

Patrón de Yate

NAVEGACIÓN TEORÍA

3.1.- ESFERA TERRESTRE: DEFINICIONES DE EJES, POLOS, MERIDIANOS, PRIMER MERIDIANO, ECUADOR Y PARALELOS. CONCEPTO DE LATITUD Y LONGITUD

3.1.1- Esfera terrestre: ejes, polos, meridianos, primer meridiano, ecuador y paralelos

Hasta hace unos años se consideraba aplanada por los polos. Este aplanamiento es considerado de **21,4 kilómetro en cada polo** al dar de medidas el diámetro mayor (ecuatorial) **12.756,5 kilómetros** y el menor (polar) de **12.713,7 kilómetros**. De todas maneras, **para efectos de cálculos de navegación, cartas marinas etc. se la considera una esfera** al ser su irregularidad muy pequeña en comparación con sus dimensiones (Fig.3.1).

- a) **EJE Y POLOS:** el *eje* es el **diámetro alrededor del cual gira**. Sus extremos se denominan **POLO NORTE (PN)** y **POLO SUR (PS)**.
- b) **ECUADOR:** El la **circunferencia máxima (12.756,5 Km. de diámetro)** perpendicular al eje. Divide a esta en dos partes iguales denominadas **HEMISFERIOS** de donde uno se denomina **hemisferio NORTE** y el otro **hemisferio SUR**.
- c) **PARALELOS:** son circunferencias menores paralelas al Ecuador. Hay **infinitos** paralelos pero merecen especial atención los **separados del Ecuador y de los Polos 23º-27'** (declinación máxima del sol 23º- 27').

Los separados por el **ECUADOR:**

- **TRÓPICO DE CÁNCER en el hemisferio NORTE**
- **TRÓPICO DE CAPRICORNIO en el hemisferio SUR**

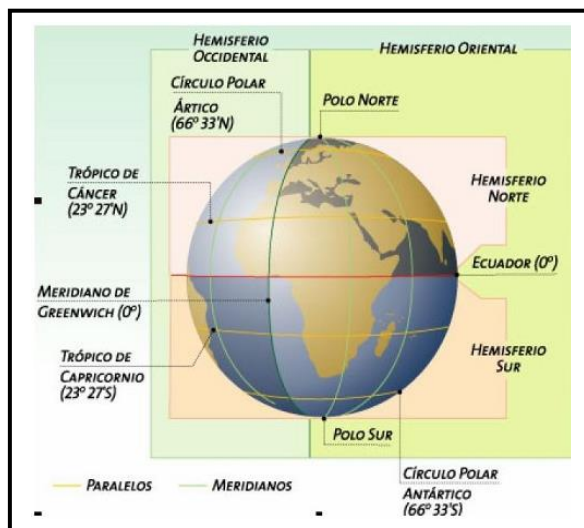
Los separados por los **POLOS:**

- **CIRCULO POLAR ÁRTICO en el polo NORTE**
- **CIRCULO POLAR ANTÁRTICO en el polo SUR**

- d) **MERIDIANOS:** son **circunferencias máximas que pasan por los POLOS**, son por lo tanto **perpendiculares al ECUADOR**. Hay **infinitos** (uno por cada lugar donde nos encontremos) meridianos pero cabe destacar dos:

- **MERIDIANO DEL LUGAR:** es el meridiano que **pasa por el lugar donde nos encontremos** (ocurre igual con los **PARALELOS**). Este meridiano está dividido en dos semicircunferencias una llamada **MERIDIANO SUPERIOR** (donde se encuentra el lugar) y otra llamada **MERIDIANO INFERIOR**
- **MERIDIANO DE GREENWICH o PRIMER MERIDIANO** su objeto es únicamente el de tomar un punto de partida. También se le denomina **MERIDIANO CERO**. A su **antimeridiano** se le conoce también como **MERIDIANO DE LOS 180º**

Fig.3-1



3.1.2.- Concepto de latitud y longitud

Todo punto en la esfera terrestre viene determinado por su **latitud** y su **longitud**.

Estas medidas se dan en **arco (grados)** y equivalen a las medidas de los ángulos (Fig.-2-2) medidas en el centro de la tierra, en el plano del **ecuador**, empezando a contar desde el **meridiano de Greenwich** y en el plano del **meridiano del lugar**, contando desde el **ecuador**.

- **LATITUD:** es *el arco del meridiano del lugar contado desde el ecuador hasta el paralelo del lugar* o lo que es lo mismo *hasta el lugar*. Su símbolo es ***l* o *lat.***
 - Los polos tienen **latitud 90°**
 - Se mide a partir del ecuador y puede ser **NORTE** o **SUR** (según el hemisferio)
 - Nunca medirá más de 90°
 - Las **latitudes NORTES** tienen símbolo (+) y las **latitudes SUR** símbolo (-).
 - Todos los puntos situados en el **ecuador** tienen **latitud 0°**

Latitud media de dos puntos es la **semisuma algebraica de sus latitudes**

Ejemplo

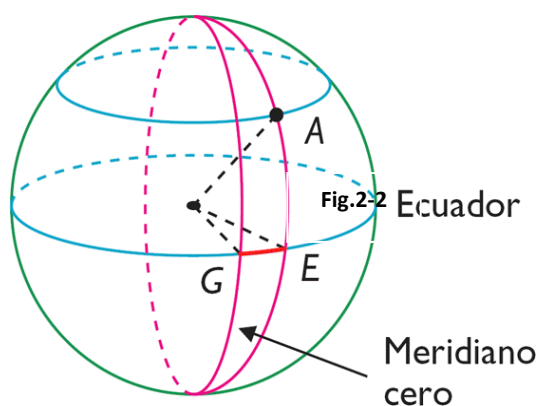
Punto A lat. 40° N y punto B lat. 20° N

$$40 + (+20) / 2 = 30 = \mathbf{30^\circ N}$$

Punto A lat. 30° N y punto B lat. 40° S

$$30 + (-40) / 2 = -5 = \mathbf{5^\circ S}$$

- **LONGITUD:** es *el arco del ecuador contado desde el meridiano de Greenwich hasta el meridiano del lugar*. Su símbolo es ***L***
 - Se mide de **0° a 180° Este u Oeste** según sea **derecha** o **izquierda** del primer meridiano (Greenwich).
 - Para los cálculos el **OESTE (W)** es + y el **ESTE (E)** son -. Los puntos que estén en el mismo meridiano **tienen la misma longitud**.
 - La **longitud de Greenwich** es **0°**
 - Los puntos de intersección del primer meridiano y el ecuador tiene longitud y latitud **0°**.



DIFERENCIA DE LATITUD Y LONGITUD ENTRE DOS LUGARES

La diferencia de **LATITUD** entre dos lugares (**Δl**) es la **medida del arco de un meridiano entre los paralelos de dichos lugares**. Matemáticamente es la **diferencia algebraica** de las dos latitudes.

Ejemplos: $l_A = 30^\circ N$ $l_B = 20^\circ N$ la diferencia $(+30) - (+20) = \mathbf{10^\circ}$

$l_C = 30^\circ N$ $l_D = 20^\circ S$ la diferencia $(+30) - (-20) = \mathbf{50^\circ}$

La **diferencia de LONGITUD** entre dos lugares (**ΔL**) es la **medida del arco del arco de ecuador entre los meridianos de dichos lugares**. Matemáticamente es la **diferencia algebraica** de las dos longitudes.

3.2.- CORRECCIÓN TOTAL

3.2.1.- Definición de Corrección total

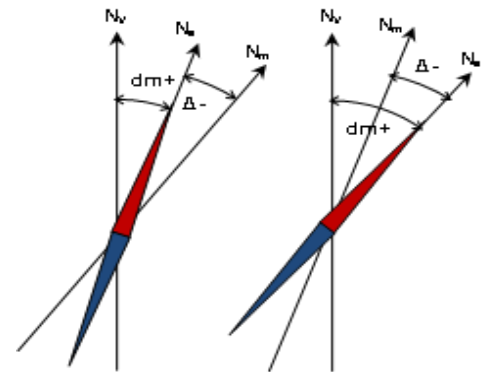
La *corrección total* de la aguja es la *suma algebraica de la declinación magnética y el desvío*

$$Ct = dm + \text{desvío}$$

3.2.2.- Formas de calcular la Corrección Total

a) Declinación magnética y desvío de compas

La aguja se orienta con el *meridiano magnético del lugar*, el cual generalmente *no coincide con el meridiano geográfico*. El *ángulo formado por estos dos meridianos se denomina declinación magnética (dm)*, en algunos sitios se le denomina *variación local (VI)* sobre todo en las cartas extranjeras.



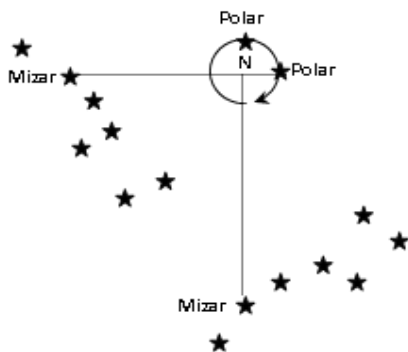
La *variación* o *declinación* que interesa es la del *lugar (VI)* y esta puede ser el *Este (E) con signo más* o hacia el *Oeste (W) con signo menos* y se le denomina

- NE : cuando es (+)
- NW: cuando es (-)

Ejemplo: si una aguja marca el rumbo 015º verdadero (suponiendo que solo este influenciada por el campo magnético terrestre), la declinación magnética de ese lugar es de 15º NE (+), si por el contrario la aguja marcara 345º verdadero la declinación de ese lugar sería de 15º NW (-). Esto quiere decir que el meridiano magnético esta desviado con respecto

b) De la Polar

Es muy importante el tomar la corrección unas *dos o tres veces al día* con enfilaciones o demoras. La estrella *polar* está *muy próxima al polo Norte* llegando a tener un error máximo de **2º** en más o menos (fig.3.2.1), ya que describe un pequeño círculo alrededor del polo. Esto hace que el cálculo sea *aproximado* pero *muy práctico para la comprobación del funcionamiento de la aguja*.



Al tomar el azimut (demora) se realiza con la aguja y aplicando:

$$Zv = Za + Ct ; Ct = Zv - Za$$

Al considerar que la *polar* está prácticamente en *Norte verdadero* $Zv = 0$ por lo que:

$$Ct = Zv - Za = 0 - Za = - Za \text{ luego:}$$

$$Ct = - Za$$

Por lo que un azimut de aguja obtenido de la polar marca N15E (es decir 15º) la corrección será **-15º**

c) Enfilaciones u oposiciones

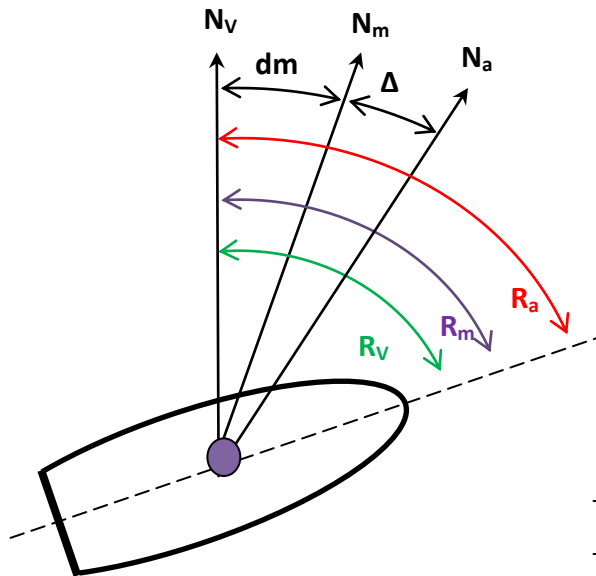
Una *enfilación* es la *línea visual que une dos objetos o marcas a la vez que pasa por el ojo de observador*, en la *carta* corresponde a *la línea que pasa por dos marcas representadas en ella*. Es muy importante es que el *objeto posterior o más lejano esté a la misma o a mas altura que el anterior* (de lo contrario quedaría oculto), al igual que deben estar *lejanos y separados entre sí* para que en caso de error de *tiempo a tomar de nuevo una nueva demora*. Para tomarla a través de *una carta* se traza una línea que una las dos marcas y se mide con el transportador la *demora verdadera* esperando a pasar por dicha enfilación se procede a la corrección (con las oposiciones se actúa de la misma manera):

$$Ct = Dv - Da$$

3.3.- RUMBOS

3.3.1.- Definiciones de rumbos: verdadero, de superficie y efectivo

- **RUMBO VERDADERO:** ángulo que forma la dirección de la *línea proa-popa con el meridiano del lugar* (el representado en las cartas náuticas).
- **RUMBO MAGNÉTICO:** ángulo que forma la dirección de la *línea proa-popa con el meridiano magnético del lugar*. Su *diferencia* con el *verdadero es la declinación magnética*.
- **RUMBO DE AGUJA:** ángulo que forma la dirección de la *proa con la línea NORTE-SUR de la aguja*. Su *diferencia* con el *verdadero es la corrección total (dm + Δ)* y del *magnético en el desvío (Δ)*.



$$R_v = R_a + (\pm dm) + (\pm \Delta)$$

Como $C_t = (\pm dm) + (\pm \Delta)$ y $R_m = R_a + \Delta$

$$R_v = R_a + C_t$$

$$R_a = R_v - C_t$$

- Rumbo de Superficie. Ver apartado 3.3.2
- Rumbo efectivo: Ver apartado 3.3.2

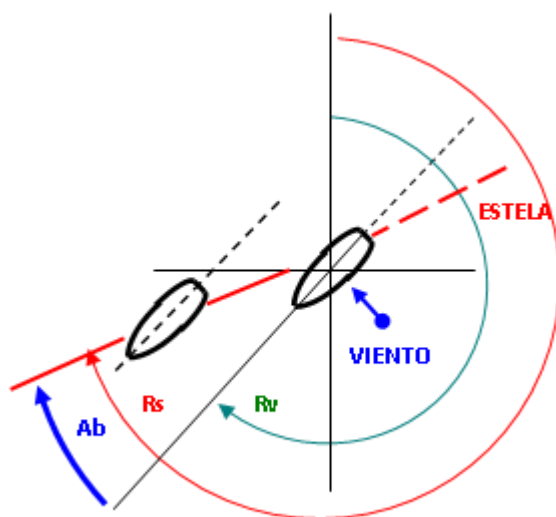
3.3.2.- Conceptos de abatimiento y deriva

ABATIMIENTO: es el *ángulo que forma la línea proa-popa del barco con la dirección de su movimiento sobre la superficie del mar* (se representa por Ab).

Este fenómeno es causado por la acción del **viento sobre el costado y las superestructuras** del buque, haciendo que la **derrota que sigue no coincida con el rumbo que en realidad se lleva**.

Al desplazarse el buque **en una dirección distinta de la proa su velocidad varía** acusándose esta en su **corredera**.

El abatimiento supone una variación del rumbo ajena a la aguja, menos cuando el viento se recibe por proa o popa. Este rumbo, que realmente lleva el buque y que se denomina **rumbo de superficie**, es el **ángulo que forma la dirección de su marcha con la del meridiano verdadero del lugar**.



$$R_s = R_v \pm \text{Abatimiento}$$

Ejemplo:

Situados en Punta Carnero, deseamos llegar a Punta Almina, calcular el Ra, sabiendo que existe un viento de levante que nos abate 5° ($dm = 4^\circ \text{ NW}$ y $\Delta = 1^\circ \text{ NE}$).

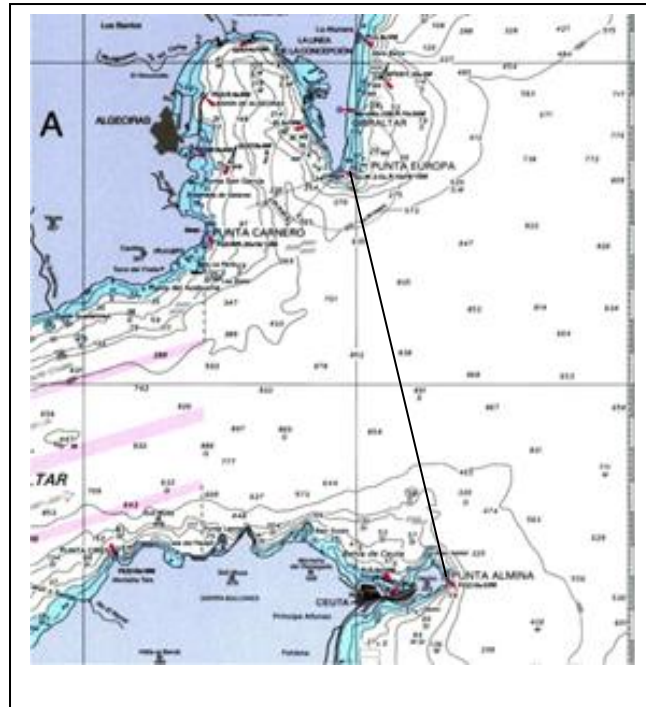
1. Trazamos el rumbo que une ambos puntos, el cual es considerado como R_s (es el rumbo que tendremos que llevar para poder arribar al punto requerido). En este caso $R_s = 151^\circ$
2. Averiguamos que signo tiene el abatimiento. En este caso será positivo ya que abate a estribor.
3. Calculamos el R_v , partiendo de la fórmula:

$R_s = R_v + \text{Abatimiento}$, sustituyendo:

$$151^\circ = R_v + 5 ; R_v = 151 - 5 = 146^\circ$$

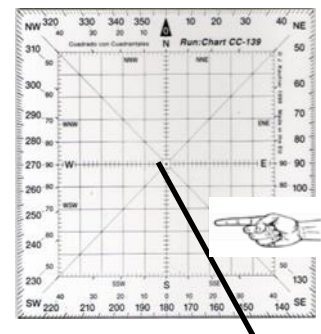
4. Conociendo R_v y C_t ($C_t = -4 + 1 = -3$):

$$R_a = 146^\circ - (-3^\circ) = 149^\circ$$



Una manera práctica de conocer el abatimiento es situar sobre el transportador el portaminas, bolígrafo etc., señalando con un extremo del mismo el rumbo de superficie calculado, en el ejemplo anterior 151° .

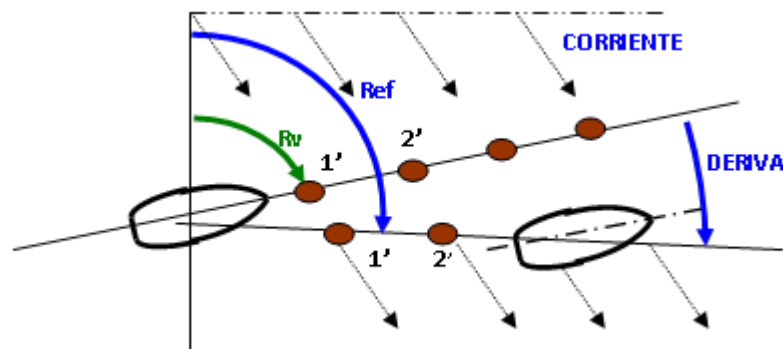
A continuación empujamos el portaminas en función del rumbo del viento, hay que recordar que el viento es de donde viene y no hacia dónde va, por lo que en nuestro ejemplo tendremos que desplazarlo desde el Este, por lo que vemos que el portaminas avanza en el sentido de las agujas del reloj, en este caso el abatimiento es **POSITIVO**. Si por el contrario, observamos que avanza en sentido contrario a las agujas del reloj, el abatimiento será **NEGATIVO**



DERIVA: Cuando se navega en el seno de una corriente el buque sigue **una derrota resultante por una parte del rumbo y de su velocidad, y por otra la de la velocidad y rumbo de la masa de agua en la que flota y lo transporta.**

A esta resultante se le denomina **rumbo efectivo** (o eficaz) Fig. 10.18, y a esa velocidad: **velocidad efectiva la cual no es marcada** por la corredera ya que esta marca V_m .

El ángulo que forma el rumbo efectivo con el que el buque debería de seguir en el caso de que no existiese corriente se denomina **deriva**, que es igual al ángulo que sigue la dirección del buque con relación a la superficie y al fondo del mar.



3.4.- PUBLICACIONES NÁUTICAS

3.4.1.- Avisos a los navegantes

Editados *semanalmente* son las *últimas novedades surgidas de interés para los navegantes*. Autoridades Marítimas tanto nacionales como extranjeras, Autoridades Portuarias, Marina de Guerra, y los propios navegantes facilitan estas informaciones. Tienen por *objeto mantener al día las publicaciones del IHM* (Libros de Faros, cartas, Derroteros, Libros de radioseñales, etc. Incluye avisos sobre ejercicios de tiro o de maniobras navales, etc.)

Los más *importantes son radiados todos los días por las estaciones EE.CC.* hasta que estén *suficientemente divulgados*, hasta que *desaparezcan las causas* o hasta que *aparezcan editados* en los fascículos de “**AVISOS A LOS NAVEGANTES**”.

TIPOS

- A. **RADIO AVISOS NAVAREA III:** Son *avisos de largo alcance*, de los que España es país coordinador y corresponden al Área II, que abarca todo el Mediterráneo (todos los océanos y mares se dividen en 16 áreas). Se reciben en IHM que los remite una vez traducidos y ordenados a la *Estación Radionaval en Madrid que a su vez los transmite en diferentes horarios, modos y frecuencias según sean RECIENTES o MUY RECIENTES*
- B. **RADIO AVISOS NÁUTICOS COSTEROS:** Son transmitidos en inglés y español, igualmente, por las estaciones costeras de CTNE bien desde el Centro Nacional de Comunicaciones Radio marítimas (DIANA) o por el Centro Regional de Comunicaciones Radio marítimas de Las Palmas *según corresponda a la Península o a las Islas Canarias*. Según su *interés y urgencia* se clasifican en:
- **VITALES:** Se transmiten en *cuanto se reciben y al final del primer periodo de silencio* tras su recepción
 - **IMPORTANTES:** Se transmiten *al final del primer periodo de silencio* tras la recepción
 - **PARA EMISIÓN PROGRAMADA:** Se transmiten a *las horas que se indican para cada estación en el Libro de Radioseñales*.
- C. **RADIO AVISOS NÁUTICOS LOCALES:** Son de *interés limitado a la navegación local* y que pueden no afectar a los buques en tránsito.

Los avisos **VITALES e IMPORTANTES** se radian en las **frecuencias de trabajo** previo aviso en **500 y 2.182** (frecuencias de llamada v socorro en fonía v grafía)

AVURNAVES (Avisos URgentes a los NAVegantES)

Revisten *carácter urgente por tratarse de peligro inminente*. Se radian en frecuencias que figuran en el Libro de Radioseñales previo *aviso en Canal 16 y van precedidas de la señal de SECURITE*.

3.4.2.- Correcciones de las cartas y derroteros

- A) **CORRECCIONES DE LAS CARTAS:** Periódicamente el IHM edita una publicación denominada “*Catalogo de Cartas Náuticas y Otras Publicaciones*” donde aparecen las Cartas generales y en las páginas siguientes se subdividen abarcando zonas menores reflejándose mediante recuadros las correspondientes cartas y su número, junto a otra información como escala, fecha de publicación, etc. Otras publicaciones a que hace referencia son los Derroteros, Libros de faros, Libro de Radioseñales, cartas especiales: Consol, Decca, Loran, Omega, etc

Es **fundamental tener las cartas actualizadas y para ello se puede hacer con los Avisos a los Navegantes** (donde detallan variaciones que afecten a la navegación como variaciones en las sondas, naufragios, boyas desaparecidas o nuevas, cambio de ritmo de faros o radiofaros, etc.) o con los **avisos radiados**. Cuando una parte pequeña de la carta ha sufrido una importante transformación se adjunta en el **aviso dicho trozo llamado Aviso Gráfico para pegarlo en la carta**.

- B) DERROTOS:** Son libros editados por el Instituto Hidrográfico de la Marina (Cádiz) que abarcan las costas españolas. El almirantazgo inglés edita el de todo el mundo. En estos libros **se encuentran datos interesantísimos para todo marino, sobre todo datos referentes al reconocimiento de las costas**.

Comienzan con unos **resúmenes de los vientos, climas** y demás elementos meteorológico de las diferentes regiones costeras, además de **perturbaciones magnéticas, estaciones de salvamentos** etc...A continuación se reflejan ordenadamente cuantos datos presentan la costa y sus inmediaciones, **puertos, servicio de los mismos, corrientes, enfilaciones, fondeaderos, peligros, balizas, señales especiales de los puertos....** Intercalando fotografías o dibujos para reflejar los perfiles, alturas y denominaciones.

3.6.- RADAR

3.6.1.- Que es y para qué sirve

El RADAR (Radio Detection and Ranging) es aparato electrónico que hoy por hoy es muy útil la ayuda para la navegación siendo su utilización muy útil sobre todo cuando se navega con algún tipo de visibilidad reducida o en las entradas a puertos bahías y sobre todo de noche.

Los avances tecnológicos han hecho que hoy por hoy este equipamiento sea posible en las pequeñas embarcaciones de recreo debido a la reducción de sus precios

Su funcionamiento está basado en la emisión de unas señales (ondas electromagnéticas) que son reflejadas o **devueltas cuando chocan contra un blanco** (buque, costa, etc...). Estas señales son enviadas en una dirección y cuando son reflejadas lo hacen en la misma dirección, lo que se denomina **propiedad de la directividad**. Por lo tanto resulta muy útil tanto para poder comprobar los buques que navegan en nuestro entorno (distancia, rumbo, demora, marcación) como para medir distancias, a los referidos buques o a puntos determinados de la costa.

Consta de un transmisor emite un impulso de radiofrecuencia que se propaga a la velocidad de la luz (300.000 Km. por segundo) y cuando encuentra un objeto (*blanco*) se refleja y vuelve, este eco es recogido en la antena que la envía al receptor el cual una vez amplificado lo envía a una pantalla. La **distancia** la calcula al dividir el tiempo que transcurre desde el envío de la señal hasta que esta es de nuevo recogida por dos.

Observando los diferentes blancos podemos conocer, en caso de buques en movimiento, su **distancia** y el **rumbo** que estos llevan en relación al nuestro.

3.6.2.- Comprensión de los ajustes necesarios para una óptima visualización (sintonía, ganancia, perturbaciones de mar y lluvia)

- A. **Ajuste de sintonía (Tune):** Se utiliza para **sintonizar el receptor a la frecuencia exacta del transmisor**. Aunque es posible hacerlo manualmente siempre es **recomendable tenerlo en automático** ya que el automático ajusta el receptor a cada impulso que se transmite, lo que es casi imposible conseguir con el ajuste manual.
- B. **Ajuste de ganancia (Gain):** en este caso lo que **se ajusta es la sensibilidad del receptor**. Hay que **tener cuidado con este ajuste** ya que a más sensibilidad se aumenta el ruido pudiéndose así perder los ecos más débiles y si le damos poca ganancia se corre el riesgo de perder los grandes blancos. Se utiliza en caso de lluvia para poder limpiar la pantalla.
- C. **Perturbaciones de mar y lluvia:** se trata de dos ajustes con los que hay que tener bastante cuidado ya que al actuar sobre él se reduce la amplificación lo que puede traducirse en eliminar los ecos, sobre todo de embarcaciones pequeñas.
 - a) **Ajuste perturbaciones de mar (SEA-CLUTTER):** se realiza con objeto de eliminar los ecos producidos **por las olas** en distancias cortas que es donde se produce la mayor interferencia siendo efectivo aproximadamente hasta 4 millas. Para un funcionamiento correcto se debe ajustar de forma que los ecos desaparezcan casi en su totalidad por sotavento permaneciendo así los mínimos en barlovento. En ciertos equipos los ajustes se producen de manera automática.
 - b) **Ajuste perturbaciones de lluvia (RAIN- CLUTTER):** son fáciles de determinar ya que son bastantes más débiles que los de las embarcaciones, no obstante a veces debido a su gran intensidad **puede enmascarar los blancos que se encuentren dentro del chubasco**. Los radares disponen de un filtro para amortiguar este efecto consistente en discriminar los ecos recibidos con menos intensidad dispersando así los recibidos con menos. Estos efectos son producido por la lluvia, granizo y nieve, pero **la niebla no produce alteraciones en la pantalla** y solo limita el alcance.

3.6.3.- Distancias y marcaciones en el RADAR. Su empleo como líneas de posición.

- A. **DISTANCIAS**: se pueden medir con los anillos fijos, pero en este caso hay que tener en cuenta la separación entre anillos. Otra manera de medir distancia es con los **VRM** (Anillos de Distancia Variable). Una vez ajustado el anillo y situado encima del blanco que queremos medir en la misma pantalla se lee en millas la distancia exacta a la que tenemos dicho blanco.
- B. **MARCACIONES** : Para explicar y entender bien este concepto conviene conocer que el radar puede tener dos presentaciones diferentes teniendo cada una de ellas unas características diferentes en sus prestaciones:
- a) **Proa arriba (no estabilizada)**: en este caso la línea que une el icono del centro de la pantalla y que representa a la embarcación marcará siempre el 0º de la alidada que tiene el radar, lo que significa que **no seguirá los cambios de rumbos que realicemos** siendo los diferentes blancos que tengamos detectados en la pantalla los que efectúen el giro, siendo estos movimientos relativos ya que este tipo de representación es relativa. En este caso **solo podremos tomar marcaciones** a los puntos que deseemos a través del cursor **EBL** (tras pulsar la tecla EBL) que nos proporciona una línea la cual podremos girar y nos proporcionará los datos de la marcación.
 - b) **Norte arriba (estabilizada)**: en este caso el radar estará conectado al compás o a la giroscópica (si está al compás proporciona rumbo de aguja y a la aguja giroscópica rumbo verdadero). Con esta presentación si seguirá los cambios de rumbos y consecuentemente las medidas que proporcionara **serán siempre demoras verdaderas**.
- C. **EMPLEO COMO LÍNEAS DE POSICIÓN**: tanto en el caso de distancia como el de demoras o marcaciones estos datos tomados a través del radar pueden emplearse como líneas de posición, por lo que trasladándolo a la carta podremos saber cuál es nuestra situación en un momento dado.

3.6.4.- Conversión de la marcación radar en demora

Se desprende de lo desarrollado en el anterior punto que en el momento que se obtenga una marcación esta podrá convertirse en demora conociendo el rumbo aplicando la fórmula que ya conocemos de:

$$Dv = Rv \pm M$$

3.7.- GNSS

3.7.1.- Que es y para qué sirve un equipo GNSS

GNSS (*Global Navigation Satellite System*) o **SSNG** (*Sistema Satelitales de Navegación Global*) son los acrónimos que se utilizan para agrupar los diferentes sistemas de navegación por satélite que con cobertura global proveen un posicionamiento geoespacial de una manera autónoma.

Este concepto agrupa a diferentes sistemas como son el GPS, Glonass, Galileo o Compass entre otros, permitiendo posicionamientos muy precisos basándose en señales emitidas por estos satélites siendo múltiples sus aplicaciones como la geo información o en investigaciones geocientíficas.

Estos **Sistemas de Posicionamiento Global** son sistemas pasivos de navegación basados en las emisiones de radiofrecuencia de los satélites emisores los cuales proporcionan una referencia espacio-temporal independientemente de las condiciones atmosféricas del momento, todo ello en cualquier lugar de la Tierra y de manera ininterrumpida. El sistema está compuesto por una red de satélites, radios bases terrestre y receptores GPS que permiten casi todas las posibilidades de navegación y posicionamiento en cualquier parte del mundo a cualquier hora sin importar las condiciones meteorológicas.

Este complejo sistema está compuesto de:

- **Sistema Satelital**
- **Sistema de Control Terrestre**
- **Sistema de Usuario**

SISTEMA SATELITAL

Es una constelación formada **por 24 satélites** denominada **NAVSTAR** que gira alrededor de la Tierra en **seis planos** orbitales de unos 60º entre sí, con **cuatro satélites en cada plano**. Existe **21 satélites activos y 3 de reserva**, y en caso de fallo de uno de los activos el de reserva ocupa su lugar. En la figura se muestran los 21 satélites en sus respectivas orbitas.

Los satélites de la **red NAVSTAR** son geosincrónicos, es decir **están sincronizados con el movimiento de la Tierra**. El ángulo de inclinación en el nodo ascendente es de **unos 55º** respecto al plano ecuatorial, siendo su altura promedia de unos **20.200 kilómetros** sobre la Tierra. Completa una vuelta a la Tierra en **unas 12 horas**, por lo que en el día la cubren dos veces. Viajan a una velocidad de unos 11.000 Kilómetros por hora.

SISTEMAS DE CONTROL TERRESTRE

También se denomina **Sistema de Control de Operación** incluyéndose en él **todas las estaciones monitoras terrestres fijas** distribuidas por todo el mundo. Su función es la de rastrear los satélites cuando pasan sobre ellas y acumulan datos de los mismos (telemetría, efemérides o eventos desde la última conexión de los mismos, etc.), es decir **se comporta como un GPS**.

Esta información se transmite a una **Estación de Control Maestro** donde se procesa y determina si la posición real del satélite es igual a la calculada por el GPS (Sistema de Control de Operación).

La **Estación de Control Maestro** recibe los datos de las estaciones monitoras en tiempo real, por lo que estas determinan si el satélite sufre fallos de reloj o de efemérides detectando de ese modo el mal funcionamiento del equipo. Esta estación calcula nueva información sobre la navegación a partir de las señales monitorizadas y se las envía al satélite junto con las ordenes de mantenimiento rutinario.

SISTEMAS DE USUARIOS

Son **el conjunto de todos los GPS**. Estos convierten estas señales recibidas de los satélites **en estimaciones de posición, velocidad y tiempo**.

3.7.2.- Vocabulario relacionado

1. **WPT: Punto de paso o punto de destino.**
2. **COG: Rumbo sobre el fondo (desviación)**
3. **SOG: Velocidad sobre el fondo.**
4. **XTE: Error lateral o transversal sobre la trayectoria inicial**
5. **ETA: Hora de llegada, según tiempo estimado y hora actual.**
6. **MOB: Tecla de hombre al agua, al pulsarla memoriza la posición**

Otras siglas utilizadas por el GPS (fuera de programa)

HDG: Rumbo de la embarcación.

BRG: Rumbo al destino

TRACK: Trayectoria de la embarcación.

DTG: Distancia que falta para llegar al punto de destino (WPT)

VMG: Velocidad de aproximación al punto de destino (WPT)

TTG: Tiempo de llegada, según velocidad y distancia.

KTS: Abreviatura de *Nots* (nudos)

NM: Abreviatura de *Nautical Miles* (millas náuticas).

UTC: Hora universal.

Diferencia entre HDG y COG

HDG – Heading. Compass direction into which the bow of a vessel is pointing. Rumbo de la embarcación.

COG: Rumbo sobre el fondo (Course Over Ground)

Diferencia entre NUP y HUP

NUP : Norte-Arriba

HUP : Proa-Arriba

Diferencia entre RM y TM

RM : Relative motion -Movimiento Relativo

TM : True Motion - Movimiento verdadero

3.7.3.- Dátum

La Tierra al no ser un cuerpo regular, esto hace que **cada país o cada región** tome un tipo de cuerpo que pueda ser definible matemáticamente y que a su vez sea el más se asemeje a ese territorio (suele ser un elipsoide). En cada zona o región existe un punto fundamental que es al que se le denomina dátum, siendo en España una torre situada en **Potsdam** que está situada al Este de Greenwich. En España los GPS utilizan el dátum **WGS84**

3.7.4.- Importancia de trasladar la posición del equipo GNSS a la carta de papel

Para realizar una travesía hay que trazar sobre la carta los diferentes rumbos a seguir para que de ese modo obtengamos una ruta fuera de cualquier peligro. Durante la travesía es muy importante que vayamos **anotando nuestras diferentes posiciones, con su HRB correspondiente**, sobre ella para así comprobar que la estamos siguiendo de manera correcta y en caso contrario corregir el rumbo

Por otra parte nunca se está seguro de que **el GPS no tenga problemas** (baterías, avería etc..), en cuyo tras la última anotación segura que tengamos tendremos que utilizar para las siguientes comprobaciones las ya conocidas situaciones por las diferentes líneas de posición a la costa (demoras, marcaciones etc..) o bien la navegación astronómica si la navegación es de altura.

3.8.- CARTAS ELECTRÓNICAS

3.8.1.- Tipos de cartas

Hace relativamente pocos años las cartas electrónicas eran escasas en la náutica recreo debido a su alto costo. Hoy en día sin embargo, la mayoría de las embarcaciones de recreo disponen de estos equipos cuya finalidad es **presentar una pantalla gráfica todos los datos del entorno geográfico que rodea a la zona de navegación** donde nos encontramos además de, en ciertos casos cuando estén conectados a receptores de posicionamiento, proporcionar avisos de alarmas para situaciones peligrosas o simplemente para indicar un detalle puntual (marca de pesca, fondo peligro etc.), siendo el más importante nuestra propia situación dentro de la zona en tiempo real.

Son **dos los tipos** de cartas náuticas electrónicas:

1. **Carta Náutica Electrónica** *Electronic Navigational Chart (ENC)*: son aquellas que se **representan por vectores**. Para ello se introduce las coordenadas de cada punto y se reproduce la carta utilizando un método de vectores creando diferentes archivos vectoriales. Estos archivos vectoriales no son imágenes de objetos con diferentes características en cuanto a su forma y posición, así por ejemplo esos archivos **contendrán datos sobre línea de costa, profundidades, boyas etc.**, informado no solo de su situación sino además de que tipo de objeto. Este tipo de carta admiten actualizaciones constante lo que le permite conocer cualquier modificación instantánea al poder estar sincronizadas.
2. **Carta Náutica Raster (RNC)**: se trata de una **representación gráfica en formato digital de las cartas de papel**. Por lo tanto estos archivos **solo contienen las imágenes** de la carta de papel que hayamos escaneado, por lo tanto si esa carta sufre modificaciones de nuevo hay que volver a escanearla y convertirla, aunque todo dependerá de las capacidades del proveedor.

Se puede deducir de lo explicado anteriormente que **las vectoriales son más eficaces que las raster** sobre todo al proporcionar mucha más información al navegante.

Se conoce como **ECDIS (Electronic Cards Display Information System)** o **Sistema de Información y Visualización de las Cartas Digitales**, al equipo capaz de visualizar las cartas digitales tanto las Vectoriales como la Raster, unidas a los diferentes equipos de navegación como pueden ser el GPS, corredera, giroscópica para proporcionar al usuario una visión completa de la situación real en cada momento, además de poder dar la opción de programar alarmas en los peligros para una derrota determinada.

3.8.2.- Importancia de las cartas de papel

Esta importancia se basa en los **mismos argumentos que hemos expresado en el punto 3.7.4** a pesar de que las versiones **ECDIS** estén aceptados por la **Organización Marítima Internacional (OMI)** puedan ser reemplazadas por la cartas náuticas de papel.

3.9.- AIS

3.9.1.- Que es y para qué sirve

Se trata de un Sistema de Identificación Automática (SIA), en inglés Automatic Identification System (AIS) que permite **transmitir tanto la posición del buque como otros datos de interés**.

Generalmente se utiliza superponiendo a la imagen del radar la cartografía digital en la que aparece una imagen proporcional a su tamaño por cada buque que se encuentre navegando en la zona, indicando cuál es su rumbo y velocidad así como su posición. Pulsando sobre él dará una información más amplia: nombre, bandera, eslora, manga, MMSI, etc...

Va conectado a casi todos los equipos de ayuda a la navegación como, la radio, el GPS y a la antena VHF. Su funcionamiento es continuo con independencia de las condiciones climáticas.

Este equipo proporciona un nivel alto de seguridad ya que nos da a conocer las características, rumbo, velocidad de todos los buques que tenemos navegando dentro de la zona. Sin embargo no es tan fiable como el radar debido **a la no obligatoriedad para todos los buques** (por ejemplos los destinados a la defensa nacional, los pesqueros de menos de 15 metros de eslora y los de recreo)

Existen **dos tipos de AIS** en función de sus prestaciones:

- **CLASE A:** son aquellos que cumplen la normativa SOLAS y son los que tienen que llevar instalados aquellos buques que por sus características están obligados a ello estando todos homologados por la DGMM. Su potencia de emisión es de aproximadamente **12 watios** lo que le da un alcance de más **de 50 millas**. Su frecuencia de emisión es de **156,025 a 162,025 MHz**. La información es enviada continuamente y cuando están fondeados cada 3 minutos.
- **CLASE B:** tiene prestaciones más reducidas y son los que generalmente utilizan los buques que no están obligados a su instalación por lo que las embarcaciones que lo utilizan no están obligadas a llevarlo activado (enviando información). Su potencia es de unos **2 watios** con un alcance aproximado de **10 millas** siendo su frecuencia **161,500 a 162,025 Mhz**. (canales 87 y 88 de VHF). Cuentan con un transmisor, un receptor GPS y dos receptores VHF.

El Real decreto 875/2014 en el artículo 15, apartado 10, establece que una vez concluidas las prácticas, el instructor debe descargar los datos del AIS (CLASE B), guardando un registro de las mismas a fin de acreditar el cumplimiento de los periodos de navegación ante la autoridad marítima. Estos equipos son obligatorios para impartir las prácticas de navegación de todas las titulaciones náuticas, desde Licencia de navegación a Capitán de yate.