

## **"FUNCIONAMIENTO y USO 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

### **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 la segunda parte de este capítulo "**Uso del radar para una navegación segura**"

### **A.- Síntesis**

Actualmente, los monitores o repetidores de radar cuentan con gran cantidad de elementos y funciones diseñadas especialmente para ser utilizadas en contribución de la seguridad del pilotaje.

Cada vez es más común encontrar a bordo sistemas de radar que integran datos provenientes de otros sistemas y los presentan superpuestos o integrados.

Estos sistemas no llegan a constituir ECDIS, pero proveen una serie de informaciones y funciones que aproximan al mismo concepto.

Las señales que normalmente integran son las siguientes:

- 1.- GPS (*Global Positioning System*). Además de la señal del girocompás y corredera, integran la señal del o los GPS, pudiendo presentar tanto el rumbo y velocidad verdaderos sobre la tierra que está siguiendo la nave (*Course Over Ground* (COG) y *Speed Over Ground* (SOG)).

Esta información se presenta a modo de un vector de movimiento real, además de la línea de proa (*heading*), cuya magnitud puede seleccionarse en acuerdo a minutos de avance. Además presenta la indicación digitalmente como COG y SOG. Estas indicaciones son de suma importancia para el pilotaje, dado que presentan una medición instantánea del abatimiento y deriva que está afectando a la nave, diferencia entre *heading* (proa de la nave) y corredera con el COG y SOG, proveyendo la información necesaria para contrarrestarlos.

Además, presenta la situación de la nave por GPS en Latitud y Longitud; pudiendo a través del cursor, obtener la de los contactos en pantalla y puntos geográficos.

- 2.- Anemómetro. Algunos equipos calculan y presentan también el viento verdadero.
- 3.- Ecosonda. Con presentación de la profundidad digitalmente y gráficamente.
- 4.- AIS (*Automatic Identification System*). De los contactos en las cercanías, con sus vectores de movimiento informados por sus propios sistemas.
- 5.- Mapeo. Se le puede introducir un track seguir basado en puntos de control por referencias geográfica (*Waypoints*), que será útil para mantener la nave posicionada sobre éste; como también áreas y marcas de ayuda a la navegación, demarcaciones de seguridad, etc.
- 6.- Cartografía. Algunas pantallas tienen la capacidad de superponer carta electrónica, *Raster* o croquis, sobre el vídeo del radar, lo que es de gran ayuda para el reconocimiento de costa y comprobación de la confiabilidad de la situación por GPS, verificando la coincidencia entre video, radar y carta.
- 7.- Otras informaciones. También existen sistemas que presentan otras informaciones como estado de operación de la maquinaria, generación eléctrica, funcionamiento de radares, etc.

Por otra parte, los sistemas están brindando funciones especialmente dedicadas a facilitar el pilotaje y maniobras, como:

- 8.- Traqueo y ARPA (*Automatic Radar Plotting Aid*).  
Pudiendo seleccionar los movimientos verdaderos, donde cada contacto y buque propio aparece con su vector, o movimiento relativo, donde los vectores de los contactos son la resultante compuesta por sus movimientos y el propio; además provee solución cinemática para mantener una distancia mínima de cruce con un contacto seleccionado.
  - Descentrado de EBL (*Electronic Bearing Lines*). Para la mantención de demarcaciones y distancias desde una posición descentrada del origen del barrido. Muy útil para su empleo en controlar distancias a pasar o demarcaciones guías desplazadas paralelamente.
  - PI. Línea de índice Paralelo. Función específica para seguir demarcaciones guías desplazadas paralelamente a un azimut cualquiera.
  - Proyección de caída. Que proyecta las posiciones futuras de la nave según la razón de caída que se está empleando (ROT). Esta indicación se presenta en las escalas de muy corta distancia y es de gran utilidad para controlar la razón de caída en lugares estrechos.

Evidentemente, los radares y sistemas que se encontrarán a bordo pueden ser diferentes, en cuanto a los medios de ayuda a la navegación que proveen y a su operación. Por ellos, el navegante debe establecer como una de sus prioridades conocer detalladamente los radares a su disposición y aprender a obtener de estos su máximo rendimiento.

**PRIMERA PARTE**

**FUNCIONAMIENTO DEL RADAR.**

**A.- 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**

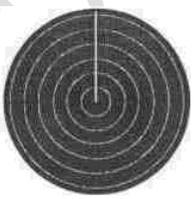
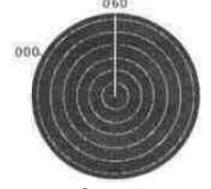
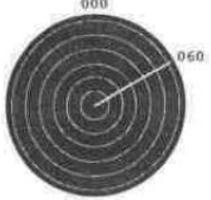
- a. Suministra poder a la pantalla y antena
- b. Suministra poder al transmisor y receptor
- c. Cambiar el sistema de la condición de stand-by a la condiciones de operación.

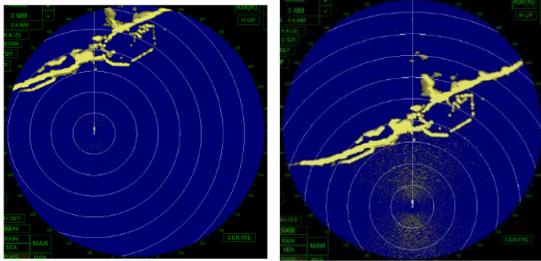
**3.- Controles para encender el equipo**

	<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>

<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="background-color: black; color: green; padding: 2px;">HDG</td> <td style="background-color: black; color: green; padding: 2px;">000.1°</td> <td style="background-color: black; color: green; padding: 2px;">LOG W</td> </tr> <tr> <td style="background-color: black; color: green; padding: 2px;">STW</td> <td style="background-color: black; color: green; padding: 2px;">0.0 KT</td> <td style="background-color: black; color: green; padding: 2px;">LOG G</td> </tr> <tr> <td style="background-color: black; color: green; padding: 2px;">MANUAL</td> <td style="background-color: black; color: green; padding: 2px;">---. - KT</td> <td style="background-color: black; color: green; padding: 2px;">ECHO REF</td> </tr> <tr> <td style="background-color: black; color: green; padding: 2px;">ECHO REF</td> <td style="background-color: black; color: green; padding: 2px;">---. - KT</td> <td style="background-color: black; color: green; padding: 2px;">---. - °</td> </tr> <tr> <td style="background-color: black; color: green; padding: 2px;">NAV</td> <td style="background-color: black; color: green; padding: 2px;">124.6°</td> <td style="background-color: black; color: green; padding: 2px;">0.0 KT</td> </tr> <tr> <td style="background-color: black; color: green; padding: 2px;">LOG-W FWD</td> <td style="background-color: black; color: green; padding: 2px;">0.0 KT</td> <td style="background-color: black; color: green; padding: 2px;">(2-Axis) STBD</td> </tr> <tr> <td style="background-color: black; color: green; padding: 2px;">(2-Axis) STBD</td> <td style="background-color: black; color: green; padding: 2px;">0.0 KT</td> <td style="background-color: black; color: green; padding: 2px;">LOG-G FWD</td> </tr> <tr> <td style="background-color: black; color: green; padding: 2px;">LOG-G FWD</td> <td style="background-color: black; color: green; padding: 2px;">0.0 KT</td> <td style="background-color: black; color: green; padding: 2px;">(2-Axis) STBD</td> </tr> <tr> <td style="background-color: black; color: green; padding: 2px;">(2-Axis) STBD</td> <td style="background-color: black; color: green; padding: 2px;">0.0 KT</td> <td style="background-color: black; color: green; padding: 2px;">SET ---. - °</td> </tr> <tr> <td style="background-color: black; color: green; padding: 2px;">SET ---. - °</td> <td style="background-color: black; color: green; padding: 2px;">DRIFT ---. - KT</td> <td style="background-color: black; color: green; padding: 2px;">DRIFT ---. - KT</td> </tr> </table>	HDG	000.1°	LOG W	STW	0.0 KT	LOG G	MANUAL	---. - KT	ECHO REF	ECHO REF	---. - KT	---. - °	NAV	124.6°	0.0 KT	LOG-W FWD	0.0 KT	(2-Axis) STBD	(2-Axis) STBD	0.0 KT	LOG-G FWD	LOG-G FWD	0.0 KT	(2-Axis) STBD	(2-Axis) STBD	0.0 KT	SET ---. - °	SET ---. - °	DRIFT ---. - KT	DRIFT ---. - KT	<p><b>MANUAL:</b> Ajuste manual de la velocidad, al ocurrir fallas de los sensores.</p> <p><b>ECHO REF:</b> Referencia un eco de radar (SOG) (COG). Seleccionar el cursor sobre el eco.</p> <p><b>NAV:</b> Velocidad y rumbo dado por un sensor de navegación. (SOG) (COG)</p> <p><b>LOG W:</b> Velocidad corredera respecto al agua.</p> <p><b>LOG G:</b> Velocidad corredera respecto al fondo.</p> <p><b>SET / DRIFT=</b> ingresar manualmente la corriente.</p>
HDG	000.1°	LOG W																													
STW	0.0 KT	LOG G																													
MANUAL	---. - KT	ECHO REF																													
ECHO REF	---. - KT	---. - °																													
NAV	124.6°	0.0 KT																													
LOG-W FWD	0.0 KT	(2-Axis) STBD																													
(2-Axis) STBD	0.0 KT	LOG-G FWD																													
LOG-G FWD	0.0 KT	(2-Axis) STBD																													
(2-Axis) STBD	0.0 KT	SET ---. - °																													
SET ---. - °	DRIFT ---. - KT	DRIFT ---. - KT																													

#### 4.- Ajustes de presentación

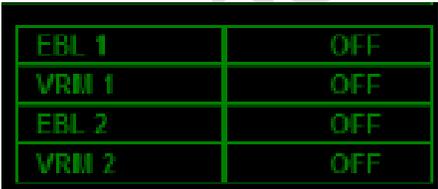
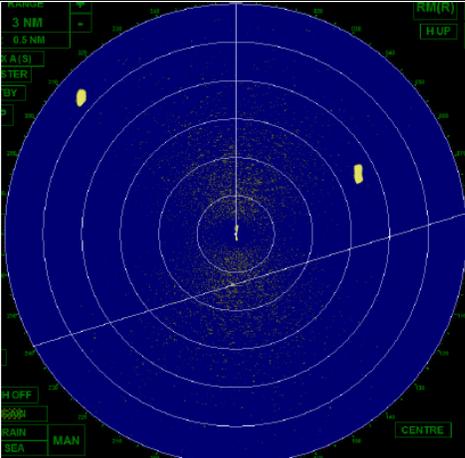
<p>H UP (Head-Up) = Siempre se muestra la proa del barco verticalmente hacia arriba, indicando movimiento hacia adelante.</p> <p>N UP (North-Up) = Siempre se muestra el norte verdadero verticalmente hacia arriba. Corresponde al 000° en la parte superior Una línea indicará el rumbo del barco.</p> <p>C-UP (Course-Up) = En la parte superior se muestra el rumbo al cual se navega y en 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>H-UP</p>	 <p>C-UP</p>  <p>N-UP</p>					
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="background-color: black; color: white; padding: 2px;">RM(T)</td> <td rowspan="4" style="padding: 5px;"> <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> </td> </tr> <tr> <td style="background-color: black; color: white; padding: 2px;">RM(R)</td> </tr> <tr> <td style="background-color: black; color: white; padding: 2px;">RM(T)</td> </tr> <tr> <td style="background-color: black; color: white; padding: 2px;">TM</td> </tr> </table>	RM(T)	<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>	RM(R)	RM(T)	TM		
RM(T)	<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>						
RM(R)							
RM(T)							
TM							

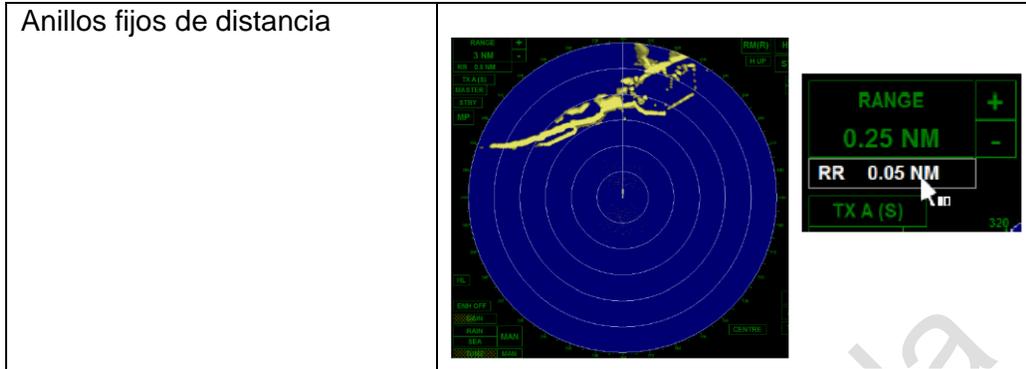
<p><b>TM (True Motion)</b>= El buque propio se mueve en el video en la dirección del rumbo. Los contactos estacionarios, como la costa, quedan fijos.</p>	
	<p><b>GAIN</b>= Ganancia (amplifica la señal),  <b>Sintonía (TUNE)</b> (mejorar el entorno del eco)  <b>MAN</b> manual  <b>AFC</b> = Control automático de frecuencia  <b>Clutter</b> (Ganancia personalizada) en receptor. <b>RAIN</b>= Lluvia ; <b>SEA</b>= 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.  <b>MAX VIEW</b>  <b>CENTRE</b> Máxima visión</p>
	<p><b>Pulso:</b>  <b>SP</b> = Pulso corto. Bajo 3 millas  <b>MP</b> = Pulso medio.  <b>LP</b> = 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>

T VECTORS	10.9 MIN
T TRAILS	SHORT 30 SEC
RES	
SHORT	OFF
LONG	OFF
PERM	OFF
OFF	OFF

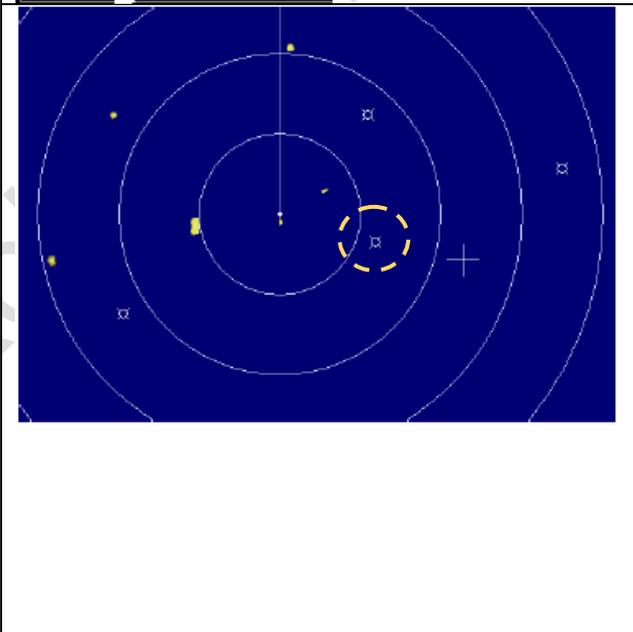
**Modo TRAILS=** Registra el movimiento relativo o verdadero de los contactos, con intervalo de tiempo que depende de la escala del radar y si es SHORT o LONG Ej.: escala 3 millas, SHORT cada 30 seg. y LONG cada 90 seg. TRAILS - HIDDEN permanece oculto el registro.

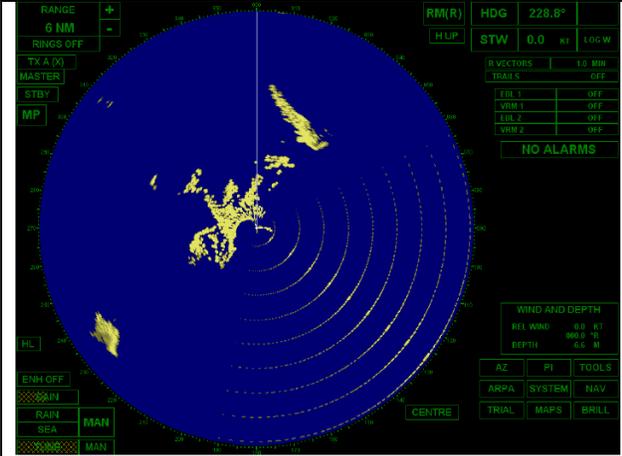
### 5.- Controles para mediciones de distancia y distancia

<p>Cursor</p> <p>EBL1: Electronic Bearing Line VRM1: Variable Range Marker 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>	



### 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 un 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>

### B.- 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 del operación

## SEGUNDA PARTE

### USO DEL RADAR PARA UNA NAVEGACIÓN SEGURA

#### A.- 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.

## B.- 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 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.

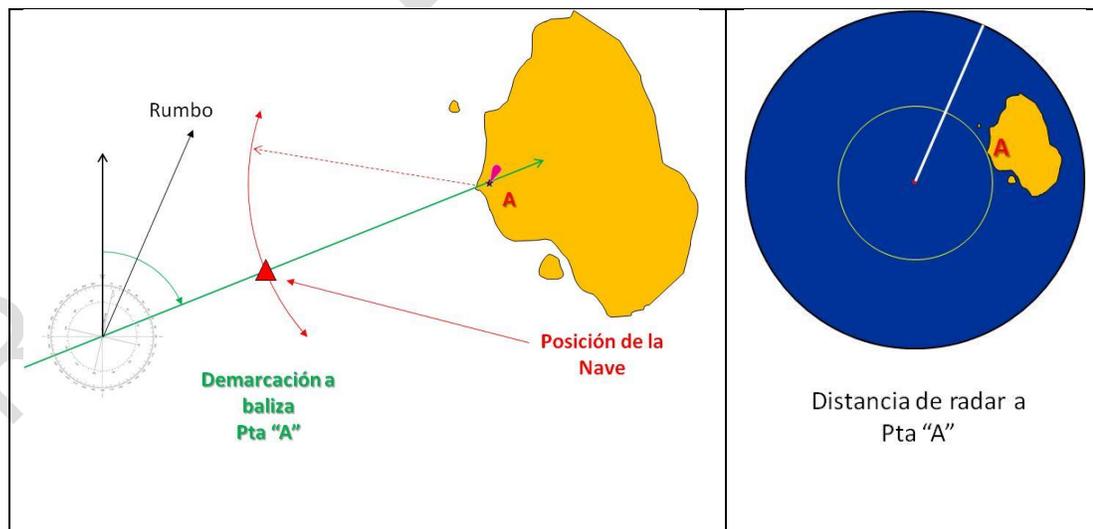


Fig. N° 1 "Situación por una demarcación visual y distancia de radar"

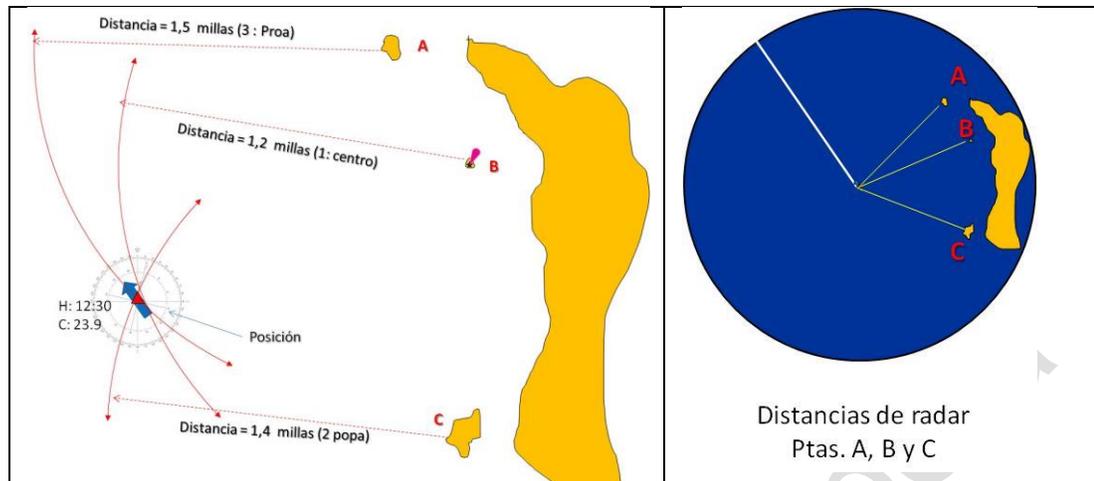


Fig.: N° 2 "Situación por distancias de radar"

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

En la Figura 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 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.

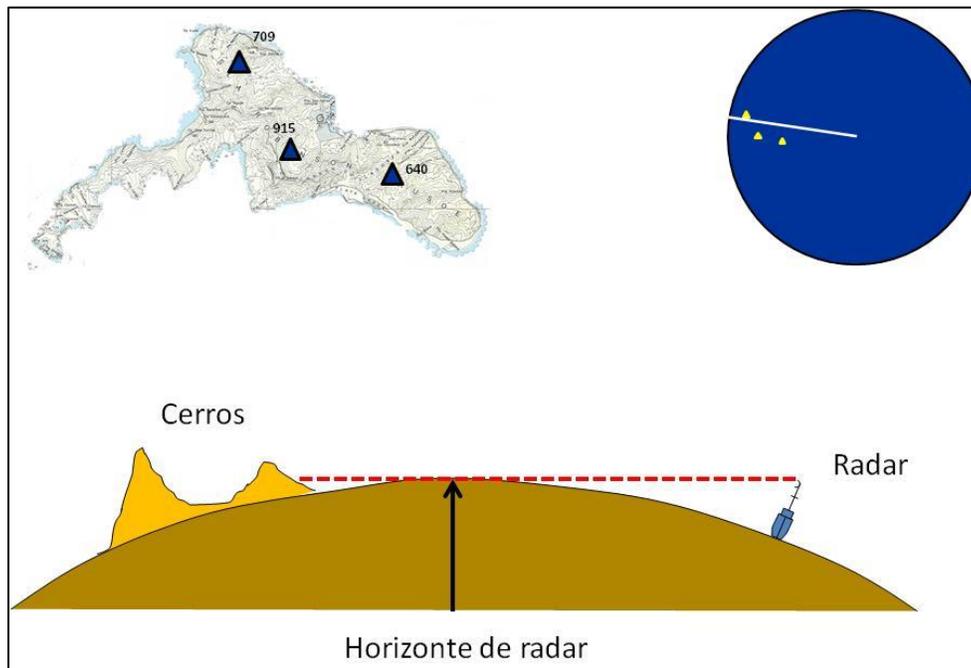


Fig.: N° 3 "Situación a larga distancia de costa"

En la Figura 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, 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.

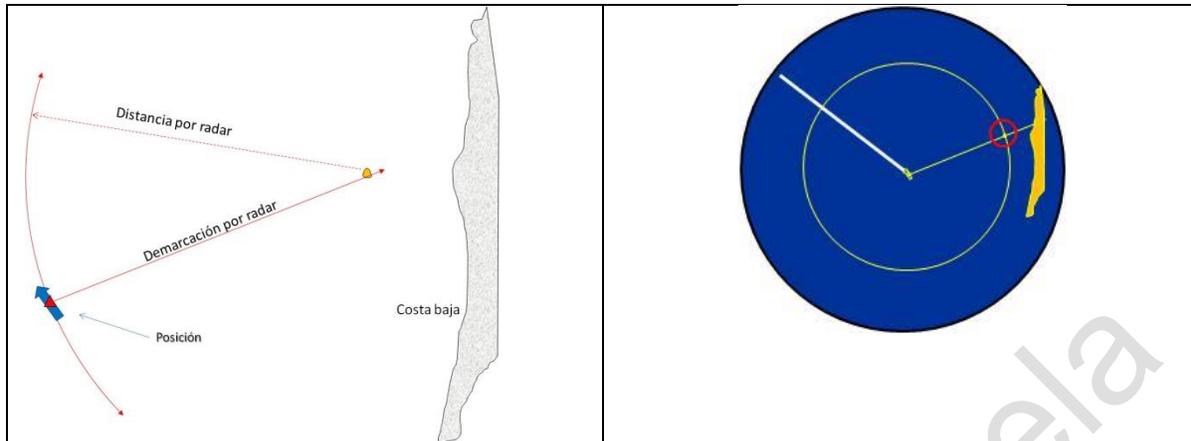


Fig.: N° 4 "Situación por demarcación y distancia por radar"

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

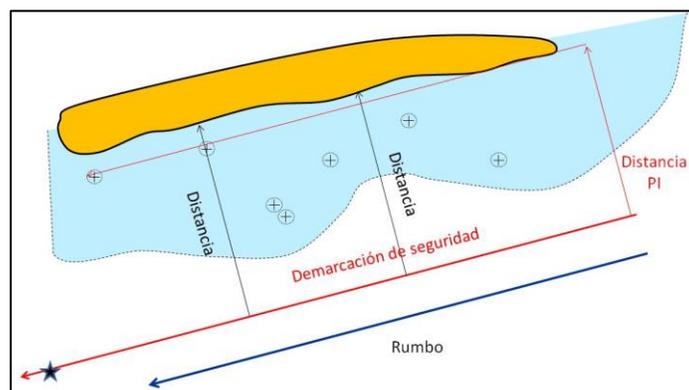
Un buque que navega a lo largo de una costa relativamente recta y sin accidentes notables, puede que no pueda obtener situaciones exactas por radar, posiblemente debido a poca reflexión de la costa o simplemente porque no hay puntos identificables.

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 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° 5 "Distancia de radar por distancias límites".



### C.- Empleo del radar en pilotaje.

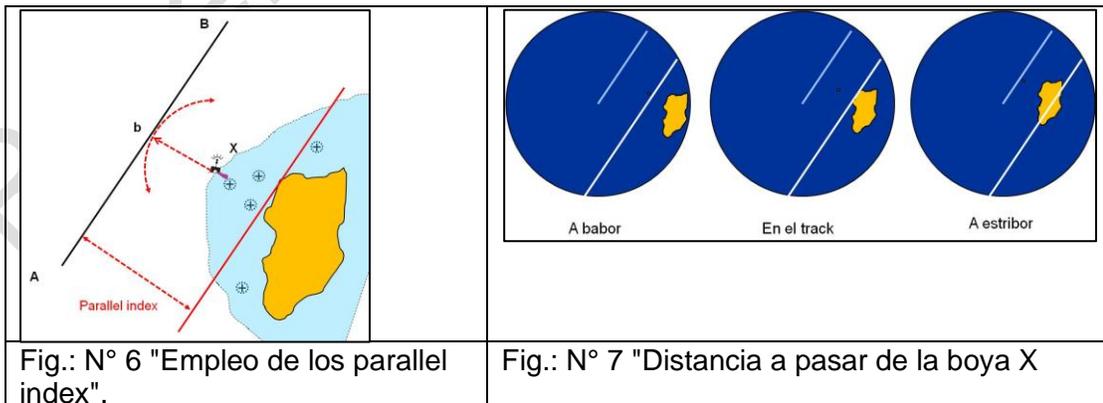
La técnica más exacta es la conocida como la de los índices paralelos (PI), que consiste en línea que se pueden orientar y descentrar del monitor. Adicionalmente existe un cursor giratorio grabado con líneas de índice paralelas, que se orienta según el PI. También es necesario que se encuentre la indicación 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 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 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 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 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>1</sup> y la traslación<sup>2</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>1</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>2</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.

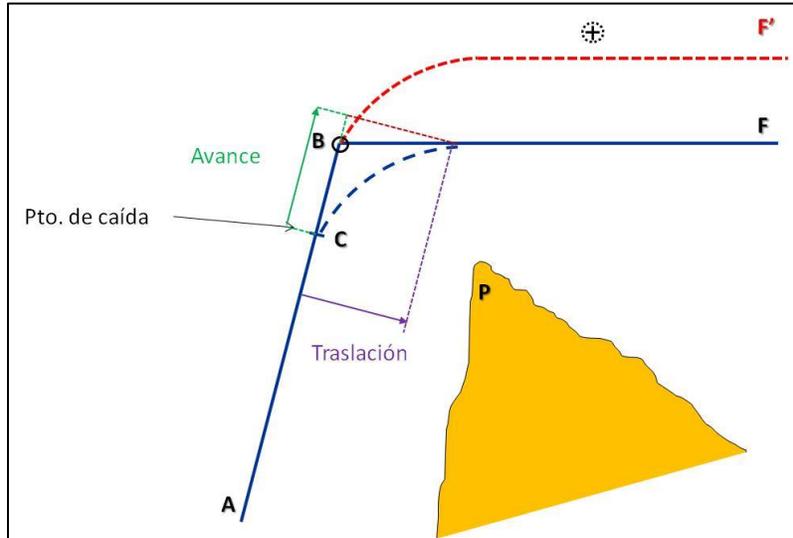


Fig.: N° 8 "Cambio de rumbo"

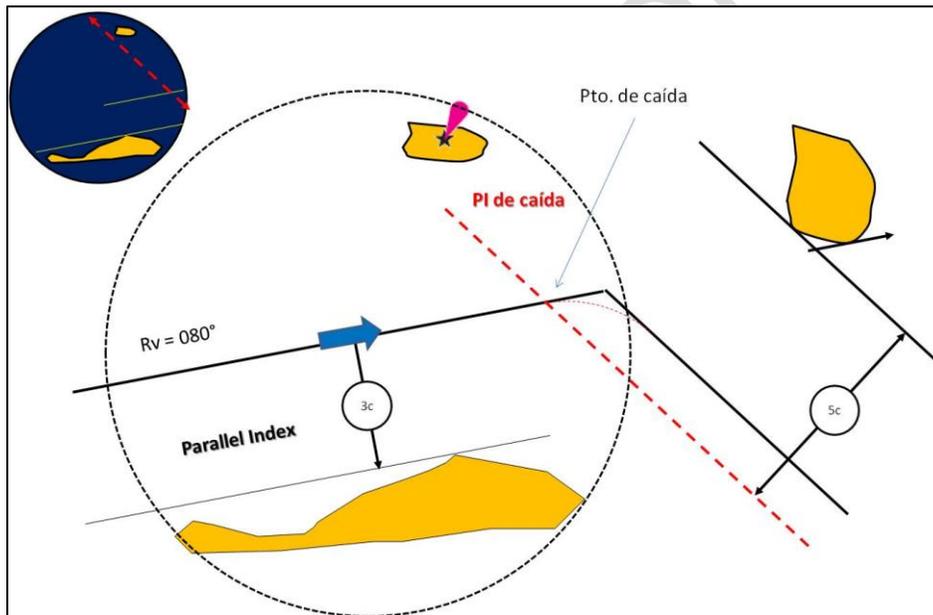


Fig.: N° 9. "Uso del paralelo de caída"

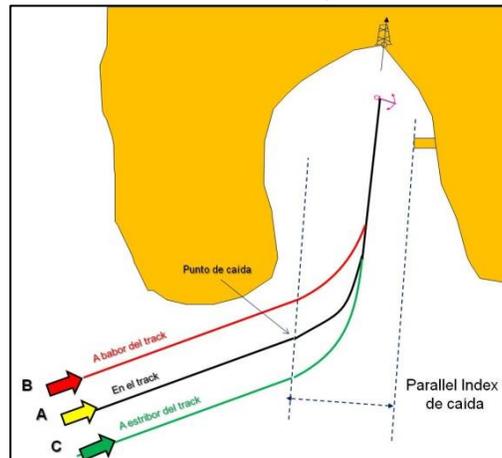
Cuando se emplea el paralell index para las caídas, el piloto debe seleccionar un objeto notable en el radar, fuera del track hacia el cual se intenta cambiar el rumbo.

En la figura 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 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° 10 "Empleo del parallel index en situaciones fuera de track"



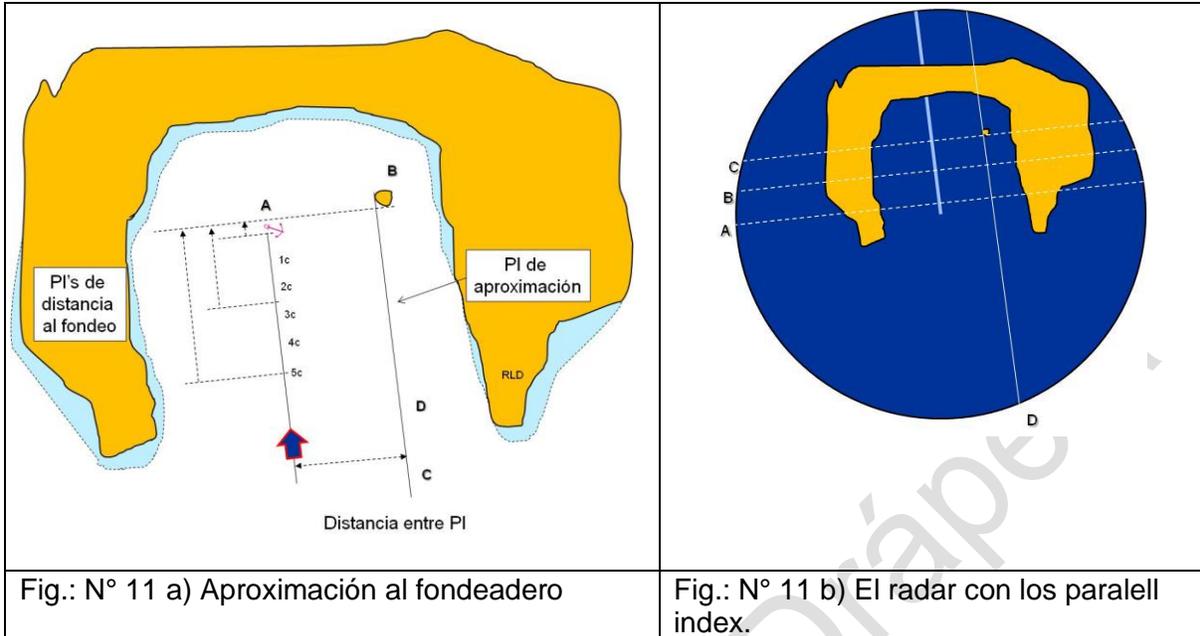
#### 4.- Tomar fondeadero.

La figura 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 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").

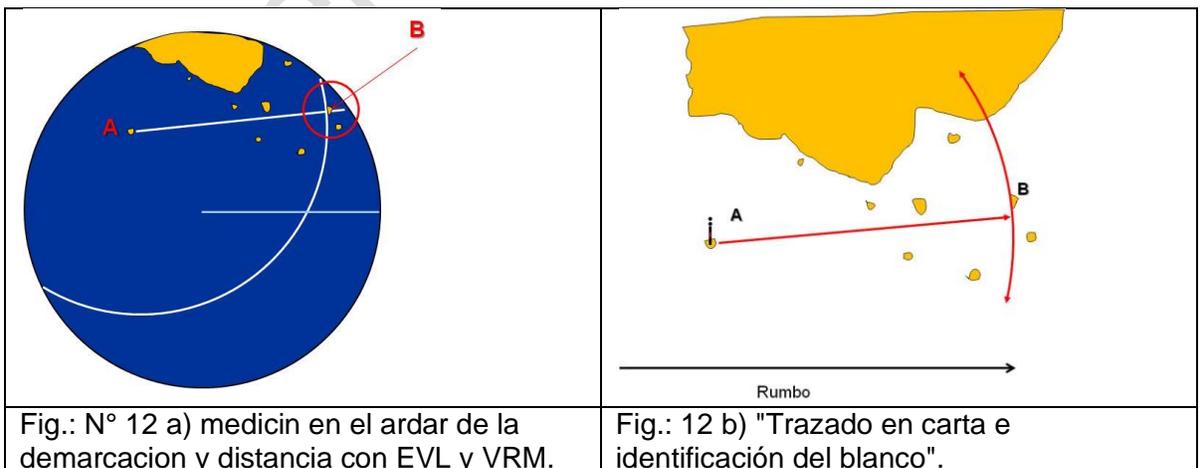
El parallel "B" corresponde a 2,5 cable y el "A" indicará en el "punto".



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

En la figura 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 12 b), se ubica el punto de referencia (A) y se traza los datos obtenidos del radar, identificando así el blanco desconocido (islote B").



#### **D.- 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 aun 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.

## **E.- 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.

### C.- 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 (AFC)
  - 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.- Mantenición 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 contacto (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