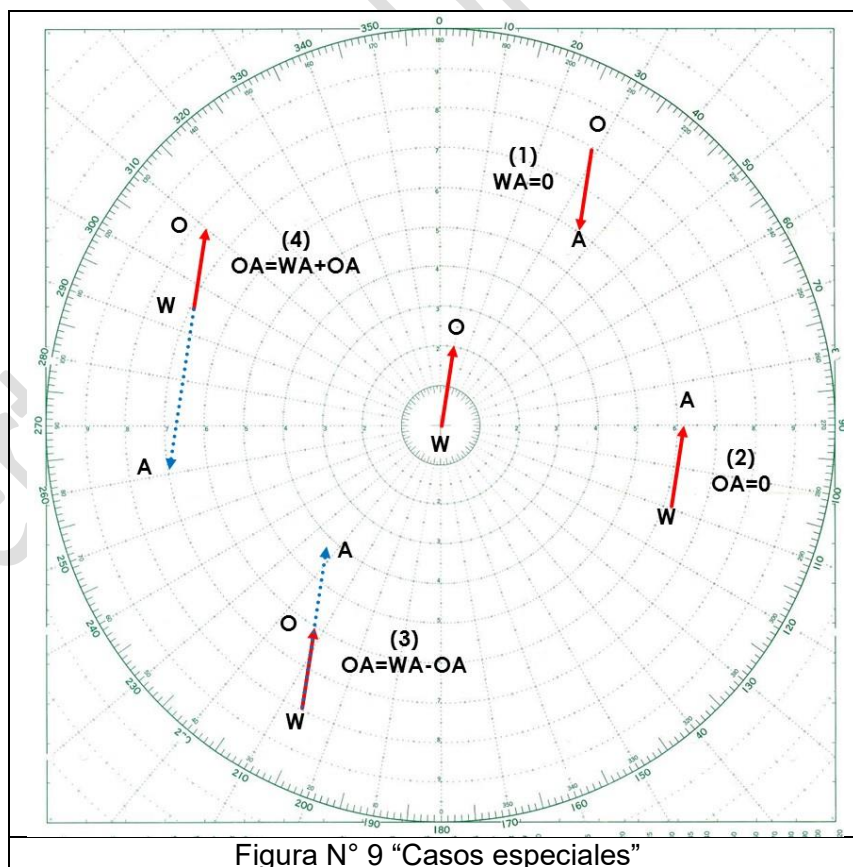
### K.- Casos particulares del triángulo de velocidades.

1.- Buque propio en movimiento. (ver Figura N° 9)

- **(1)  $WA = 0$  (cero):** El contacto está detenido.
- **(2)  $WA = WO$ :** El contacto lleva el mismo rumbo y velocidad que el buque propio.(2)
- **(3)  $WA$  tiene el mismo sentido que  $WO$ :** El contacto lleva el mismo rumbo que el buque propio y la velocidad la determina la magnitud del vector  $WA$ .
- **(4)  $WA$  tiene sentido opuesto a  $WO$ :** El contacto lleva rumbo opuesto al buque propio y la velocidad la determina la magnitud del vector  $WA$ .

2.- Buque propio detenido.

- **(5)  $WO = 0$  (cero):** El buque propio está detenido.  $WA = OA$  es el rumbo y velocidad del contacto.
- **(6)  $WO = WA =$  (cero):** Ambos, el buque propio y el contacto están detenidos.





**L.- Maniobra para que el contacto pase a una distancia determinada.**

- 1.- Efectuar el ploteo del contacto de la manera indicada.
- 2.- Sobre la prolongación del vector OA, encontrar un punto adelantando medio punteo, lo que dará origen a A´.
- 3.- Se traza, en el centro de la rosa, un área de seguridad.
- 4.- Desde A´ se traza una tangente al área de seguridad.
- 5.- Se traslada esta tangente, de manera paralela al punto A prolongándola hacia O.
- 6.- Haciendo centro en W se traza un arco de magnitud igual a WO cortando a la línea de movimiento relativo trazada desde el punto A.
- 7.- La intersección del arco y la línea dará el nuevo rumbo WO´ que se quiere adoptar para un área de seguridad dada.

**Ejemplo:**

Rumbo del buque propio: 010°

Velocidad: 15 nudos.

Área de seguridad dos millas.

Datos del contacto

Posición	Marca	Hora	Demarcación	Distancia
1ra.	(O)	08:00	030°	7,0 millas
2da.	(.)	08:03	030°	6,0 millas
3era.	(A)	08:06	030°	5,0 millas
Tiempo de ploteo		00:06	60: 6	<b>Factor 10</b>

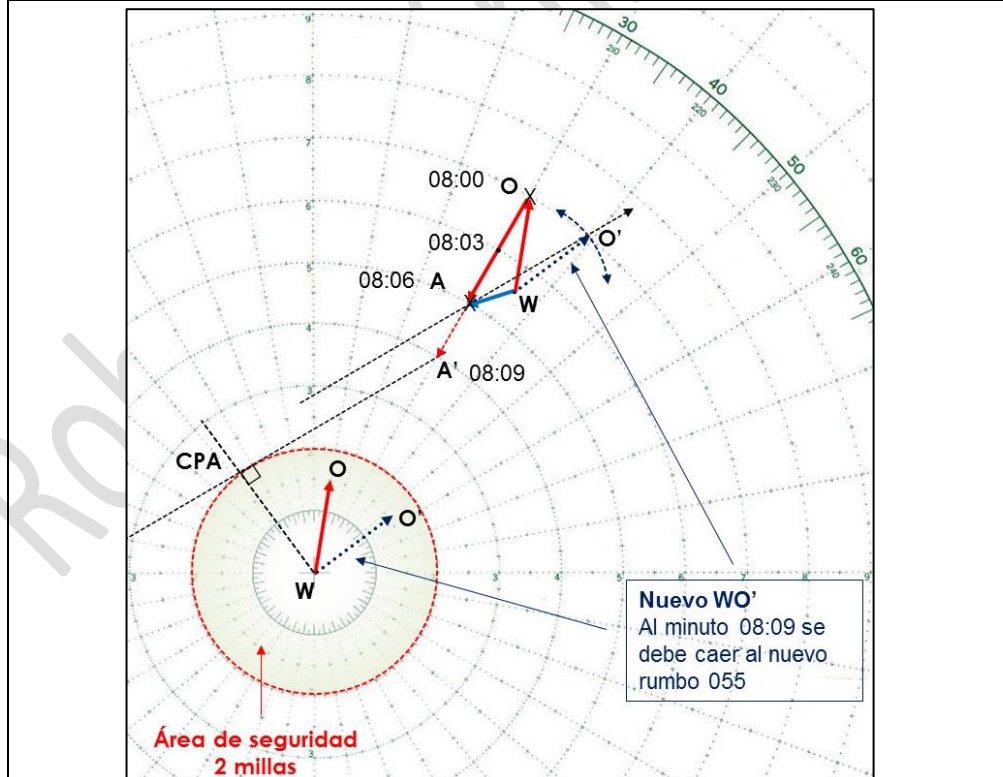


Figura N°10 Cambio de rumbo sin variar la velocidad para pasar a una distancia de seguridad determinada.

**M.- Ejercicios.**

**1.- Número 1**

- a) Su buque navega al  $350^\circ$  V a una velocidad de 15 nudos.
- b) Tiene un contacto en el radar y obtiene los siguientes datos:

Hora	Contacto	Demarcación	Distancia
15:00	A	$090^\circ$	9,0 M
15:03	A	$089^\circ$	8,0 M
15:06	A	$088^\circ$	7,0 M

Se requiere saber:

- ¿El contacto está en ventaja o desventaja?
  - Rumbo verdadero del contacto
  - Velocidad verdadera del contacto
  - CPA
  - TCPA
- c) Para el mismo contacto, se designa un área de seguridad de 2 millas.
- ¿A qué rumbo debe gobernar para que el contacto pase por la proa suya, tangente al área de seguridad, sin variar la velocidad?

**Respuestas**

- Contacto esta en ventaja,  $R_v = 307^\circ$ ,  $V_v = 28$  nudos, CPA = 1,2 millas y TCPA 15:25
- Debe gobernar al  $061^\circ$

**2.- Número 2**

- a) Su buque navega al  $R_v = 080^\circ$  y a una velocidad de 15 nudos.
- b) Hay un contacto en el radar y se obtienen los siguientes datos:

Hora	Contacto	Demarcación	Distancia
15:00	A	$045^\circ$	8,0 M
15:03	A	$045^\circ$	7,0 M
15:06	A	$045^\circ$	6,0 M

Se requiere saber:

- Aspecto del contacto
- Regla de gobierno que se aplica en caso de buena visibilidad
- Procedimiento en caso de mala visibilidad



### Respuestas

- Amura de estribor
- “Si acaso sobre babor, el verde se deja ver, sigue avante ojo avizor, débase el otro mover”,
- A una distancia entre 4 y 6 millas se debe caer a estribor hasta que el contacto quede a la cuadra de babor.

### 3.- Número 3

Datos:

- WO = 020° - 7,5 nudos.
- Contacto.

Hora	Contacto	Demarcación	Distancia
06:00	O	060°	6 millas
06:06	.	060°	5 millas
06:12	A	060°	4 millas

- Calcular:
  - WA
  - OA
  - Distancia PMA
  - Tiempo PMA
  - Hora PMA
  - Rumbo a gobernar para área de seguridad 2 millas.
  - Nueva distancia PMA.
  - Nuevo tiempo PMA
  - Nuevo Hora PMA.
- Respuestas:  
291°-6,5 nudos; 240° - 10 nudos; Colisión; 24 minutos a las 06:36.  
079° - 7,5 nudos, 2 millas, 12 minutos a las 06:37

### 4.- Número 4

Datos:

- WO = 330° - 12,0 nudos.
- Contacto.

Hora	Contacto	Demarcación	Distancia
12:04	O	075°	9 millas
12:07	.	075°	8 millas
12:10	A	075°	7 millas

- Calcular:
  - WA
  - OA
  - Distancia PMA
  - Tiempo PMA

- Hora PMA
- Rumbo a gobernar para área de seguridad 2 millas.
- Nueva distancia PMA.
- Nuevo tiempo PMA
- Nuevo Hora PMA.
- Respuestas:  
283°- 28 nudos; 255° - 20 nudos; Colisión; 21 minutos a las 12:31.  
080° - 12,0 nudos, 2 millas, 16,5 minutos a las 12:29,5

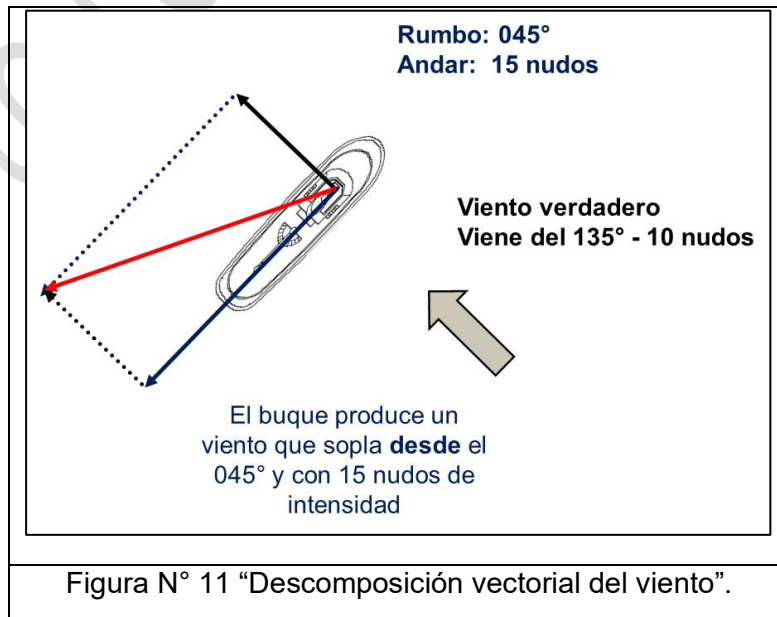
5.- Otros tipos de problemas

- a. Instante en que un contacto se encuentre a una distancia determinada.
- b. Instante y distancia en que un determinado buque pasa por la proa.
- c. Alcanzar a un buque en el menor tiempo posible.
- d. Alcanzar a un buque sin variar el rumbo.
- e. Alcanzar a un buque en un tiempo determinado.

**N.- Problema del viento**

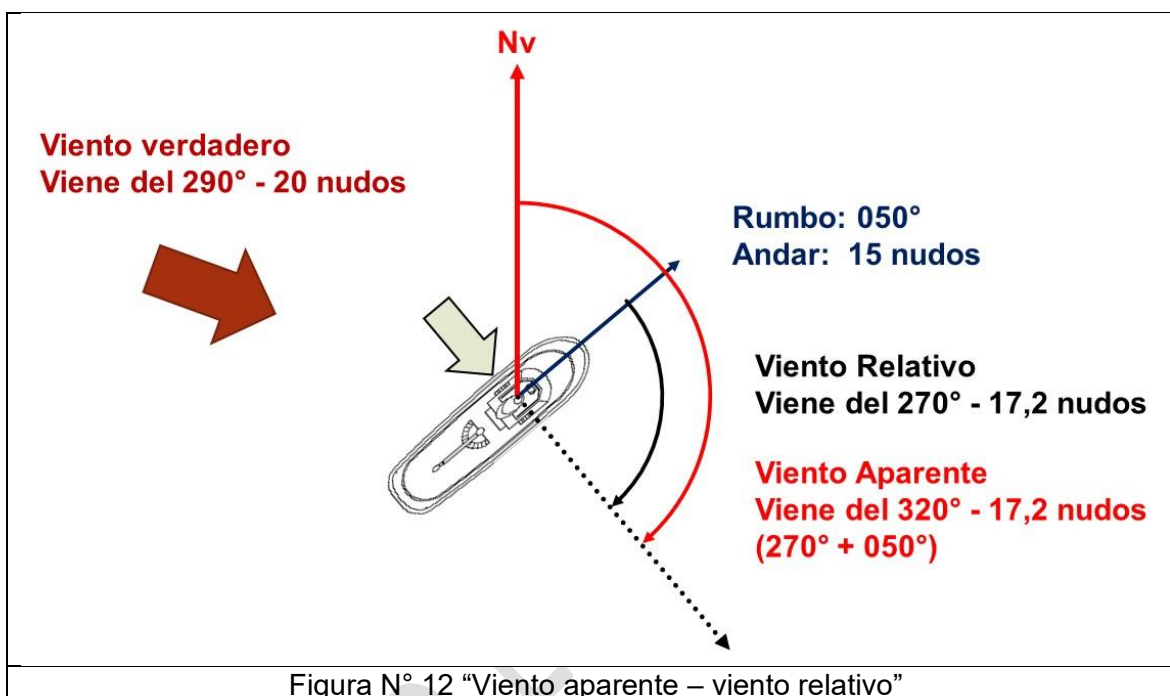
**1.- Generalidades.**

- a) Viento verdadero: Es la velocidad e intensidad del viento verdadero en relación a un punto fijo en la tierra. Se mide desde el norte verdadero hasta donde viene el viento. La intensidad se mide en nudos y la dirección de 0° a 360°.
- b) A medida que el buque comienza a avanzar, con un determinado rumbo y velocidad, comenzará a producir un viento que soplará en sentido inverso al rumbo y que tendrá una velocidad igual a la velocidad del buque.
- c) La acción de este viento producido por el buque, al combinarse con el viento verdadero, darán origen a un viento resultante que puede recibir dos denominaciones, según cual sea el origen que se use para definir la dirección desde la cual sopla.



- d) Si este origen es la proa del buque, se denomina **viento relativo**. Normalmente el anemómetro dará el viento relativo, es decir de la proa hacia la dirección que vienen el viento que se siente a bordo.

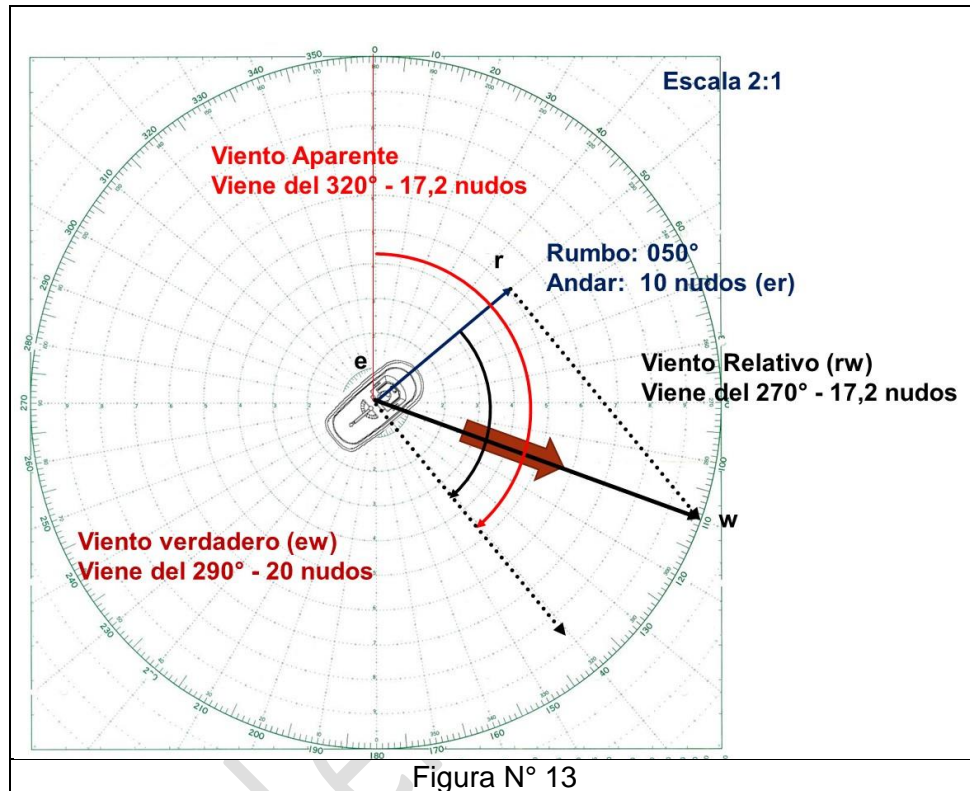
- e) Si el origen usado es el norte verdadero se denominará **viento aparente**. La intensidad de este viento es igual al relativo, sin embargo la dirección aparente hay que restar al rumbo la dirección relativa si esta es por babor y sumársela si es por estribor.
- f) La dirección del viento se **mide desde donde sopla o viene** y NO hacia donde va.



- g) El triángulo de velocidades está conformado por los siguientes vectores:
  - a. "er": Rumbo y velocidad propia.
  - b. "ew": Dirección y velocidad del viento verdadero.
  - c. "rw": Dirección y velocidad del viento aparente.
- h) Ajustar una escala adecuado en la rosa de maniobra

## 2.- Cálculo del viento verdadero, conociendo el viento relativo

- a) Trace el vector "er" (rumbo y velocidad del buque), desde el centro de la rosa (e) en dirección del rumbo (r).
- b) Convierta el viento relativo a viento aparente.
- c) Trace el vector "rw" desde el punto r y su magnitud corresponderá a la intensidad del viento relativo.
- d) Una el centro de la rosa (e) con el punto (w).
- e) El vector "ew" corresponderá a la dirección e intensidad del viento verdadero, teniendo presente que el viento se mide desde donde sopla o viene.



**Ejemplo:**

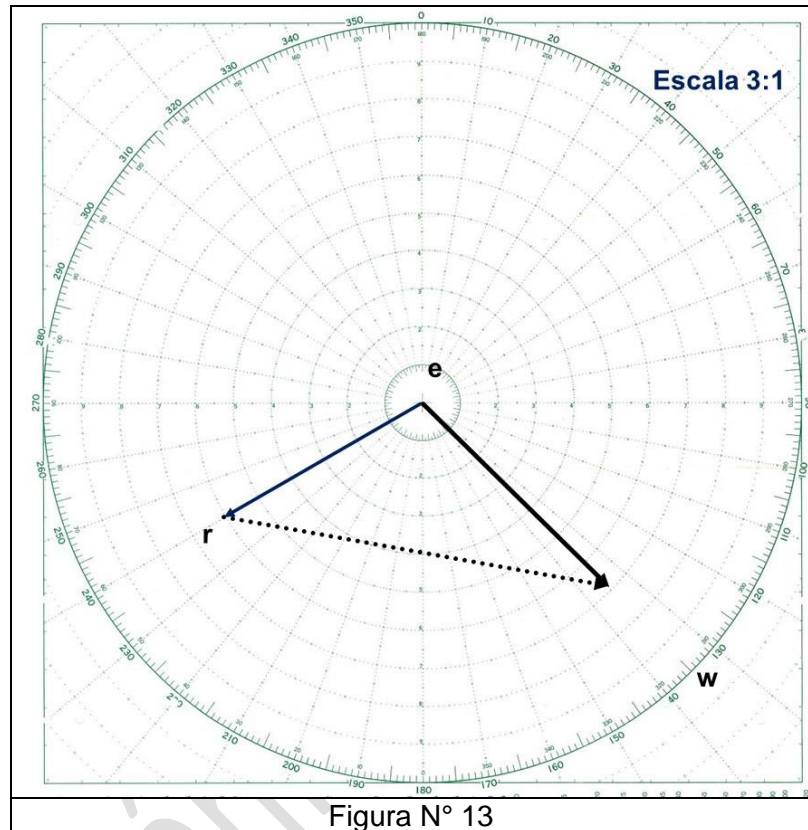
**Situación:** Su buque navega al Rv: 240° y a una velocidad de 18 nudos. El viento relativo a través es del 040° y de 30 nudos de velocidad.

**Se requiere:** Dirección e velocidad del viento verdadero.

**Escala:** 3 : 1

**Solución:**

- Plotear el vector "er" (rumbo y velocidad del buque propio. (240° - 18 nudos)
- Convertir el viento relativo en aparente, en relación con el rumbo del buque. (240° + 040° = 280°). El viento aparente es del 280°.
- Plotear el vector viento aparente (rw) a partir de "r" en dirección 280° al 100°. Recordar que la dirección 280° indica la dirección desde donde sopla el viento. La magnitud de este vector es de 30 nudos, medidos en la escala que se está usando (3:1). La cabeza de este vector será "w".
- Unir "e" con "w", materializando el vector "ew" que representa la dirección y velocidad del viento verdadero. Para determinar la dirección, recordar, que se indica la dirección desde donde sopla el viento. En este caso el vector "ew" indica hacia la dirección 135°, el viento verdadero sopla desde el 315°



Roberto Léniz

## Capítulo N° 4

### USO DEL RADAR PARA UNA NAVEGACIÓN SEGURA

#### Ref.:

- 1.- Apuntes del Curso Navegación por radar, ploteo por radar y uso del ARPA OMI 1.07, dictado por CIMAR.
- 2.- Manual de cinemática naval, Pub. SHOA N° 3020 edición 1987.
- 3.- Instrucciones para navegación en cercanías de costa, Pub. SHOA 3011, edición 2012.
- 4.- Manual de navegación, Pub. SHOA 3030, edición 2012.

#### A.- Objetivos de la Unidad Temática

- 1.- Determinar la situación del buque propio mediante el radar, haciendo uso de los blancos terrestres y marcas de navegación.
- 2.- Conducir la navegación y fondeo del buque en forma segura, empleando las funcionalidades del radar.
- 3.- Comprobar la precisión del radar, mediante la comparación de marcas terrestres.
- 4.- Utilizar el registro de distancias y demarcaciones a intervalos regulares frecuentes.

#### B.- Aspectos previos del radar

##### 1.- Ajustes

Es recomendable que el radar se mantenga funcionando y totalmente operacional en todo momento. Tener presente que:

- Una incorrecta alineación de la marca de proa puede derivar en interpretaciones erróneas o potenciales situaciones de riesgo de colisión: el alineamiento de la marca de proa necesita verificarse periódicamente junto con las marcas de rumbo del girocompás y línea de fe del buque.
- Los buques pequeños, hielos y otros objetos flotantes como contenedores pueden no ser detectados por el radar.
- Las técnicas de procesamiento del vídeo deben usarse con cuidado.
- Los ecos pueden ser oscurecidos por un excesivo control sobre el retorno de mar o de lluvia.
- Los mástiles y otras obstrucciones pueden causar sombras o sectores ciegos en la pantalla.

##### 2.- El radar como ayuda de navegación

Cuando se emplea el radar para obtener la posición del buque y monitorear la navegación, verificar:

- El rendimiento general del radar.
- Tener presente que normalmente la banda S se emplea para navegación de alta mar y la banda X para navegación en cercanías de costa, y esta última puede detectar transpondedores de SART (Search And Rescue Transponder).
- La identificación de los objetos fijos que están siendo observados en la pantalla.
- El error del giro y la exactitud del alineamiento de la marca de proa.

- La exactitud de las marcas variables de distancia (Variable Range Markers - VRM), las líneas electrónicas de demarcación (Electronic Bearing Lines - EBL), y los anillos fijos de distancia.
- Que las líneas electrónicas de Índice Paralelo (Parallel Index Lines – PI), están correctamente ajustadas.

### **3.- Selección de la escala de distancia**

- Densidad de tráfico, velocidad del buque propio y cuan a menudo la pantalla está siendo observada.
- La detección de blancos, particularmente pequeños, es generalmente mejor a corta distancia.
- Sin embargo, si el radar será empleado para ploteo de blancos, no será prudente su uso en una escala que sea muy corta.
- Navegando en canales, normalmente no se requerirá de escalas largas; según el paraje que se navega y la velocidad del buque, se seleccionará la escala que mejor satisfaga sus requerimientos de detección y presentación.
- En pasos estrechos, se escogerá “pulso corto” lo que mejorará la discriminación en distancia y calidad de la presentación.
- Para situar la posición el buque, cambiar a una escala adecuada, pero luego volver a la escala de vigilancia. Lo anterior cobra mayor significación en condiciones de visibilidad reducida y en navegación en zona de hielos.
- Los buques que poseen dos radares de navegación deben usar uno en escala larga y con pulso largo, y el otro radar, en escala corta y con pulso medio o corto.
- Disponer de una alarma temprana ante aproximación a otros buques y a tierra, es un factor muy importante al decidir una velocidad segura y requiere de la observación del radar a una escala de distancia más larga.

### **C.- Empleo del radar para situación del buque**

El radar puede emplearse en varias formas para obtener una posición.

La exactitud de las situaciones obtenidas por radar o con ayuda de radar, sigue el siguiente orden de confiabilidad:

- Distancia de radar con demarcación visual de puntos notables.
- Distancias de radar a varios puntos notables.
- Distancia y demarcación de radar a un solo punto.
- Demarcaciones de radar a dos o más puntos de la costa.

#### **1.- Situación por distancia radar y demarcación visual.**

En la Figura 4.1, se indica una situación obtenida con una demarcación visual, a una baliza luminosa, que se encuentra en la punta "A" y la distancia a la punta obtenida con el radar mediante los círculos de distancia (VRM), anillos de distancia o por el cursor del radar.

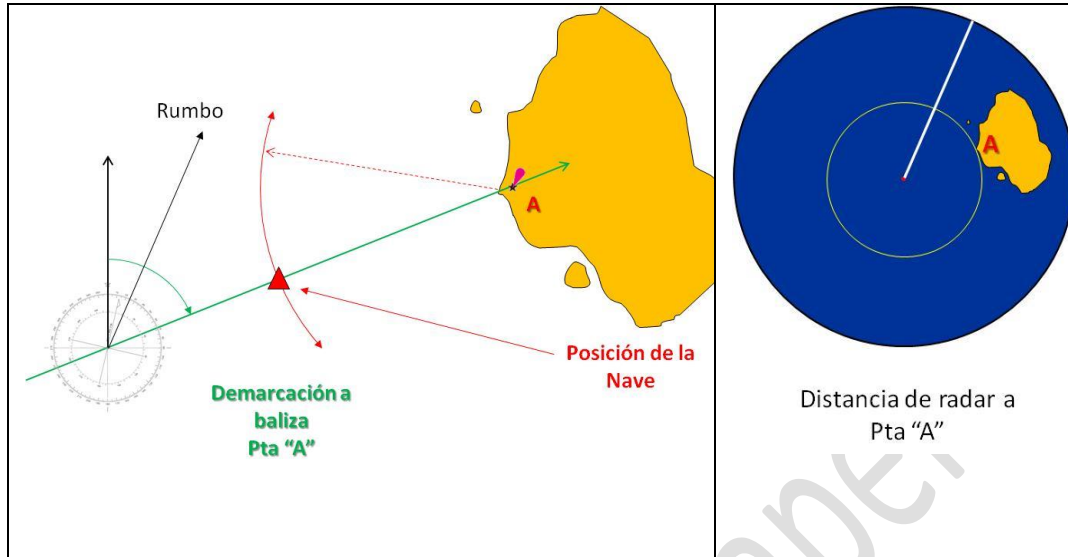


Fig. N° 4.1 "Situación por una demarcación visual y distancia de radar"

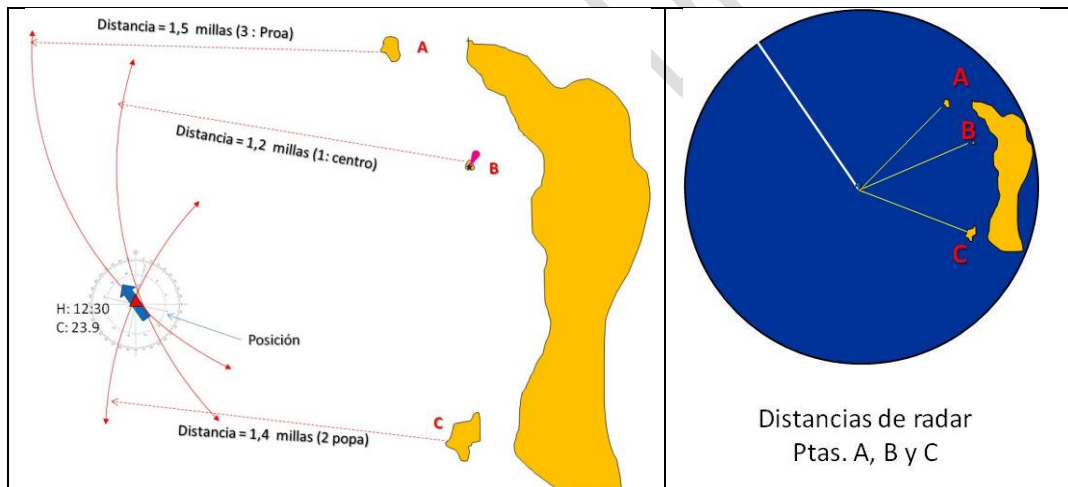


Fig.: N° 4.2 "Situación por distancias de radar"

## 2.- Situación distancia de radar a corta distancia.

En la Figura 4.2, se observan los puntos seleccionados para las distancias de radar, ellos son dos puntos notables (A y C) y una pequeña isla (B). El operador tomará la distancia más cercana y clara de los puntos seleccionados.

Este se considera el método más exacto de situar al buque, cuando se emplea exclusivamente el radar.



### 3.- Situación por distancia de radar larga distancia.

Si el operador está a gran distancia de la costa, los únicos ecos que aparecerán en la pantalla serán de las tierras altas, tales como montañas o cerros, que están sobre el horizonte del radar, tal como se ilustra en la figura 4.3. un buen ejemplo es la isla de Robinson Crusoe donde existe el cerro en Yunque de 915 metros. Este cerro es detectado por el radar mucho antes que la costa.

Para hacer una recalada exacta, se utilizará en un primer momento esta información que le permitirá situar el buque lo antes posible. Después de estudiar la carta y con una apreciación de las limitaciones del equipo de radar, es posible identificar los blancos.

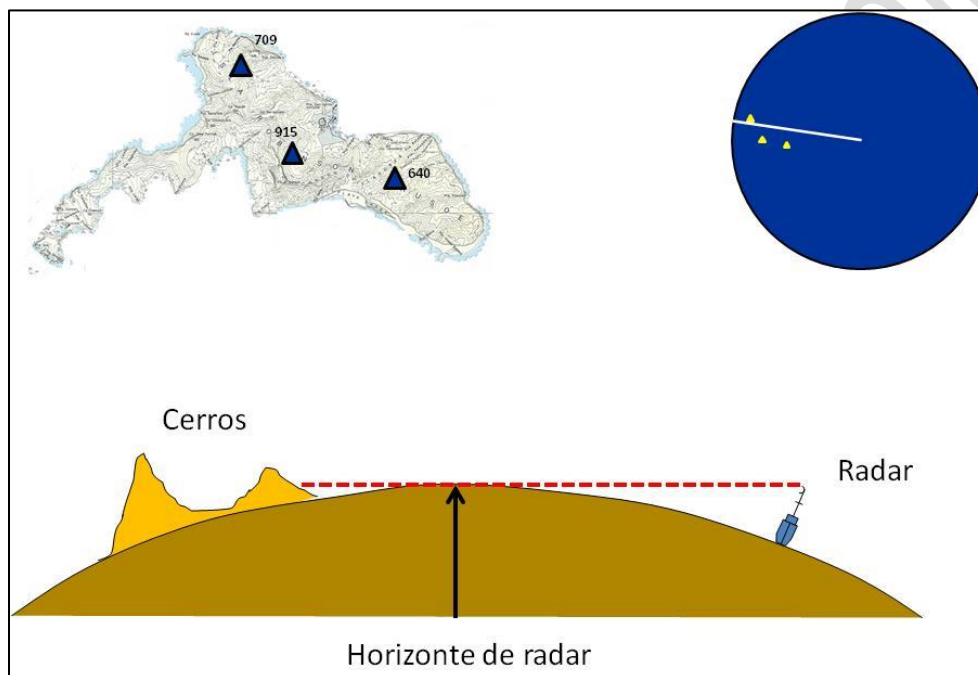


Fig.: N° 4.3 "Situación a larga distancia de costa"

En la Figura 4.3, se han identificado tres contactos de radar, trazando sus distancias en la carta náutica. Es muy probable que los arcos de distancia no se corten en un punto, sino que simplemente indicaran un área en la cual se puede esperar razonablemente que este el buque. Una situación obtenida en esta forma, debe ser tratada con mucha precaución.

### 4.- Situación por distancia y demarcación de radar.

Este método se emplea cuando no se pueda obtener una demarcación visual y donde solo es posible obtener un blanco notable para el radar.

En la Figura 4.4, se ha tomado una demarcación y distancia de radar a una pequeña isla en lugar de tomarla a la costa, por estar ésta compuesta por terrenos bajos que dan muy poco eco.

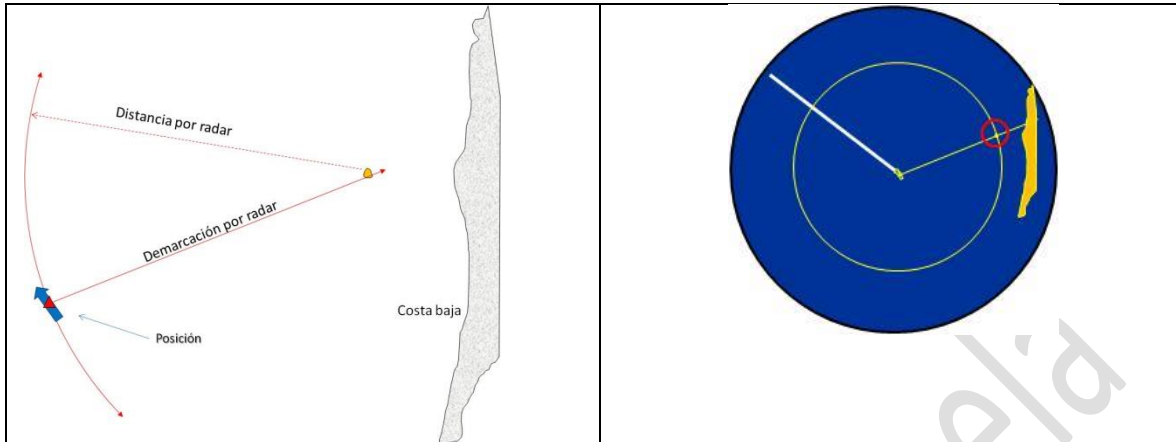


Fig.: N° 4.4 "Situación por demarcación y distancia por radar"

### 5.- Distancias de radar como líneas límites.

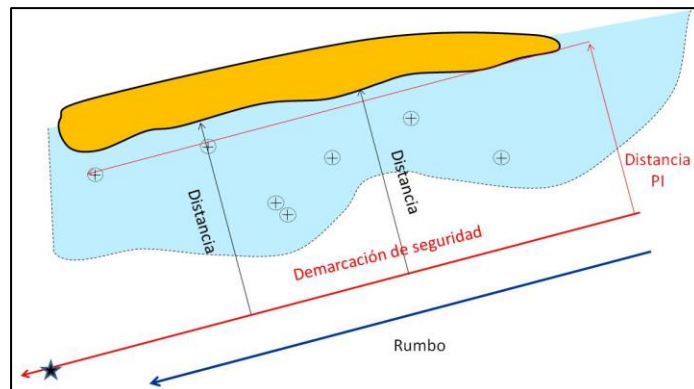
Un buque que navega a lo largo de una costa relativamente recta y sin accidentes notables, puede que no pueda obtener situaciones exactas por radar, posiblemente debido a poca reflexión de la costa o simplemente porque no hay puntos identificables.

La técnica en estos casos es calcular la distancia mínima fuera de la cual no se encontraran peligros que sobresalgan de la costa.

Para ello se emplea los índices paralelo (parallel index (PI)) o una distancia fija mínima (VRM) que se puede acercar la nave a costa.

La figura 4.5, ilustra esta técnica, simplemente verificando a intervalos seguidos la distancia a la costa a la cuadra y usando los PI. Adicionalmente se puede emplear un demarcación de seguridad (faro)

Fig.: N° 4.5 "Distancia de radar por distancias límites".



## D.- Empleo del radar en pilotaje.

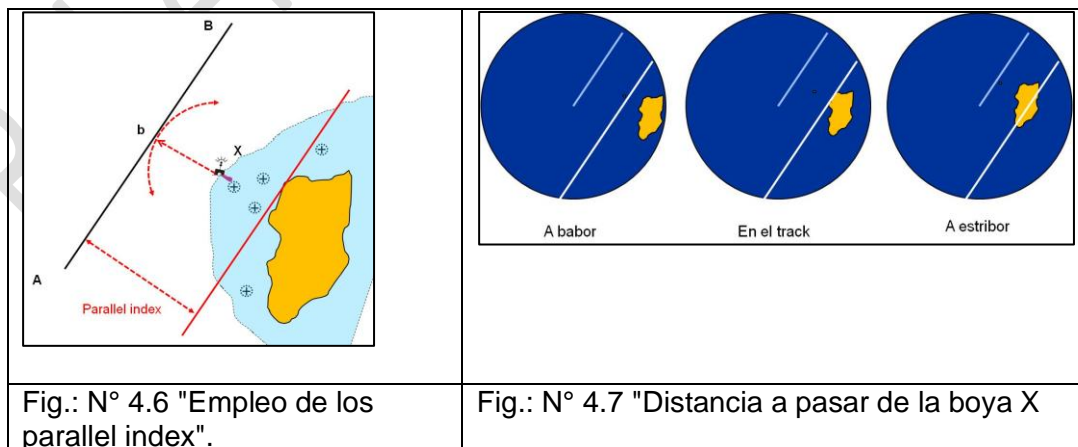
La técnica más exacta es la conocida como la de los índices paralelos (PI), que consiste en línea que se pueden orientar y descentrar del monitor. Adicionalmente existe un cursor giratorio grabado con líneas de índice paralelas, que se orienta según el PI. También es necesario que se encuentre la indicación de la proa del buque (HDG).

### 1.- Técnica de navegación del “Índice Paralelo” (Parallel Index - PI)

- Capacidad que se debe emplear continuamente durante la navegación, especialmente para el tránsito de canales y pasos restringidos.
- Consiste en alinear el PI con la derrota trazada o rumbo de la “pata”— y descentrarla paralelamente hacia la cuadra una distancia igual a la “distancia a pasar” prevista de puntas, islas u objetos fijos notables de la costa.
- De este modo, de mantenerse el buque efectivamente sobre la derrota trazada, la línea se mantendrá también sobre el accidente geográfico de referencia a pasar; de no ser así, el buque se estará desviando de la derrota trazada en la carta náutica; lo cual puede ser evidenciado prácticamente de inmediato.
- Esta facilidad determina en todo momento y en forma muy precisa, la ubicación relativa del buque respecto de la derrota trazada, lo cual es un excelente complemento a las situaciones obtenidas por los sistemas convencionales y con la ventaja de que, además, permite denunciar en tiempo real los errores en el gobierno, abatimiento por viento o desplazamiento lateral por corrientes.
- Esta aplicación no presenta limitaciones en condiciones visibilidad reducida, como sería el caso de las demarcaciones guías de rumbo visuales.
- De no existir los PI en el radar se pueden descentrar los EBL, realizando el mismo procedimiento anterior

### 2.- Mantención de un rumbo determinado.

La Figura 4.6, muestra un rumbo determinado AB, el que pasa a una distancia específica de la baliza de radar “X”. Para ello se toma como referencia la costa para trazar el parallel index.



El parallel index (Figura 4.6), se coloca paralelo al track del buque tangenteando la costa notable más cercana. Se debe evitar hacerlo a las boyas, ya que éstas tienen un radio de borneo que podrían engañar a la información del radar.

En la figura 4.7 se muestran tres situaciones que se pueden presentar. Al centro el parallel index coincide exactamente con la costa, lo que indica que el buque se encuentra en el track. Las otras dos situaciones el buque se encuentra a babor (corrige a estribor) y la otra a estribor (corrige a babor) según la informaciones del radar.

### 3.- Cambios de rumbos en aguas restringidas.

Antes de entrar a describir esta técnica, es necesario explicar el término avance cuando se refiere al track del buque. Cuando se mueve la caña para efectuar un cambio del rumbo, el buque no cae inmediatamente a este nuevo rumbo, sino que tiende a seguir una curva hasta llegar al nuevo rumbo.

En la figura 4.8, AB, es el rumbo actual y se desea cambiar al nuevo rumbo BF.

Si se inicia la caída en B, el camino real seguido por el buque será el que se indica en la línea de puntos, muy alejado del rumbo que se desea llegar, produciéndose un desplazamiento indeseado a babor, que de haber bajos fondos (como se muestra en la figura) o costa podría ocurrir un accidente grave.

Esa separación puede llegar a ser cuatro veces la eslora del buque.

Esto no tendría ninguna consecuencia en aguas abiertas o para pequeñas alteraciones, pero en aguas restringidas, donde la precisión es de una importancia vital, debe considerarse el avance<sup>4</sup> y la traslación<sup>5</sup>, las que marcarán la posición del buque en que se debe iniciar la caída.

Las curvas evolutivas son particulares para cada buque y dependen de la velocidad, grados de caña y grados de caída.

---

<sup>4</sup> **AVANCE:** Es la distancia alcanzada en la dirección del rumbo original, desde el punto en que el buque colocó un determinado ángulo de caña (timón) hasta otro cualquiera de la curva y se mide sobre la línea del rumbo original.

<sup>5</sup> **TRASLACIÓN:** Es la distancia que el buque alcanza perpendicularmente a la dirección del rumbo original, desde el punto inicial de caída hasta otro cualquiera de la curva. Se mide sobre una línea perpendicular a la dirección del rumbo original. AB es la traslación después que el buque completó el respectivo giro.

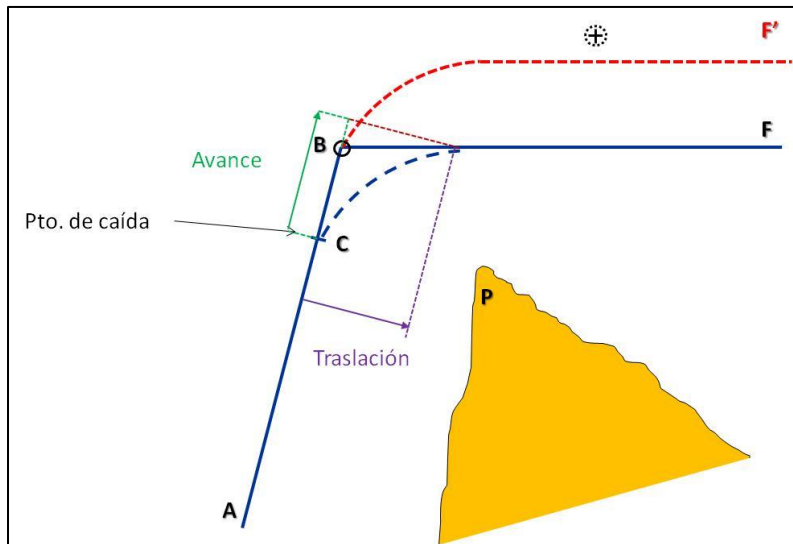


Fig.: N° 4.8 "Cambio de rumbo"

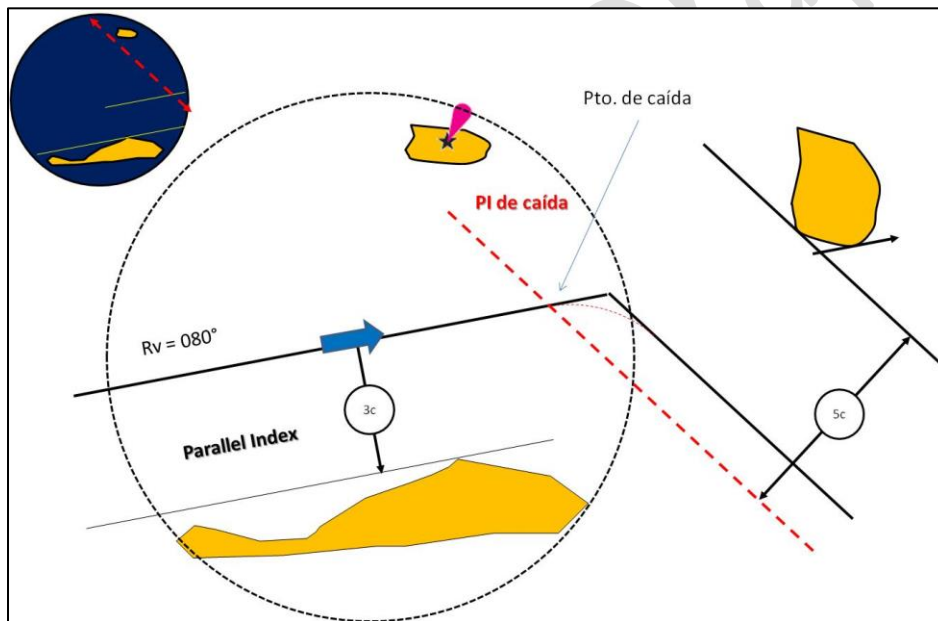


Fig.: N° 4.9. "Uso del paralelo de caída"

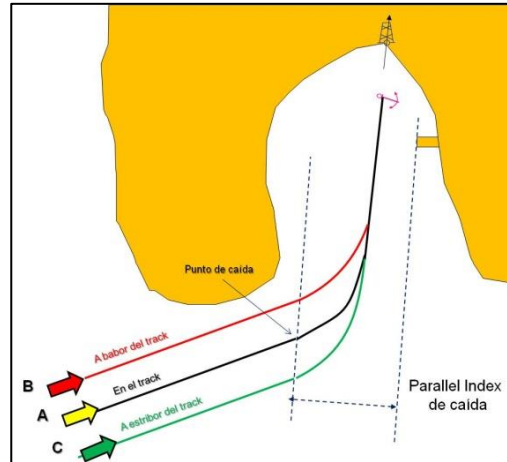
Quando se emplea el paralell index para las caídas, el piloto debe seleccionar un objeto notable en el radar, fuera del track hacia el cual se intenta cambiar el rumbo.

En la figura 4.9, se seleccionó la isla de proa. Se traza paralell index, cuya dirección es el nuevo rumbo y la distancia es desde dicha línea al punto de caída.

En el radar coloque un Parallel index previamente determinado en la carta náutica, iniciando la caída cuando este toque a la isla de proa.

Esa referencia llevará al buque al nuevo rumbo, sin importar si se encuentra fuera de track, tal como se muestra en la figura 4.10. A en el track, B y C fuera de track. Estos últimos al caer por el parallel index, llegarán el nuevo track en dirección al punto de fondeo.

Fig.: N° 4.10 "Empleo del parallel index situaciones fuera de track"



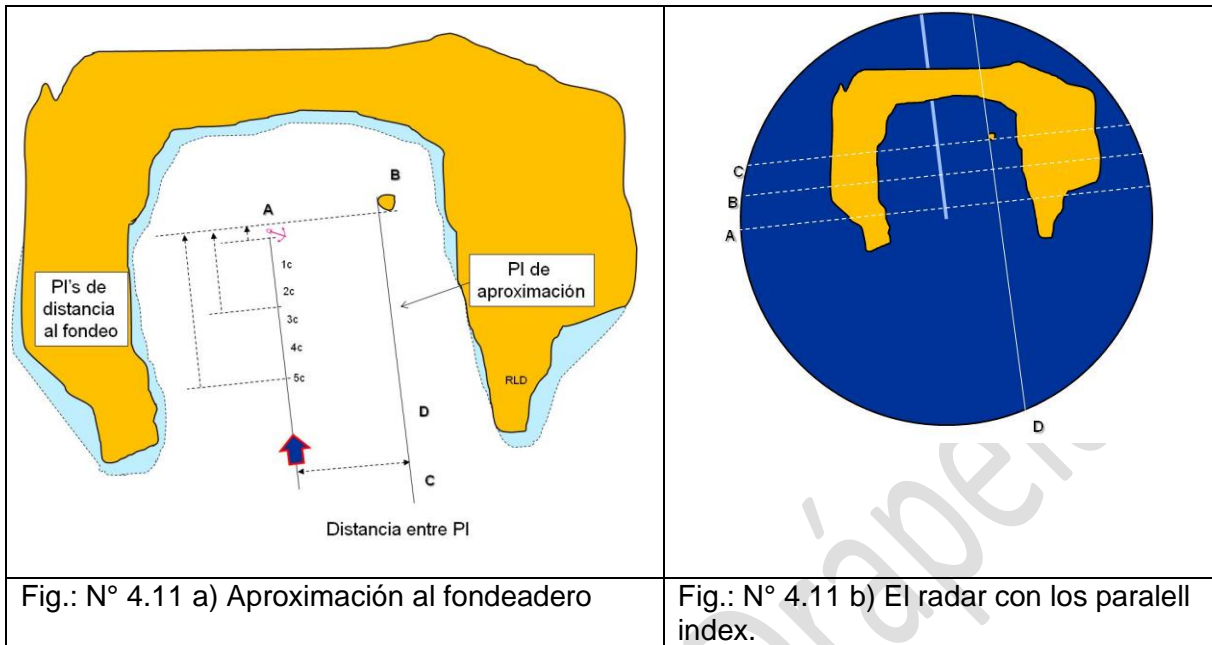
#### 4.- Tomar fondeadero.

La figura 4.11 a), muestra una pequeña bahía en la que se necesita fondear en la posición A. El único objeto notable es la isla B. En este caso no hay un objeto notable por la proa como referencia para el fondeo, como sería el caso de la figura 4.10.

Se traza DB en la carta, paralelo al rumbo de aproximación y determina la distancia que separa BD de AC. Esa distancia será el parallel index de aproximación.

Adicionalmente se trazan perpendiculares a la ruta de aproximación que marcan la distancia al punto de fondeo (5c, 2,5c y en el punto) tomando como referencia la costa sur de la isla. Esa línea corresponderá a los parallel index respectivos. En la figura 4.11 b) se muestra el paralell de aproximación, y los tres de fondeo. La imagen indica que el buque esta correctamente en el track y a 5 cables del punto de fondeo (parallel "C").

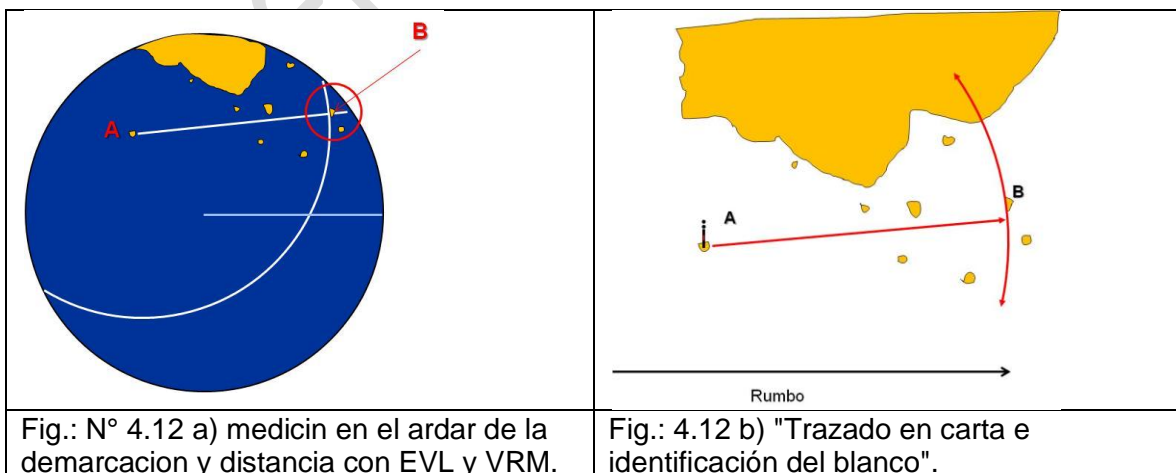
El parallel "B" corresponde a 2,5 cable y el "A" indicará en el "punto".



### 5.- Identificación de un blanco desconocido.

En la figura 4.12 a) se ve la necesidad de identificar un blanco desconocida (B) que aparece en el radar junto a otros contactos. Para ello se puede identificar empleando descentradamente los EBL (Electronic Bearing Line) y los VRM (Variable Range Marker), con los cuales se medirán la demarcación y distancia desde un punto notable y plenamente identificado (islote por babor que contiene una señal de peligro aislado).

Luego con esos datos se va a la carta náutica (figura 4.12 b), se ubica el punto de referencia (A) y se traza los datos obtenidos del radar, identificando así el blanco desconocido (islote B").





## **E.- Detección de hielos por medio del radar.**

Cuando se navega en las proximidades de hielos y en condiciones de baja visibilidad, se recomienda emplear las escalas de 6 y 12 millas, por ser las más apropiadas para proporcionar un aviso anticipado de la presencia de este peligro. En esta forma se tendrá tiempo suficiente para tomar la acción evasiva que corresponde.



Debido a que los hielos que son detectados por el radar, pueden posteriormente perderse en la pantalla por los efectos del retorno de mar, es recomendable mantener un plotting geográfico de ellos, el que a su vez puede ser útil para diferenciar entre hielos flotantes, varadas y ecos que se deben a buques.

Si el contacto es elevado como un iceberg, deberá tomarse un amplio margen de seguridad para evitar los témpanos que seguramente hay en sus alrededores. A la inversa, si hay contactos evaluados como témpanos significará que en sus inmediaciones existe un iceberg.

Los icebergs pueden ser detectados a una distancia de 15 a 20 millas en un mar en calma. La intensidad de los ecos que dan estos blancos son de 1/60 de la intensidad del eco que da un blanco de acero.

Debido a la forma de un iceberg, la intensidad de los ecos variará de acuerdo a la presentación de este al haz de radar, como también puede que aparezcan blancos separados.

Los témpanos pequeños, no sobresalen más de 5 metros sobre la superficie del mar, no pueden detectarse a distancias mayores de 3 millas. Debido a sus ecos relativamente débiles y que pueden perderse en el retorno del mar, presentan un gran peligro a la navegación.

Los Growlers o témpanos aún más pequeños, sobresalen apenas unos 2 metros de la superficie del mar y constituye un muy mal blanco de radar. Por el hecho de tener superficies que han sido redondeadas por el efecto de las olas, son los hielos más peligrosos que se pueden encontrar.

Al navegar con marejadas este tipo de hielo puede pasar desapercibido si se navega en mar con olas de más de 1,5 metros de altura.

## **F.- Otros aspectos relativos al empleo del radar.**

### **1.- Generalidades.**

El radar cumple con la única función básica de constituir una ayuda electrónica a la navegación. Sin embargo, y dependiendo de las modificaciones que se les introduzcan a las constantes del sistema (frecuencia, poder de salida, PRF, etc.) o bien de las unidades que se les agreguen al sistema básico, este puede ser destinado a cumplir una gran variedad de otras funciones.



Es así, por ejemplo, que en el campo naval, se han diseñado equipos en los que se emplean altos poderes de salida, frecuencias extremadamente altas y angostos haz de ondas para ser empleados como elementos determinantes de los equipos de control de fuego o radiotelemetría de unidades navales o aéreas, pues bien, aquellos que emplean un rango más bajo de frecuencia, alto poder de salida, pero un haz relativamente ancho y a los que se les emplea para detección y traqueo de unidades aéreas a gran distancia.

Es, dentro de estos dos extremos, que hemos mencionado que se encuentran los radares de navegación.

Otros empleos incluyen el traqueo a distancia de fenómenos meteorológicos, levantamientos hidrográficos, control de tráfico marítimo para entrada y salida de puertos, etc.

Pero, evidentemente, uno de los aspectos de mayor relevancia en el empleo del radar, radica en el uso que se da para prevenir y aun evitar el riesgo de colisión en la mar.

Por constituir las descripciones de los equipos, así como su empleo, una materia que escapa al carácter general de este texto, es que no se entrara en mayores detalles en lo que se refiere a los equipos de control de fuego, traqueo de unidades aéreas, traqueo de fenómenos meteorológicos y los empleados en levantamientos hidrográficos.

## **2.- Empleo de radar en sistemas de control de tráfico marítimo.**

Se denomina así, al sistema integrado que abarca las tecnologías, equipos y personal que se emplean para coordinar los movimientos de las naves que entran o se aproximan a un puerto o ruta marítima determinada, como son las estaciones VTS en varios puertos chilenos y en la Primera Angostura del Estrecho de Magallanes.

El sistema puede estar compuesto simplemente por un área en la cual se regula la navegación, mediante determinadas reglas de tráfico, o bien puede incorporar dispositivos de control positivo, que usan equipos de vigilancia automática y de alta resolución.

En todo caso, es indispensable contar con un medio de comunicación (VHF) entre los buques que emplean el sistema y el centro costero.

Estos sistemas proporcionan a los buques que lo utilizan, información concerniente a la situación del buque propio, como la de otros buques que se aproximan al puerto o salen de él; al riesgo de colisión; informes sobre buques fondeados en el área y novedades de balizamiento o informes meteorológicos.

En condiciones de baja visibilidad los capitanes solicitan que se les tenga bajo especial vigilancia, se les suministra en forma continua la información de su posición, proporcionando así una ayuda que complementa la de su conocimiento local del área.

En esta forma se puede proporcionar mayor seguridad a la navegación y mantener la normalidad de un tráfico marítimo que, de otra forma, se vería grandemente disminuido.

El sistema ha sido ideado solamente para proporcionar información y no intenta, de ninguna forma, controlar el movimiento de los buques. Este control permanece, como es usual, en manos del Capitán.

Aun, cuando el empleo de los radares de puerto presenta su máxima utilidad, cuando la visibilidad se encuentra reducida al mínimo, también es de considerarse su uso cuando la visibilidad es buena. Mediante su empleo, puede tenerse una vigilancia más acuciosa del puerto y sus aproximaciones en forma más rápida que por cualquier otro método, lo que permite coordinar movimientos y evitar pérdidas por demoras.

Las estaciones de control, a su vez cuentan con receptores de AIS, que permiten conocer las principales variables que intervienen en el desplazamiento del buque, como la identificación, la posición, el rumbo y la velocidad.

### **3.- Empleo del radar para prevenir colisiones en la mar.**

Con los datos de demarcación y distancia que puede proporcionar el radar junto con el ARPA, determinan con relativa exactitud los movimientos de los otros buques. En esta forma, el Oficial que gobierna, puede tomar decisiones acerca del rumbo y velocidad más convenientes para evitar el riesgo de colisión.

El piloto deberá tener siempre presente que, aunque puedan detectarse otros buques mediante el radar, no hay medio alguno seguro de relacionar la dirección de un eco de radar con la que parece escucharse de una señal de niebla. Las Reglas Internacionales para Prevenir los Abordajes, establecen categóricamente que: "La posesión de información obtenida del radar, no releva a los buques de la obligación de atenerse estrictamente a las citadas Reglas".

### **4.- EL RADAR - ARPA en la maniobra anticolidión.**

El sistema RADAR- ARPA que se verá en capítulos más adelante, procesa los datos de distancia, demarcación y tiempo de cada uno de los contactos, y mediante algoritmos matemáticos, determina los datos de rumbo, velocidad, CPA, TCPA y si el contacto cruzara a una distancia menor a la programada. A su vez proporciona la distancia que cruzara por la proa. De ocurrir una distancia CPA menor o distancia a proa menor fijada, sonará una alarma audible que alertará al piloto de guardia del peligro de posible colisión.

Este proceso se hace para varios blancos simultáneos

El sistema RADAR -ARPA, cuenta con la función Trial Maneuver que proporciona el mejor rumbo a gobernar para pasar a una distancia determinada del contacto peligroso.

Con el sistema RADAR - ARPA - AIS , ha aumentado considerablemente la seguridad de los rápidos desplazamientos de los buques por las diferentes rutas marítimas, evitando pérdidas de vidas humanas y reduciendo pérdidas materiales y económicas, no por eso han dejado de ocurrir accidentes, atribuibles en general, a alguna de las siguientes causas:

- Descuido en la vigilancia al exterior.
- Fallas materiales del equipo.
- Exceso de confianza en el radar.
- Operador poco preparado.
- Se ignora si el otro barco tiene radar y como planteara la maniobra.
- Se ignoran las limitaciones de la información facilitada por el radar.

En resumen, podría decirse que la principal causa de los accidentes ocurridos debe a un error o falla humana.

El radar, ha dado solución a posibles abordajes, al mismo tiempo ha sido causante de algunos, ya sea, por fallas del equipo o en la mayoría de los casos, por desconocimiento de su utilización o uso erróneo de la información que puede obtenerse de él, esto, unido a una confianza excesiva, ha derivado a navegar con velocidad no conveniente en condiciones de poca visibilidad.

Causa principal de errores es la falta de comprensión del movimiento relativo.

La pantalla del radar representa la situación de los objetos, alrededor del buque de forma estática, sin sentir la sensación de movimiento que puede apreciarse visualmente, por lo tanto, el conocimiento del manejo y la correcta interpretación de la imagen es básico para el oficial que deba decidir en la información obtenida. Esto obliga al Oficial de puente, a que sea un competente observador de radar.

Para terminar, es importante tener presente que del análisis de las ventajas y limitaciones del radar se ha determinado internacionalmente que el navegante no debe descuidar los métodos clásicos o convencionales de pilotaje, manteniendo una permanente vigilancia visual al exterior.

## Capítulo N° 5

### PLOTEO AUTOMÁTICO DE RADAR (A.R.P.A.)

#### Ref.:

- a. Apuntes del Curso Navegación por radar, ploteo por radar y uso del ARPA OMI 1.07, dictado por CIMAR.
  - b. Navi-Trainer 5000 (Versión 5.35) Navigational bridge.
- 
- a. Identificar las principales características de un sistema de ARPA, y la simbología característica de presentación.
  - b. Comprender las circunstancias en que procede emplear la información respecto al fondo o al agua, y las presentaciones norte arriba, rumbo arriba o proa arriba.
  - c. Comprender las normas de funcionamiento establecidas por la OMI para el ARPA, especialmente las relativas a la precisión.
  - d. Indicar los factores que afectan el funcionamiento y la precisión del sistema.
  - e. Comprobar el correcto funcionamiento del sistema y verificar defectos de funcionamiento.
  - f. Analizar y comprobar las limitaciones que existen en cuanto a la captación manual y automática de blancos, en especial cuando hay múltiples blancos, o su resolución es indefinida.
  - g. Recopilar información relativa a situaciones anteriores de los blancos que se siguen.
  - h. Realizar pruebas operacionales del sistema
  - i. Aplicar el Trial Maneuver para maniobrar ante un contacto peligroso.
  - j. Obtener y analizar la información utilizando la simbología ARPA.

#### A.- Introducción.

Los primeros usuarios del radar (entre los años 1945 y 1947), tenían una considerable ventaja durante periodos 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, resulto 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 de traducir el movimiento relativo entregado por el radar, a movimiento verdadero, se transformó en la piedra angular del desarrollo del radar.

Durante muchos años se empleó el cálculo cinemático manual que adolecía de inexactitudes especialmente cuando la otra nave tenía rumbos y velocidades variables.

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 el computador 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 maneja de entregar gráficamente, la siguiente información:

- Propia
- 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 pantalla del radar o en una pantalla separada, pero esencialmente, los datos son los mismos.

En la figura N° 6.1 se muestra una pantalla típica con la visualización de los datos del ARPA.

En la imagen se ven tres contactos procesados por el ARPA, identificando las siguientes características:

- Identificación del contacto con un número asignado por el sistema.
- Un vector, en que su magnitud. Indica la posición en que se encontrará ese contacto en los próximos N minutos definidos por el operador. En el caso del ejemplo ese vector es relativo al buque propio y tienen una longitud de 6 minutos.
- El color rojo del contacto 2 indica "peligro".
- El símbolo (triángulo) del contacto 2 indica también "peligro".
- Al costado derecho se muestra los datos del contacto 3, su rumbo, velocidad, CPA y otros.
- En color rojo aparece una leyendo que dice **CPA-TCPA 2**, significa que el contacto 2 tiene un CPA y un TCPA bajo los límites definidos por el operador. Es decir, es un contacto peligroso. A su vez suena una alarma que advierte del peligro.
- En el vértice derecho arriba se muestra **R VECTORS 6.0 MN**. Significa que el largo del vector será de 6 minutos y es relativo al buque propio.

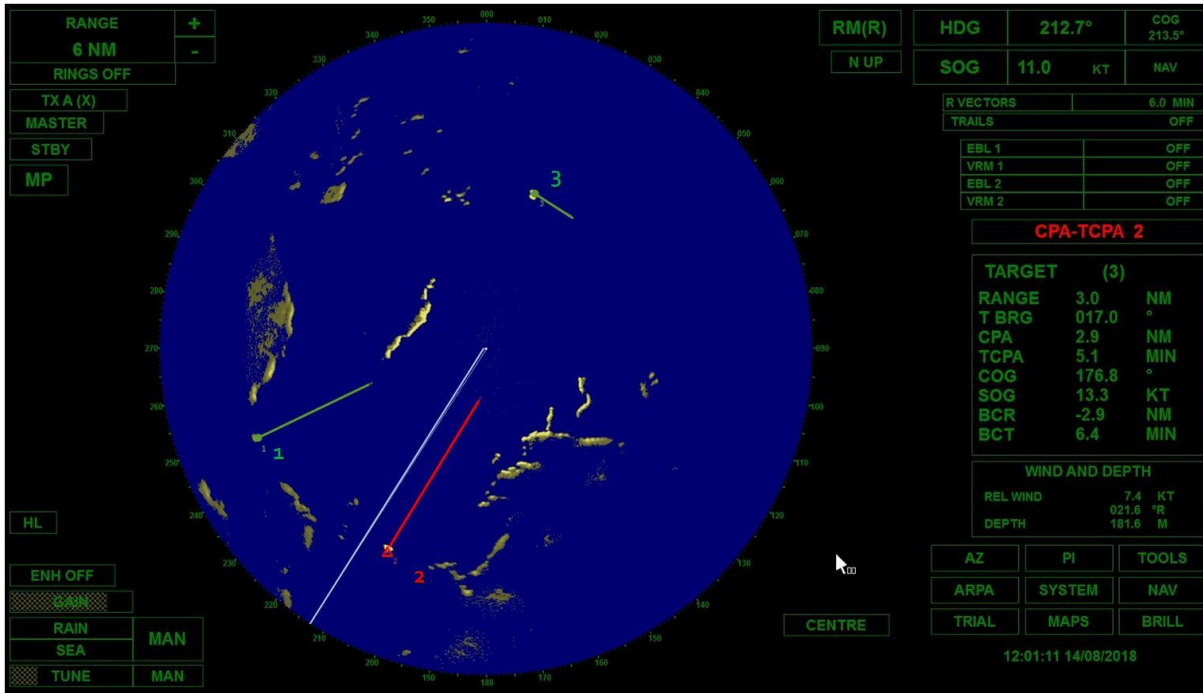


Fig.: N° 6.1 “Típica pantalla de radar con ARPA”

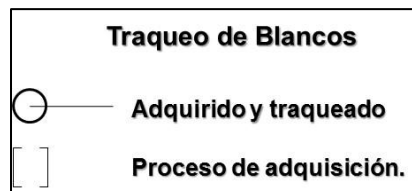
## B.- Funcionamiento del ARPA.

### 1.- Ploteo de contactos.

Los datos de los blancos detectados por el radar, se obtienen “adquiriendo” los contactos. Para este efecto se debe colocar el cursor, mediante el TrackBall o el mouse u otro sistema, sobre el blanco y oprimir el botón izquierdo para adquirir”, repitiendo esta maniobra cuantas veces sea necesario, de acuerdo con los contactos que se quiera traquear. El equipo demora entre 30 y 60 segundos en efectuar el ploteo, calcular los datos y mostrar en la pantalla los vectores.

Otra forma de adquirir los contactos es estableciendo zonas de adquisición automática, cuya operación depende de las características de cada equipo, las cuales pueden ser designadas con los controles de distancia y sector. Para escala de 0.25 millas no será adquirido.

Los símbolos empleados son:



## 2.- Vectores.

Luego de unos 10 barridos de la antena, el computador tiene suficientes datos para determinar el movimiento del contacto.

Con la información del rumbo y velocidad del buque propio, combinándola con los datos del contacto, el computador puede determinar los datos del contacto y todos los parámetros que entrega el ARPA.

A partir de cada blanco aparecerá un vector, cuyo largo será el indicativo de la velocidad. El extremo del vector indica donde se encontrará el blanco en “x” minutos, dependiendo de cómo ha sido ajustado el largo del vector (en minutos).

Este se ajusta mediante el R VECTORS o V VECTORS. El primero dará la información de posición futura relativa al buque propio y el segundo la posición verdadera del contacto.

En el modo **vector relativo**, la línea indicara el movimiento relativo aparente del contacto. Es decir, cuanto más cerca del centro de la pantalla pase este vector, menor será el punto de mayor aproximación (**CPA**) y, por consiguiente, el riesgo de colisión.

Si el ARPA está ajustado en modo **vector verdadero**, la línea que aparece a partir del contacto, indica el rumbo verdadero del blanco, y también el extremo del vector, indicara el lugar en que se encontrara el contacto en el tiempo “x” determinado por el operador.

Es importante observar que cuando se emplea el modo **vector verdadero**, aparece un vector a partir del centro de la pantalla, el que indica el lugar en que se encontrara el buque propio en el mismo tiempo “x” determinado por el operador.

Una situación típica de **vector verdadero** se muestra en la figura 6.2. La misma situación en el modo **vector relativo**, se muestra en la figura 6.3.

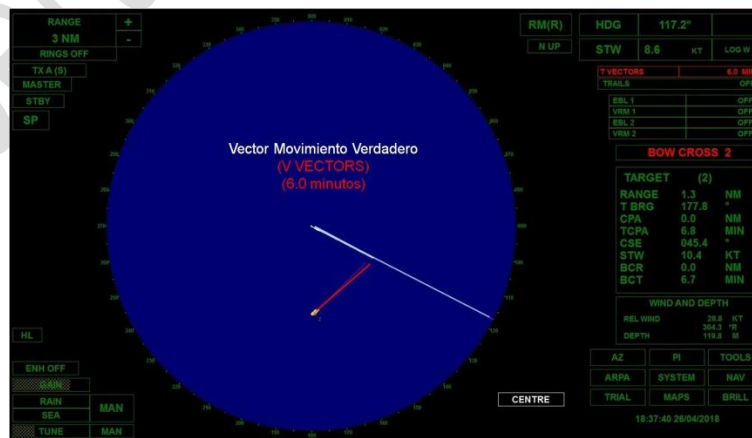


Fig.: N° 6.2 “Vector Verdadero”

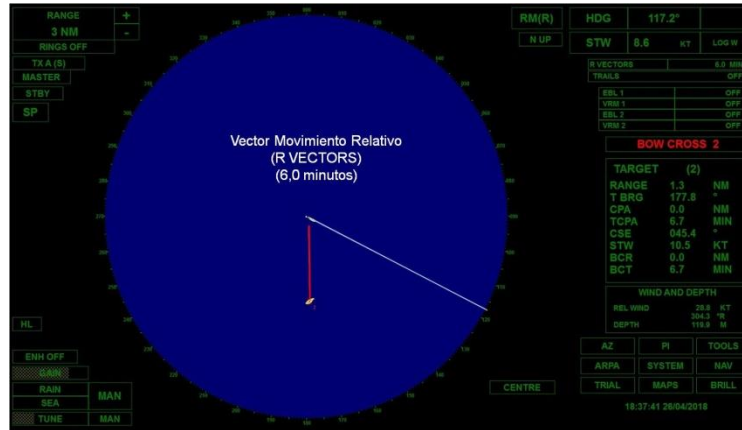


Fig.: N° 6.2 "Vector Relativo"

### 3.- Maniobra simulada.

Según SOLAS, un equipo ARPA debe ser capaz de simular los efectos que provocara una maniobra del buque propio en la situación cinemática, respecto de los contactos.

Esto significa que, una vez traqueados los blancos y determinados los contactos que significan una amenaza para la seguridad (posible colisión), el equipo debe dar al operador la posibilidad de efectuar cambios simulados de rumbo o velocidad, de manera de verificar, de manera simulada, la efectividad del cambio propuesto.

Es importante observar en algunos radares que, durante la simulación de la maniobra (es decir, a partir del momento que se conecta la función "**Trial Maneuver**", el radar deja de actualizar los datos de los contactos y se queda con la imagen que tenía al momento de conectar la función y a partir de ahí efectúa los cálculos simulados, ingresando el nuevo rumbo o velocidad que el operador ha ajustado. Por consiguiente, al terminar la maniobra simulada, esta función debe ser desconectada, de manera que el radar continúe operando de manera normal.

A modo de ejemplo se muestra en la figura 6.4 y 6.5 del radar BridgeMaster E del simulador de puente Transas NTPro 5000 instalado en el IP Piloto Pardo.

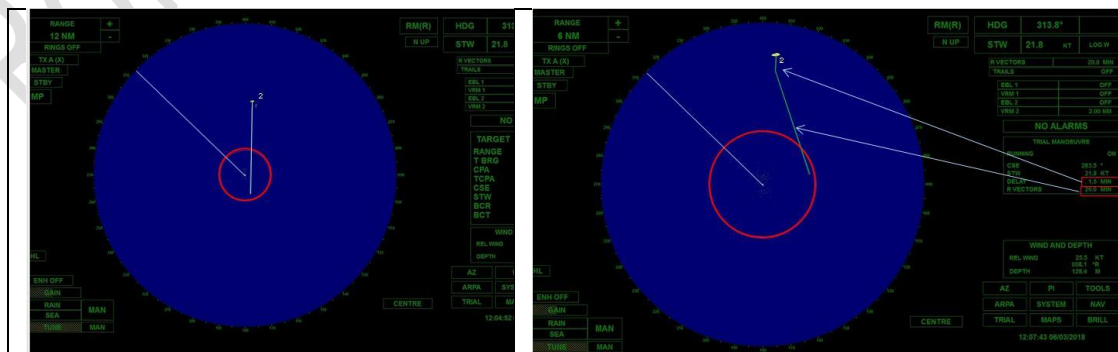


Fig.: N° 6.4 "Contacto peligroso"

Fig.: N° 6.5 "Empleo del Trial Maneuver"



La figura 6.4 muestra la pantalla en modo R Vectors y un contacto peligro que ingresaría al círculo rojo (VRM) definido por el piloto o por el capitán. En la figura 6.5 se muestra el uso del Trial Maneuver

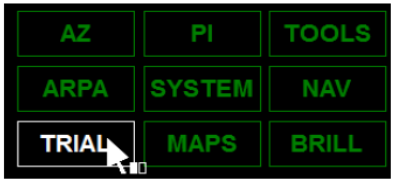
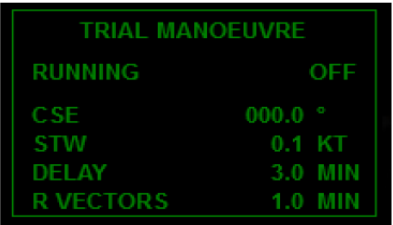
	<ul style="list-style-type: none"><li>• Activar TRIAL</li></ul>
	<ul style="list-style-type: none"><li>• CSE: Nuevo rumbo a gobernar</li><li>• STW: Nueva velocidad a ajustar sobre el agua.</li><li>• DELEY: Tiempo para iniciar la caída al nuevo rumbo y velocidad.</li><li>• R Vector: Largo del vector relativo</li></ul>

Fig. : N° 6.6 "Controles del modo Trial Maneouver"

El procedimiento es el siguiente (Figuras 6.4, 6.5, 6.6 y 6.7):

- Plotear el contacto
- Insertar VRM de seguridad. Ej.: 2.0 millas.
- Una vez determinado los parámetros del contacto, seleccionarlo.
- Determinar si es necesario emplear el modo Trial Maneouver.
- Pasar a modo TRIAL.
- Running ON
- Ajustar:
  - Velocidad propia a la cual va a desarrollar la maniobra (STW)
  - Tiempo de espera antes de la maniobra. ej.: 6 minutos.
  - Largo del vector relativo, ej. : 20 minutos
- Ajustar el Rumbo (CSE) para efectuar la caída, de tal manera que el nuevo vector relativo se encuentre fuera del área de seguridad.
- A medida que el buque se acerca al punto de caída, la indicación de DELEY irá disminuyendo. Cuando sea cero (0), se inicia la caída. Puede ser un poco antes de acuerdo al radio de giro.
- Al llegar al punto de caída se desactiva el modo Trial.
- Salir del modo Trial.

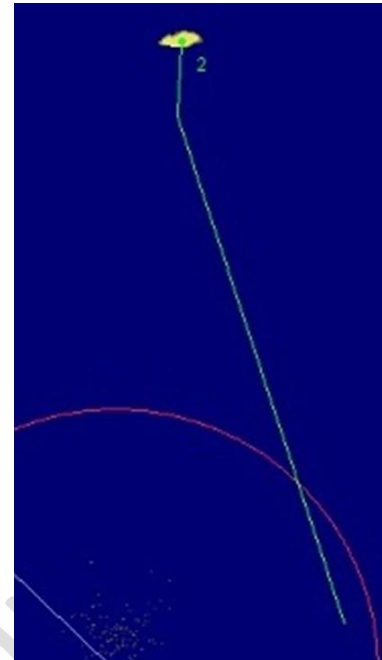
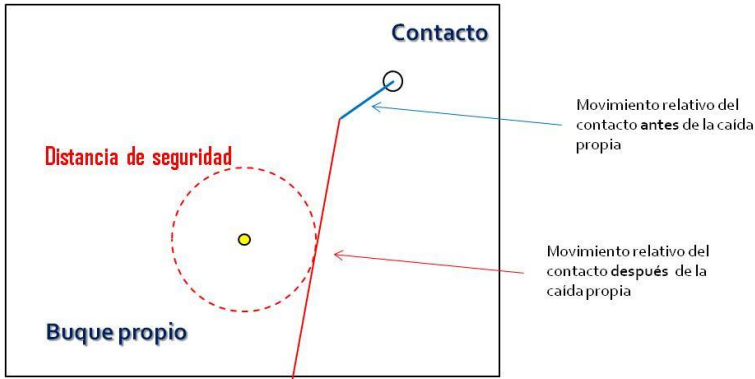


Fig. N°6.7 a) y b)  
"Esquema del Trial Manoeuver e imagen del radar"

### C.- Opciones especiales del EBL2 y VRM2

En el radar BridgeMaster E del simulador de puente del IP Piloto Pardo, las funciones EBL2 y VRM2 (de color rojo) pueden descentrarse para realizar apoyos al navegante:

- Descentrar y dejar fijo en un punto de la pantalla
- Descentrar y dejar fijo relativo al buque propio.

<table border="1"> <tr><td>EBL 1</td><td>5.0 ° T</td></tr> <tr><td>VRM 1</td><td>2.50 NM</td></tr> <tr><td>ERBL 2</td><td>355.0 ° T</td></tr> <tr><td>CENTRE</td><td>FF</td></tr> <tr><td>OFF CENTRE</td><td></td></tr> <tr><td>DROP</td><td></td></tr> <tr><td>CARRY</td><td></td></tr> </table>	EBL 1	5.0 ° T	VRM 1	2.50 NM	ERBL 2	355.0 ° T	CENTRE	FF	OFF CENTRE		DROP		CARRY		<ul style="list-style-type: none"> <li>Activar OFF CENTRE</li> <li>Marcar en pantalla origen del EBL2 y VRM2</li> <li>Activar             <ul style="list-style-type: none"> <li>DROP (Fijo en pantalla)</li> <li>CARRY (relativo al buque)</li> </ul> </li> </ul>
EBL 1	5.0 ° T														
VRM 1	2.50 NM														
ERBL 2	355.0 ° T														
CENTRE	FF														
OFF CENTRE															
DROP															
CARRY															
	<ul style="list-style-type: none"> <li><b>Centre:</b> centrado en el buque.</li> <li><b>Off Centre:</b> Para descentrar.</li> <li><b>Carry:</b> Descentrado fijo al buque.</li> <li><b>Drop:</b> Fijo en un punto de la pantalla.</li> </ul>														

Fig.: N° 6.8 "EBL2 y VRM2 descentrado"

## D.- Alarmas operativas.

### 2.- Alarmas de punto de menor aproximación.

Es posible ajustar los límites de CPA (closest point of approach) y TCPA (time for closest point of approach), los cuales, si son sobrepasados por un contacto, activaran la alarma. El contacto peligroso es mostrado por una señal más brillante que lo normal u otra forma (como, por ejemplo, mostrando el blanco como un triángulo destellante).

Las alarmas se ajustan en LIMITS & SETTINGS en el menú del ARPA:

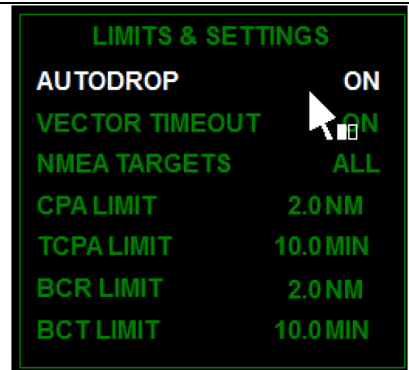
	<p><b>CPA LIMIT:</b> Distancia CPA <b>TCPA LIMIT:</b> Tiempo en minuto que alerta el CPA. <b>BCT LIMIT:</b> Distancia por la proa mínima la alerta. <b>BCR LIMIT:</b> Tiempo en minuto que alerta el BCR</p>
<p><b>AUTODROP</b> Si el modo <b>Autodrop</b> está activado, los objetos que no son un peligro para el barco propio se dejan de traquear automáticamente sin que se active ninguna alarma, eliminándose si cumple todos los siguientes criterios:</p> <ol style="list-style-type: none"><li>1. El objeto no está en una zona de adquisición automática.</li><li>2. No es el objetivo de referencia de eco.</li><li>3. No tiene la alarma CPA / TCPA o Bow Crossing activada en su contra.</li><li>4. TCPA fue hace más de 3 minutos.</li><li>5. El objeto está a popa del barco propio.</li><li>6. Su alcance es de más de 10 millas náuticas desde el barco propio.</li></ol> <p>Independientemente de si el modo Autodrop está activado o desactivado, todos los objetos se eliminarán cuando el radar se cambie a Standby. Además, cualquier objeto que cumpla con cualquiera de los siguientes criterios se eliminará automáticamente sin que se active una alarma:</p> <ol style="list-style-type: none"><li>1. Su distancia es de más de 40 millas náuticas desde el barco propio.</li><li>2. No se han obtenido datos de trazado válidos para las últimas 60 rebuscar del radar, es decir, se ha perdido el objetivo.</li></ol> <p><b>VECTOR TIMEOUT</b> Si el modo vectorial seleccionado (R / T Vectors), no coincide con el modo de movimiento actual (RM(R) o RM (T), los datos vectoriales se muestran en Rojo. Si se ha seleccionado (ENCENDIDO) <b>VECTOR TIMEOUT</b>, entonces el modo vectorial volverá al mismo que el modo de movimiento después de 30 segundos.</p>	

Fig.: N° 6.8 "EBL2 y VRM2 descentrado, AUTODROP, VECTOR TIMEOUT"

### 3.- Anillos y zonas de guardia.

También es posible advertir al observador, de cualquier contacto cuando este ingresa a un sector previamente ajustado, ya sea manualmente, o pre-ajustado por el equipo. Cada vez que un contacto ingrese en estas áreas, sonará una alarma y el contacto se destacara de manera notable. Es importante recordar que los contactos que ya estén en la zona de guardia o anillo de seguridad al momento de encender esta función, no activaran la alarma. La existencia de estos anillos de guardia o zonas de guardia, no excluye al oficial de guardia en el puente, de mantener una permanente vigilancia al horizonte.

Esta función se activa GUARD ZONE, pudiéndose editar dos zonas o áreas de alerta.

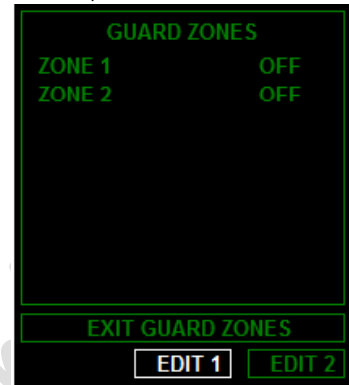


Fig.: N° 6.9 "Zona de guardia"

Además de la señal audible y el texto **AZ ENTRY ALARM**, los contactos que entran a la zona de guardia se adquirirán automáticamente.

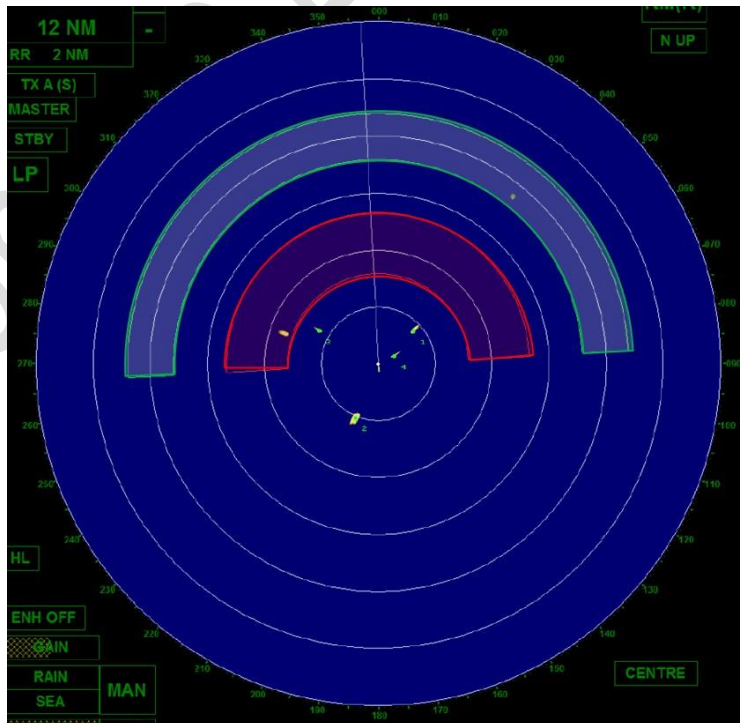



Fig.: N° 6.10 “Zona de guardia en el radar”

#### 4.- Blanco perdido.

El ARPA indica claramente cuando un contacto se pierde, cualquiera que sea el motivo que provoque esta situación. En la pantalla aparecerá la última posición ploteada y sonara la alarma correspondiente.

#### 5.- Resumen de las alarmas.

Al ocurrir algunas de las circunstancias que se indica, el radar cambia al respectivo símbolo de peligro, despliega el texto correspondiente y emite una señal sonora:

	<b>Pérdida de contacto – LOST REF ALARM.</b>
	<b>Corta la Proa – BOW CROSSING ALARM</b>
	<b>PMA mínimo definido – CPA/TCPA ALARM</b>
	<b>Blanco adquirido en Zona Seguridad – AZ ENTRY ALARM</b>
	<b>Pérdida Blanco – LOST TARGET ALARM</b>

#### E.- Funciones alternativas disponibles en algunos radares ARPA.

##### 1.- Límites de adquisición y traqueo.

Puede ocurrir que un contacto se encuentre cerca del buque propio, pero sin que esto signifique una amenaza de colisión (por ejemplo, en canales angostos) cuyos vectores pueden cruzar la zona de aproximación mínima ajustada.

Algunos radares permiten ajustar los límites, dentro de los cuales los contactos son traqueados.

##### 2.- Puntos potenciales de colisión. (PPC).

A partir del ploteo básico de un contacto, es posible determinar el rumbo a gobernar (si se mantiene la velocidad), para interceptar el blanco o colisionar con él. Es posible tener estos puntos de posible colisión mostrados en la pantalla, de manera que el operador los pueda evitar.

Si el equipo no cuenta con esta función en forma directa, es posible realizarla con:

- R VECTORS: la prolongación del vector del contacto coincide con el centro de la pantalla o donde este el buque propio. El largo del vector indicará el momento de la colisión.
- V VECTORS: la prolongación de ambos vectores dará el minuto y el lugar de la colisión.

### **3.- Áreas predichas de peligro. (PAD).**

La indicación de un área alrededor de este punto dentro de la cual la nave no debería ingresar. Estas "Predicted areas of Danger", (que son una función de los ARPA Sperry), al comienzo aparecían como una elipse; en los modelos más modernos aparecen como hexágonos. Se debe considerar, de cualquier forma, que el centro del hexágono o la elipse no es el "Potencial Collision Point".

## **F.- Errores en los datos presentados.**

### **1.- Transferencia de contacto.**

Cuando dos contactos están cerca uno del otro, es posible que la asociación de ecos pasados y presentes sea confusa, de manera que el procesador puede ser alimentado con información incorrecta.

El resultado es que los datos históricos de un blanco pueden ser transferidos al otro, causando que el resultado (los vectores) que aparecen en el radar, sean una combinación de los datos de ambos y por consiguiente, no sean correctos.

### **2.- Errores debidos a sensores externos.**

El sistema ARPA es un calculador que procesa la información que recibe, por consiguiente, si uno de los valores que lo alimentan no es correcto, el ARPA creerá que es el correcto y por consiguiente, efectuará los cálculos cinemáticos incorporando estos datos erróneos. Un caso clásico es el ingreso de la velocidad del buque propio. Se debe tener especial cuidado de ingresar la velocidad del buque propio manualmente, si la corredera de la nave esta fuera de servicio o si los datos que entrega no son confiables.

Lo mismo ocurre con el rumbo, cuya información proviene del giro. Todos los sistemas ARPA contienen la alternativa de ingresar estos datos de manera manual o desde los sensores.

### **3.- Error o falla del girocompás**

Si un contacto está siendo traqueado y se produce un error o falla en el girocompás, el símbolo del contacto pasa de verde a rojo. Esto afectará al TBRG, CPA, TCPA, COG (o CSE), SOG (o STW), BCR, and BCT. Después de un minuto todos los contactos dejarán de ser traqueados, se cancelará la zona de adquisición, en fin todas las funciones ARPA quedan deshabilitadas y el radar para automáticamente a modo H Up.











## **G.- Limitaciones en el traqueo de contactos.**

- Cuando se alcanza el máximo de contactos en el traqueo, sonará la alarma "TRACKS FULL" por consiguiente el sistema ARPA no podrá traquear otro contacto salvo que cancela uno.
- Si el radar está en Standby, todos los contactos se cancelan automáticamente.
- Si el contacto se encuentra a menos de 0,25 millas se perderá y no será traqueado.

- La exactitud de los datos que entrega el ARPA depende de muchas variables por ejemplo las condiciones de mar, señal de ruido, errores en los sensores (corredera, giro compas, GPS, etc.)
- Esta falta de exactitud en los cálculos, producirán discrepancias entre la realidad y lo calculado por ejemplo en el rumbo y velocidad de los contactos y el CPA.
- El traqueador ARPA utiliza técnicas avanzadas de rechazo del efecto de lluvia y mar, independientemente de los ajustes de la pantalla. El objetivo seguir permanentemente al blanco sin que afecte las variaciones del mar o lluvia, sin embargo adquirir un objeto a corta distancia en condiciones difíciles puede causar la aparición eventual del símbolo de objetivo perdido y su alarma asociada.
- Cuando varían los datos de rumbo o velocidad del buque propio o del contacto se requerirá de por lo menos un minuto para calcular los nuevos datos. Mientras tantos se mantendrán los datos previamente calculados.

#### H.- Simbología utilizada en el radar BridgeMaster E.

##### Traqueo de Blancos

	Adquirido y traqueado
	Proceso de adquisición.
<hr/>	
	Perdida de contacto - LOST REF ALARM.
	Corta la Proa - BOW CROSSING ALARM
	PMA mínimo definido - CPA/TCPA ALARM
	Blanco adquirida en Zona Seguridad - AZ ENTRY ALARM
	Pérdida Blanco - LOST TARGET ALARM
<hr/>	
	Adquirido por AIS
	Dirección caída (traqueo AIS)
	No recepción AIS.

TARGET ( 3 )	
RANGE	0.2 NM
T BRG	223.3 °
CPA	-0.2 NM
TCPA	-0.3 MIN
CSE	303.6 °
STW	6.6 KT
BCR	-0.2 NM
BCT	-1.6 MIN

TARGET (3)	: Contacto N°	_____
RANGE	: Distancia	
T BRG	: Demarcación verdadera.	
CPA	: Distancia PMA	
TCPA	: Tiempo PMA	
CSE	: Rumbo del blanco sobre el agua	
STW	: Velocidad Efectiva sobre agua.	
BCR	: Distancia de cruce por Proa/Popa.	
BCT	: Tiempo de cruce por Proa/Popa.	

### **Ejercicio de prueba adaptarlo a TRANSAS**

- a) Encender el equipo y los instrumentos.
- b) Adquirir el contacto.
- c) Pasar el equipo a operar con vector relativo.
- d) Marcar el área de seguridad con el VRM.
- e) Prolongar el vector relativo en el tiempo de manera que cruce el área de seguridad.
- f) Anotar los datos iniciales del buque propio.
- g) Activar la "maniobra simulada".
- h) Efectuar cambio de rumbo y/o velocidad de acuerdo a lo determinado y llevar la línea de movimiento relativo a tangente al área de seguridad.
- i) Usar el DELAY (medidor del tiempo) para desplazar el contacto hasta el centro de la pantalla y anotar el tiempo que falta, para que al efectuar la maniobra real se pueda volver a los parámetros originales (rumbo y velocidad).
- j) Comprobar los resultados de la maniobra simulada en los datos que el ARPA entrega del contacto.
- k) Anotar rumbo y velocidad obtenidos en la maniobra de prueba.
- l) Salir de la maniobra simulada y verificar la maniobra real.
- m) Verificar que el vector se encuentre en relativo.
- n) Si la línea del vector relativo pasa un poco dentro del área de seguridad debido a la inercia del buque, caer unos grados más del rumbo hasta que el vector relativo quede tangente al área de seguridad.



## **Capítulo 6** **SISTEMA DE IDENTIFICACIÓN AUTOMÁTICA** **(AIS)**

### **Ref.:**

- a.- Pub. SHOA N° 3030 “Manual de Navegación”, Capítulo 18.
- b.- <http://www.navcen.uscg.gov/>

### **Objetivos**

- a. Describir los objetivos del AIS.
- b. Confeccionar un diagrama en block del AIS
- c. Explicar el funcionamiento y capacidades del AIS.
- d. Reconocer la información que se ingresa y se transmite.
- e. Operar el equipo.
- f. Explicar el objetivo del AIS AtoN .
- g. Reconocer la simbología del AIS, AIS AtoN y AIS Virtual.

### **1.- Generalidades**

El Sistema de Identificación Automática (“*Automatic Identification System*” – AIS) es un transceptor de radio VHF instalado en buques, aeronaves y estaciones costeras, capaz de intercambiar información automáticamente, que hace posible monitorear y plotear buques desde otros buques y estaciones costeras.

Es una poderosa herramienta para mejorar el conocimiento del entorno. Una vez configurado correctamente, el AIS de a bordo, sin intervención de operador del buque, intercambia automáticamente información (proporcionada por los sensores de a bordo), entre buques y entre buques y estaciones costeras.

Por lo tanto, el AIS es un importante complemento de los sistemas de navegación existentes, incluido el radar. En general, los datos recibidos vía AIS mejorarán la información disponible para los oficiales de guardia en el puente y de los controladores de los Centros de Control de Tráfico de buques (“*Vessel Traffic Service*” – VTS).

### **2.- Objetivos del AIS**

El AIS tiene por objeto acrecentar la seguridad de la vida humana en el mar, la seguridad y eficacia de la navegación y la protección del medio ambiente marino.

El Convenio SOLAS Regla V/19, estipula que mediante los AIS se puedan intercambiar datos de buque a buque y con las instalaciones en tierra. Por tanto, la finalidad del AIS es facilitar la identificación de los buques; ayudar al ploteo de los blancos; simplificar el intercambio de información (por ejemplo, reduciendo las notificaciones verbales obligatorias) y proporcionar información adicional que contribuya a evitar los abordajes.

Por lo general, los datos recibidos a través del AIS mejorarán la calidad de la información disponible para el oficial de guardia, sea en una estación de vigilancia en tierra o a bordo del buque. El AIS podría llegar a convertirse en una útil fuente de información que complemente la que se obtiene mediante los sistemas de navegación (incluido el radar) y, por tanto, en un instrumento importante para facilitar al navegante el dominio de la situación frente al tráfico marítimo que viene a su encuentro.

### 3.- El AIS de a bordo

#### a) Funcionamiento

- Transmite continuamente los datos del propio buque a otros buques y a los centros VTS.
- Recibe continuamente los datos de otros buques y de los centros VTS.
- Presenta dichos datos.

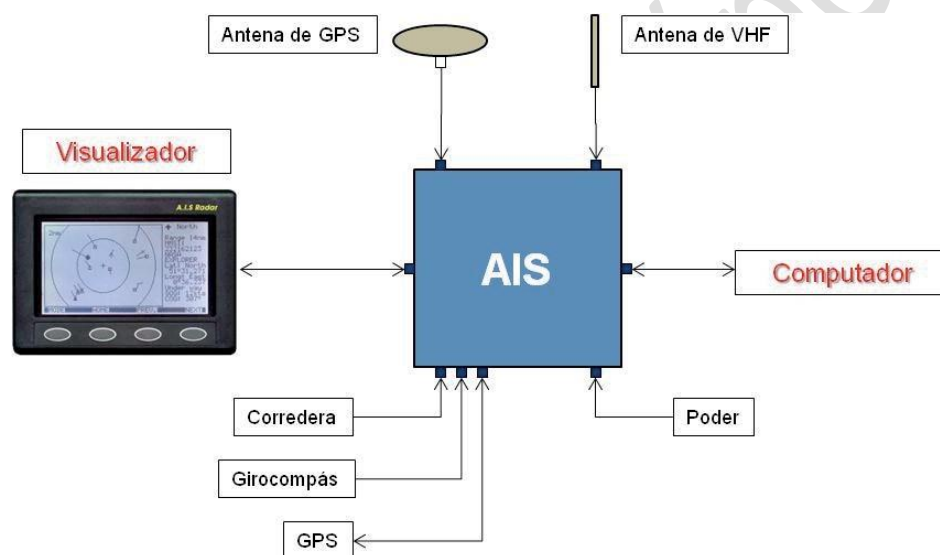


Diagrama de los equipos que intervienen en el funcionamiento del AIS.

#### b) Presentación y capacidades

Cuando se utiliza con un equipo apropiado de presentación gráfica, el AIS de a bordo permite obtener información rápida y automática mediante el cálculo del punto de máxima aproximación (PMA) y el tiempo previsto para llegar al punto de máxima aproximación (TPMA) a partir de la información sobre la situación recibida de los buques que constituyen los blancos.

El AIS es capaz de detectar buques detrás de recodos o islas dentro del alcance de VHF si las masas de tierra no son muy elevadas. Un valor típico que cabe esperar en el mar es de 20 a 30 millas náuticas, dependiendo de la altura de la antena. Con la ayuda de estaciones repetidoras puede mejorarse la cobertura, tanto de los buques como de los centros VTS.

El empleo conjunto del radar y el AIS, permite obtener una identificación positiva entre buques a gran distancia. Esto es algo que, de otra forma, no se puede lograr sin intercambiar mensajes de voz en canales de frecuencia VHF.

#### 4.- Información del AIS transmitida por los buques

##### a) Contenido de los datos de los buques

La información del AIS transmitida por un buque puede ser de cuatro tipos:

- **Estáticos:** Se ingresa en el AIS en el momento de la instalación del equipo a bordo y sólo es necesario modificarla si el buque cambia de nombre o es objeto de una transformación importante que haga que pase a ser un buque de otro tipo. Ejemplo: MMSI (Identidad del servicio móvil marítimo), Nombre y distintivo de llamada, Número IMO, Eslora y manga, Tipo de buque, Emplazamiento de la antena de determinación de la situación.
- **Dinámicos,** que, aparte de la relativa al "estado o condición de la navegación", es actualizada automáticamente por los sensores del buque conectados al AIS. Ejemplo: Posición, Hora de situación en UTC, Rumbo (COG), Velocidad (SOG), proa, (Heading), Condición de la navegación del buque, razón de caída del buque (ROT), etc.
- **Relacionada con la travesía,** que tal vez haya que introducir y actualizar manualmente durante la travesía. Ejemplo: Calado, Carga potencialmente peligrosa (tipo), Destino y hora estimada de llegada, (ETA), Plan de navegación (puntos geográficos de control de la derrota prevista).
- **Mensajes**  
Los datos se envían automáticamente con distintos lapsos de actualización.

##### b) Datos transmitidos por el buque.

###### 1. Datos estáticos.

MMSI (identidad del servicio móvil marítimo)	Ingresada durante la instalación. Puede ser necesario modificarla si el buque cambia de
Nombre y distintivo de llamada	Nombre y distintivo de llamada introducidos durante la instalación.
Número IMO	Ingresado durante la instalación
Eslora y manga	Ingresado durante la instalación si sufren modificaciones
Tipo de buque	Seleccionado de la lista preestablecida
Emplazamiento de la antena de determinación de la situación	Ingresado durante la instalación, pudiéndose modificar para los buques bidireccionales o los que lleven instalada una antena múltiple

## 2. Datos dinámicos.

Situación del buque con indicación de su precisión y estado de integridad	Actualizada automáticamente por el sensor de situación conectado al AIS. La precisión es de +/- 10 metros.
Hora de situación en UTC	Actualizada automáticamente por el sensor principal de
Rumbo del buque con respecto al fondo (COG)	Actualizado automáticamente por el sensor principal de situación (GPS) conectado al AIS, si dicho sensor calcula este parámetro. Esta información puede no estar disponible
Velocidad del buque con respecto al fondo (SOG)	Actualizado automáticamente por el sensor principal de situación (GPS) conectado al AIS, si dicho sensor calcula este parámetro. Esta información puede no estar disponible
Rumbo o proa del buque (Heading)	Actualizado automáticamente por el sensor de rumbo conectado al AIS.
Condición o estado de la navegación del buque	<p>El oficial de guardia debe introducir manualmente la información sobre la condición de la navegación y modificarla cuando sea necesario, por ejemplo:</p> <p>Navegando con propulsión mecánica, Fondeado, Sin gobierno, capacidad de maniobra restringida, Amarrado, Restringido por el calado, varado, dedicado a la pesca, navegando a vela</p> <p>En la práctica, como todos estos parámetros guardan relación con el reglamento internacional para prevenir los abordajes, cualquier cambio necesario podría efectuarse al mismo tiempo que se modifican las luces y marcas.</p>
Velocidad de giro o razón de caída del buque (ROT)	Actualizada automáticamente por el sensor de razón de caída u obtenida mediante el girocompás. Esta información puede no estar disponible.

## 3. Datos relacionados con la travesía

Calado del buque	Se ingresará manualmente al iniciarse la travesía, empleando el calado máximo y modificándose según sea necesario (por ejemplo, si se efectúa el deslastro antes de
Carga potencialmente peligrosa (tipo)	Se ingresará manualmente al iniciarse la travesía, confirmando si se transporta o no carga potencialmente peligrosa, a saber: Mercancías peligrosas; sustancias perjudiciales, contaminantes del mar. No es preciso indicar las cantidades.
Destino y hora estimada de llegada (ETA)	Se ingresarán manualmente antes del inicio de la navegación, modificándose durante la misma según sea necesario

Plan de navegación (puntos geográficos de control de la derrota prevista)	Se ingresará manualmente al iniciarse la travesía, a discreción del capitán, y se actualizará cuando sea necesario.
---	---

#### 4. Mensajes breves de seguridad

	Los mensajes de texto breve y formato libre se ingresan manualmente. Pueden ser dirigidos a un destinatario específico o para ser transmitidos a todos los buques y estaciones costeras
--	---

#### c) Régimen de actualización.

##### 1. Información dinámica

Dependerá de los cambios de velocidad y rumbo del buque y se transmitirán de acuerdo a los siguientes intervalos:

Tipo de buque	Intervalo general de comunicación
Buque fondeado	3 minutos
Buque a 0 - 14 nudos	12 segundos
Buque a 0 - 14 nudos y cambiando el rumbo	4 segundos
Buque a 14 - 23 nudos	6 segundos
Buque a 14 - 23 nudos y cambiando el rumbo	2 segundos
Buque a más de 23 nudos	3 segundos
Buque a más de 23 nudos y cambiando el rumbo	2 segundos

2. **Estáticos y relacionados con la travesía:** se transmitirán cada seis minutos o cuando se soliciten (el AIS responde automáticamente sin intervención del usuario).

#### d) Emisión de mensajes breves

Mensajes al general o dirigidos, cortos relativos a la seguridad, como se requiera.

Los mensajes breves de seguridad son mensajes de texto de formato fijo o libre dirigidos ya sea a un destinatario específico (MMSI) o a todos los buques de la zona. Su contenido debe ser de interés para la seguridad de la navegación, por ejemplo, un iceberg avistado o una boya fuera de posición. Deben ser lo más breves posible.

En los mensajes de texto podrá solicitarse acuse de recibo del operador.

Los mensajes breves de seguridad constituyen sólo uno de los medios adicionales de difundir información sobre seguridad marítima. Si bien no se debe subestimar su importancia, el uso de mensajes breves de seguridad no exime del cumplimiento de ninguna de las prescripciones del Sistema Mundial de Socorro y Seguridad Marítima.

El operador deberá asegurarse de que visualiza y examina los mensajes de seguridad que se reciben y enviar los mensajes de seguridad que sean necesarios.

Según estipula el Convenio SOLAS Regla V/31

(Mensajes de peligro):

"El capitán de un buque que se encuentre con hielos o derrelictos peligrosos o con cualquier otro peligro inmediato para la navegación, o con..., está obligado a transmitir la información, por todos los medios de que disponga, a los buques que se hallen cercanos, así como a las autoridades competentes..."

Normalmente, esto se hace mediante comunicaciones por otro medio, pero la expresión "por todos los medios" incluye además ahora el envío de mensajes breves utilizando el AIS, lo que ofrece la ventaja de reducir las dificultades de comprensión, especialmente cuando se anota la situación correcta.

## **5.- Funcionamiento del AIS de a bordo**

### **a) Funcionamiento**

Para evitar que los buques se interfieran entre sí, si emitiesen simultáneamente, la emisión está multiplexada. Y para aumentar la capacidad del sistema, la cadencia de refresco de la emisión se efectúa en función de la velocidad del buque y de su evolución: un barco lento en ruta rectilínea refrescará sus datos con una cadencia menor, más espaciada.

Cada estación AIS, en función en la historia de tráfico y de la previsión de futuras acciones de los demás buques, determina qué slots va a emplear. Cada minuto comprende 2.250 slots (de 26,6 mseg.) que pueden ser empleados por cualquier estación AIS para difundir información. Como las actualizaciones se realizan cada dos minutos como mínimo, el sistema permite mandar 4.500 mensajes en dos minutos correspondiente a 4.500 estaciones como máximo.

Cada estación determina cuáles son sus slots de transmisión.

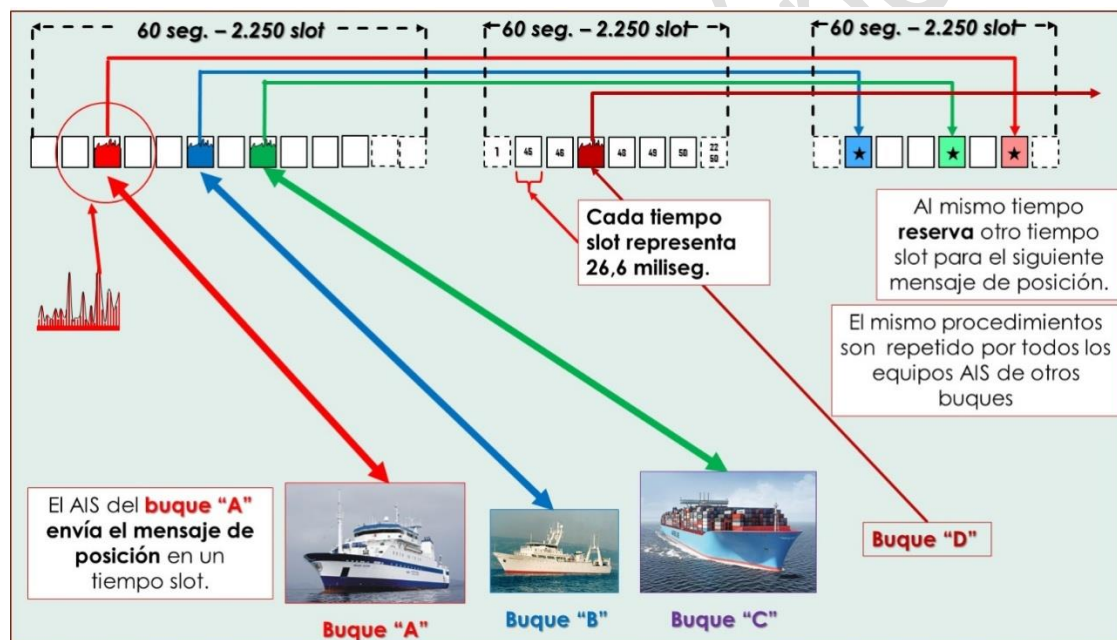
Con el fin de evitar que dos estaciones transmitan a la vez y se solapen, cada estación AIS se sincroniza con las demás.

Tienen un intervalo aleatorio de entre 0 y 8 slots. Cuando una estación cambia de slot, preanuncia en nuevo slot y el timeout que empleará. De ese modo

las nuevas estaciones de buques que entren en el rango de alcance de la radio, siempre serán recibidas.

El transpondedor AIS funciona de modo continuo y autónomo, lo mismo si el buque está en aguas interiores, costeras o alta mar. Emite con modulación FM GMSK a 9.6 kb mediante protocolos de paquetes HDLC.

Aunque un canal radio es suficiente, cada estación recibe y transmite en dos canales para evitar interferencias. Estos dos canales pueden intercambiarse sin perder información. El sistema tiene un mecanismo de resolución de contenciones con otras estaciones de modo que se mantenga la integridad de las comunicaciones bajo cualquier circunstancia, incluso en situaciones de sobrecarga. Los sistemas AIS sintonizan toda la banda VHF Marítima entre 156.025 -162.025.



## b) Activación del AIS

1. El AIS debe estar siempre en funcionamiento cuando los buques estén navegando o fondeados. Si el capitán considera que el funcionamiento continuo del AIS pudiera comprometer la seguridad de su buque, se podrá desconectar el AIS. Este caso podría presentarse en las zonas marítimas en que se sabe que operan piratas y ladrones armados. Las actuaciones de esta naturaleza deberán quedar siempre consignadas en el bitácora de navegación, explicando las razones.

El capitán deberá, no obstante, volver a poner en funcionamiento el AIS en cuanto haya desaparecido el motivo del peligro.

2. Si se apaga el AIS, la información estática y la relacionada con la travesía se mantiene almacenada.

Su reinicio se efectuará suministrando de nuevo energía a la unidad del AIS. Los datos del buque propio empezarán a transmitirse dos minutos después de la reanudación.

3. En puerto, el funcionamiento del AIS deberá ajustarse a las prescripciones portuarias.

**c) Entrada manual de datos**

1. Antes del zarpe, y cada vez que ocurra un cambio, el oficial de guardia deberá ingresar manualmente, utilizando un dispositivo de entrada, como un teclado, la siguiente información:
  - Calado más profundo del buque.
  - Carga potencialmente peligrosa.
  - Puerto de destino y hora estimada de arribo (ETA).
  - Plan de navegación (puntos de control de la derrota).
  - Condición de navegación del buque (de acuerdo a selección en lista pre establecida).
  - Mensajes breves de seguridad (si fuese pertinente)

**d) Comprobación de la información**

1. Con el fin de que la información estática del propio buque sea la correcta y esté actualizada, el navegante deberá comprobar los datos siempre que haya una razón para ello. Esta comprobación se debe efectuar como mínimo una vez por viaje o una vez al mes, si este periodo es menor. Los datos sólo se podrán modificar cuando lo autorice el comandante o capitán.
2. Tras la activación, el equipo de prueba automática ejecuta una prueba de integridad. En caso de falla en el funcionamiento del AIS, se activará una alarma y la unidad suspenderá las transmisiones.
3. Tener presente que la prueba automática del AIS no determina la calidad y precisión de los datos ingresados en el AIS desde los sensores del buque, antes de transmitirlos a otros buques y estaciones costeras. Por consiguiente, deberán efectuarse comprobaciones rutinarias a intervalos regulares durante la travesía para confirmar la precisión de la información que se está transmitiendo. En aguas costeras e interiores será necesario incrementar la frecuencia de esos controles.

**6.- Presentación de los datos del AIS**

Los datos del AIS pueden presentarse en un dispositivo mínimo de visualización o en un dispositivo de visualización adecuado, como un Sistema Integrado de Navegación (SIN), ECS/ECDIS o pantalla de radar/ARPA; mejorando de manera considerable la eficacia del AIS.



**a) Presentación mínima**

El dispositivo de presentación mínima obligatorio debe suministrar como mínimo tres líneas de datos, consistentes en el demarcación, la distancia y el nombre del buque seleccionado. Otros datos del buque podrán leerse mediante un desplazamiento horizontal de los datos en la pantalla, si bien no es posible desplazar los relativos al rumbo y la distancia. Un desplazamiento vertical hará aparecer los datos correspondientes a otros buques identificados por el AIS.

**b) Presentación gráfica y símbolos**




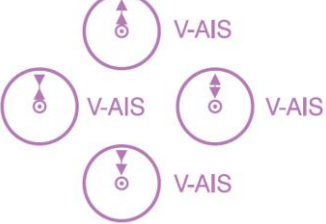





Si la información del AIS se visualiza mediante una presentación gráfica, el navegante debe estar familiarizado con los símbolos utilizados en esa presentación gráfica.

Símbolos que se muestran en un tipo de radar			
Contacto inicial AIS		Contacto AIS Trackeado	
Contacto AIS cayendo a estribor		Contacto AIS. Línea segmentada indica COG y SOG.	
Los objetos se muestran en color rojo parpadeante si están bajo los criterios del CPA / TCPA. Buque cayendo a babor		En caso de pérdida del eco. Se muestra en color azul	

Información que entrega el AIS en el radar	
<b>TARGET ( 1 )</b> ◀ MMSI 250064699 HEADING 045° Underway using engine TYPE Cargo Ship IMO NUM 747642444 CALL SIGN Alpha Morning star EUROPORT	<b>TARGET ( 1 )</b> ◀ RANGE 1.3 NM T BRG 271.3 ° CPA 0.9 NM TCPA 1.9 MIN CSE 044.5 ° STW 8.4 KT BCR * * * NM BCT * * * MIN

**c) Presentación Cartográfica**

En la Carta N° 1 " Símbolos, abreviaturas y términos usados en las cartas náuticas chilena" se establecen los símbolos que identifican el AIS y AIS ATON

 AIS	<p>Sistema de Identificación Automática</p>
 AIS      AIS	<p>Sistema de Identificación Automática en marcas flotantes (ejemplo) (AIS sintético)</p>
 V-AIS	<p>AIS Virtual con función no contemplada por la IALA</p>
 V-AIS V-AIS      V-AIS V-AIS	<p>AIS Virtual con función de marca de cardinal</p>
 V-AIS V-AIS	<p>AIS Virtual con función de marca lateral</p>
 V-AIS	<p>AIS Virtual con función de marca de peligro aislado</p>
 V-AIS	<p>AIS Virtual con función de marca de aguas navegables</p>
 V-AIS	<p>AIS Virtual con función de marca de nuevo propósito especial</p>
 V-AIS	<p>AIS Virtual con función de marca de nuevo peligro</p>

## 7.- Limitaciones propias del AIS

- a) El oficial de guardia deberá estar consciente de algunas naves, especialmente las embarcaciones de recreo, las embarcaciones pesqueras y los buques de guerra, así como algunas estaciones costeras, incluidos los centros VTS, pueden no disponer de un AIS.
- b) Tener presente El oficial de guardia deberá estar consciente de que otros buques dotados de un AIS en cumplimiento de las prescripciones relativas a la obligación de llevar tal equipo, podrían desconectar el AIS en determinadas circunstancias, a discreción del capitán.
- c) En otras palabras, la información proporcionada por el AIS podría no reflejar de manera íntegra la situación alrededor del buque.
- d) El navegante deberá estar consciente de que la transmisión de información errónea supone un riesgo para otros buques, así como para ellos mismos. Los usuarios son responsables de toda la información que se introduce en el sistema y de la información añadida por los sensores.
- e) En un AIS la información recibida será tan precisa como lo sea la información transmitida.
- f) El oficial de guardia debe estar consciente de que unos sensores mal configurados o calibrados (sensores de situación, velocidad y rumbo) podrían dar lugar a que se transmita información incorrecta.

Toda información incorrecta sobre un buque recibida en el puente de otro buque podría originar confusiones peligrosas.

- g) Si no se ha instalado ningún sensor o si un sensor (por ejemplo, el girocompás) no suministra datos, el AIS transmitirá automáticamente la notificación de "datos no disponibles". Sin embargo, la prueba automática de integridad no podrá validar el contenido de los datos procesados por el AIS.
- h) No asumir sería prudente que el oficial de guardia asumiera que la información recibida de otros buques es de una calidad y una precisión comparables a las de la información sobre su propio buque.

## 8.- Uso del AIS para evitar los abordajes

- a) El AIS tiene potencial para actuar como dispositivo para evitar abordaje, por lo que es posible su utilización del este sistema para tal fin.
- b) Sea como fuere, la información del AIS se puede utilizar para facilitar la toma de decisiones encaminadas a evitar los abordajes. Cuando se utilice el AIS en la modalidad buque-buque con el fin de evitar abordajes, se deberán tener en cuenta las precauciones siguientes:

- El AIS es una fuente adicional de ayuda de navegación cuya finalidad no es sustituir, sino complementar, los sistemas de navegación tales como el ploteo de radar y el control VTS.
  - La utilización del AIS no exime al oficial de guardia de la responsabilidad de cumplir en todo momento el “Reglamento Internacional para Prevenir Abordajes” (COLREG).
- c) El navegante no debe servirse del AIS como único sistema de información, sino que debe utilizar todos los sistemas de información disponible relativos a la seguridad disponible.
- d) La utilización del AIS a bordo de un buque no afecta la composición de la guardia de navegación.
- e) Una vez que se ha detectado un buque, el AIS puede ayudar a plotearlo como blanco. Si se sigue la información transmitida por dicho blanco, también podrán seguirse con facilidad sus movimientos. Por ejemplo, los cambios de rumbo y derrota resultan evidentes inmediatamente y, además, el AIS no se ve afectado por muchos de los problemas que plantea habitualmente el ploteo por radar, como los ecos parásitos, el cambio de blancos cuando los buques pasan muy próximos y la pérdida de blancos después de una maniobra rápida. El AIS también puede ayudar a identificar los blancos por su nombre o distintivo de llamada y por el tipo de buque y condición de la navegación.
- f) En definitiva, cuando se utiliza con el equipo apropiado de presentación gráfica, el AIS de a bordo permite obtener información rápida y automática mediante el cálculo del punto de máxima aproximación (CPA) y el tiempo previsto para llegar al punto de máxima aproximación (TCPA) a partir de la información de la situación recibida de los buques que constituyen los blancos.

## 9.- Aplicaciones adicionales y posibles aplicaciones futuras

### a) Información pseudo AIS

Los centros VTS pueden enviar a través del AIS, a los buques provistos de este sistema, información sobre buques que no están provistos de él y que sólo puedan ser observados por el radar del centro VTS.

Toda transmisión sobre un pseudo blanco del AIS que efectúen los centros VTS deberá estar claramente identificada como tal. Se deberá prestar especial atención siempre que se utilice información que haya sido retransmitida por una tercera parte. La precisión de estos blancos puede no ser de tanta calidad como la de los que se hayan recibido directamente y el contenido de la información puede no ser tan completo.

## b) Mensajes de texto

Los centros VTS también podrán enviar mensajes breves ya sea a un buque, a todos los buques o a los buques que se encuentren dentro de cierta distancia o en una zona especial, por ejemplo:

- Radioavisos náuticos (locales).
- Información sobre la gestión del tráfico.
- Información sobre la gestión portuaria.

El operador del centro VTS podrá solicitar, mediante un mensaje de texto, un acuse de recibo del operador del buque.

Nota: El centro VTS deberá mantener comunicación mediante radio telefonía. No se debe subestimar la importancia de las comunicaciones verbales, que son importantes para permitirle al operador del centro VTS:

- Evaluar la capacidad de comunicación del buque.
- Establecer un enlace directo que puede resultar necesario en situaciones críticas.

## 10.- El AIS en operaciones de búsqueda y salvamento (“Search and Rescue” – SAR)

El AIS puede utilizarse en las operaciones de búsqueda y salvamento, especialmente en operaciones de superficie con helicópteros. El AIS permite presentar directamente la situación del buque en peligro en otras pantallas, tales como las de radar o las de los ECS/ECDIS, lo que facilita la labor de las naves de búsqueda y salvamento. En el caso de buques en peligro que no estén equipados con un AIS, el coordinador en la escena del siniestro podrá crear un pseudo blanco del AIS.

## 11.- Conexiones del AIS

a) El AIS conectado a un sistema externo de presentación de datos de la navegación

El AIS puede conectarse a una unidad de presentación adicional utilizada exclusivamente para este sistema, que cuente tal vez con una pantalla de presentación gráfica de mayores dimensiones, o bien, a un sistema de navegación existente, tal como un radar o una carta electrónica, si bien en este último caso sólo como parte de un sistema integrado de navegación de abordó.

b) El AIS conectado a un equipo portátil de navegación electrónica

1. Cada vez es más habitual que los prácticos y pilotos cuenten con su propio computador portátil provisto de un programa de navegación electrónica debidamente aprobado por la autoridad marítima, que pueden subir a bordo. Estos dispositivos pueden conectarse al equipo del AIS de a bordo mediante el Pilot plug correspondiente y presentar también los blancos que recibe el AIS.
2. Una Unidad Portátil de Piloto (Portable Pilot Unit - PPU) es un sistema portátil basado en un computador, que el práctico o piloto lleva a bordo de un buque como una herramienta de apoyo a la toma de decisiones cuando navega en aguas confinadas o con tráfico denso. Interconectada con un sensor de

posicionamiento como un GPS/DGPS y usando Cartas náuticas electrónicas (CNE) actualizadas y aprobadas por una oficina hidrográfica.

3. La PPU mostrará la posición y movimiento del buque en tiempo real. Además, proveerá información acerca de la posición y movimiento de otras naves vía una interface con el AIS de a bordo. Más aún, las PPU, están siendo empleadas para mostrar informaciones relacionadas con la navegación, como ser sondajes y veriles de recientes levantamientos hidrográficos, información dinámica de niveles del agua y corrientes, presencia de hielos, zonas de seguridad y señales de ayuda a la navegación (AIS-AtoN).
4. En definitiva, el piloto o práctico podrá acceder a los detalles completos y los movimientos de todo el tráfico en las proximidades y proporcionaría una comunicación adicional con el operador del centro VTS en caso de ser requerido.

## 12.- El AIS como ayuda a la navegación (AIS-AtoN)

### a) Generalidades

1. La IALA reconoce que hay varias herramientas disponibles para para mejorar y aumentar los servicios para los navegantes. Entre ellas se encuentran las ayudas visuales, las radioayudas y ahora, las ayudas a la navegación virtuales. Una ayuda a la navegación virtual no existe físicamente, pero es objeto de información digital que puede ser visualizada en un sistema de navegación.
2. Una AtoN Virtual puede informar al navegante acerca de peligros a la navegación, vías seguras de navegación, áreas donde es necesario adoptar medidas de seguridad adicionales y áreas a evitar. Pueden representar una línea, área, posición u otra forma de representación gráfica.
3. La información, incluyendo su posición geográfica, transportada por las ayudas a la navegación virtuales puede ser fija o cambiar a través del tiempo (dinámica), dependiendo de su propósito.
4. Las AtoN Virtuales se usan principalmente donde existe una consideración de tiempo crítica.

Pueden también usarse donde una ayuda a la navegación física no puede ser instalada. Deben responder la Información de Seguridad Marítima ("Maritime Safety Information" – MSI) o, si es apropiado, ser mostrada en la Carta náutica en uso.

5. No es la intención reemplazar las ayudas a la navegación físicas con AtoN Virtuales.

## **b) Contexto**

El Sistema de Identificación Automática (“Automatic Identification System” – AIS) está siendo utilizado como una ayuda a la navegación para mejorar y aumentar los servicios a los navegantes. La IALA recomendación A-126 (sobre el uso del AIS en los Servicios de Ayuda a la Navegación Marítima) y la IALA directriz N° 1062 (sobre el establecimiento de AIS como ayuda a la navegación), proporcionan detalles técnicos sobre el uso de los AIS como ayudas a la navegación reales, sintéticas y virtuales.

En el futuro, métodos distintos del AIS también estarán disponibles para generar ayudas a la navegación virtuales.

## **c) AIS AtoN Real y Sintética**

1. Una estación AIS-AtoN Real es una ayuda a la navegación física, equipada con un AIS. Por razones prácticas o económicas sería apropiado instalar un AIS para una AtoN. En este caso, puede recurrirse a un AIS Sintético. Hay dos tipos de AIS-AtoN Sintéticos: Monitoreado y Prefijado.
  - Un AIS-AtoN Sintético Monitoreado, se transmite desde una Estación AIS remota. La AtoN existe físicamente y se mantiene un enlace de comunicación entre la Estación AIS y la AtoN. La comunicación entre la AtoN y el AIS deberá confirmar la ubicación y el estado de la AtoN.
  - Un AIS-AtoN Sintético Preajustado, se transmite desde una Estación AIS remota. La AtoN existe físicamente, pero no es monitoreada para confirmar su posición geográfica y condición. Las AIS-AtoN Sintéticas Preajustadas no deben ser usadas como ayudas a la navegación flotante.
2. La AIS-AtoN Virtual se transmite desde una estación de AIS para establecer una ayuda a la navegación que no existe físicamente. En este caso, un objeto de información digital aparecerá en el sistema de navegación en una ubicación específica, aunque no haya ningún AtoN físico. Una estación base cercana o estación AtoN podría transmitir este mensaje. El mensaje AIS lo identificará como un AIS-AtoN Virtual.

## **d) Aplicación del AIS Virtual a la Navegación**

Hay muchas aplicaciones potenciales de ayuda a la navegación virtual. Se puede utilizar no sólo para señalar ubicaciones específicas tales como balizas o boyas, sino también para indicar líneas, áreas y otras formas. Si bien, no pretenden sustituir las ayudas a la navegación físicas, se pueden utilizar como complemento de las marcas existentes para mejorar la seguridad de la navegación.

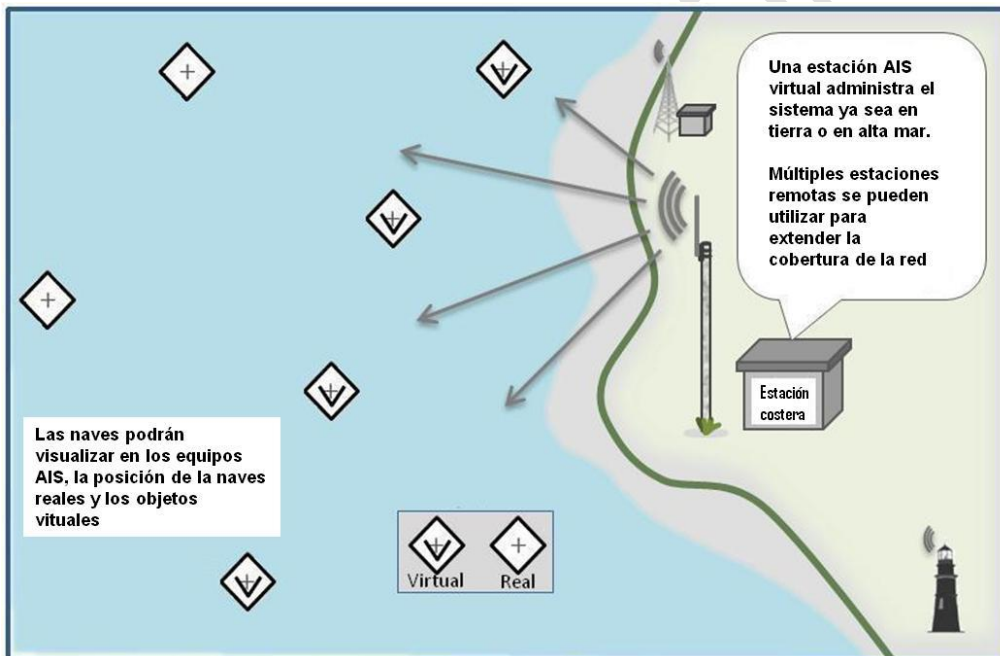
Las AtoN Virtuales son especialmente útiles en situaciones críticas en tiempo y para marcar/delinear áreas dinámicas donde las condiciones de navegación cambian con frecuencia, o en aplicaciones donde el uso de ayudas físicas no es

práctico ni posible. Por ejemplo, puede ser conveniente crear un AtoN Virtual para marcar los peligros para la navegación de forma temporal (consultar marca de emergencia naufragio de IALA recomendación O -133), hasta que pueda establecerse una AtoN más permanente.

Como alternativa, podrán establecerse ayudas a la navegación virtuales para marcar áreas donde las condiciones de navegación (por ejemplo; límites de canal, claros verticales, hielo, niveles de agua) cambian con frecuencia y podrían requerir indicarse dinámicamente.

El uso de AtoN Virtual debe ser supervisado por la autoridad competente. Las notificaciones a los navegantes de la presencia de AtoN Virtual, monitoreo de su integridad y verificación de la eficacia de la ayuda virtual, son elementos esenciales de esa vigilancia.

Un AtoN Virtual debe reflejarse en MSI o, en su caso, ser representado en la Carta náutica pertinente en el momento oportuno.



## e) Riesgos, Limitaciones y Beneficios

### 1. Riesgos

Un AtoN Virtual no será visible en las pantallas de muchos buques y, si es visible, los símbolos pueden diferir de una pantalla a otra. Las consecuencias pueden ser confusión, falta de información para el usuario y minar la confianza en el ECDIS, la Carta de navegación y otros sistemas.

Es probable que tomará al menos una década para armonizar el suministro de AtoN Virtuales, como resultado de los requisitos de transporte



para ECDIS y el calendario probable para la adopción de Sistemas Integrados de Puente (“*Integrated Bridge Systems*” –IBS) & e-Navegación.

El radar sólo mostrará las AtoN Virtuales como una superposición de la figura de un rombo con una “V” en su interior, si éstas son compatibles con la IEC 62388. Esta especificación de prueba entró en vigencia el 2008. Al ritmo actual de instalación de nuevos equipos, 10 a 15 años parecen ser un calendario realista para que la mayoría de los buques puedan beneficiarse de la disposición de visualización de AtoN Virtual.

Las pantallas de navegación compatibles con la norma IEC 62288, que entró en vigor en 2008, mostrarán un AtoN Virtual como una superposición de un rombo con una “V” en su interior.

El equipamiento ECDIS anterior al 2009 no mostrará los AtoN Virtuales hasta que el equipo sea actualizado o reemplazado, lo cual es poco probable que suceda.

Actualmente no hay ninguna disposición para AtoN Virtual en la norma S-57, o un símbolo en la norma S-52, pero esto es capaz de aplicación. Sin embargo, aun cuando los AtoN Virtual se reflejan en las normas S-57 y S-52, los ECDIS existentes sólo mostrarán un signo “?” de color naranja al encontrar un objeto AtoN Virtual en la base de datos ENC. El signo “?” de color naranja puede ser interrogado para obtener más detalles.

El equipo AIS básico (“*Minimum Keyboard Display*”– MKD) debiera mostrar los AIS-AtoN, incluida la indicación de virtual, pero se sabe que algunos MKD no cumplen este requisito.

## 2. Limitaciones

En el corto y mediano plazo las AtoN Virtuales no serán visibles en las pantallas de muchos buques y, si son visibles, los símbolos pueden diferir de una pantalla a otra.

Otras limitaciones, incluyen:

- Vulnerabilidad del Sistema Global de Posicionamiento Satelital (GNSS);
- Susceptibilidad a la falsificación e interferencia
- Capacidad AIS VDL y planeamiento FATDMA.

## 3. Beneficios

Algunos de los beneficios potenciales de las AtoN Virtual en la mejora de la seguridad y la protección del medio ambiente son:

- Notificación oportuna;
- Facilidad y precisión de la presentación, donde se muestran gráficamente;
- Facilidad y rapidez de implementación;
- Entrega directa a los sistemas de navegación; limitada al área pertinente;

- Información evidente para el usuario;
- Evita malas interpretaciones mediante el uso de simbología estandarizada y fraseología de la OMI;
- Fácil de cambiar/modificar;
- Bajo costo de instalación y mantención.

Roberto Léniz Drápela