

5.- OTROS MÉTODOS Y SISTEMAS DE POSICIONAMIENTO

AUTOR: ING. JORGE A. LARRALDE, (con modificaciones Ing. D'Onofrio)

5.1.-METODOS MECANICOS

5.1.1.Cordel o cable graduado

Cuando se trata de levantamientos en áreas pequeñas y aguas calmas, se emplean métodos que si bien pueden llamar la atención por su falta aparente de "academicidad", son mas precisos que los ya descriptos .(Fig.5.1).

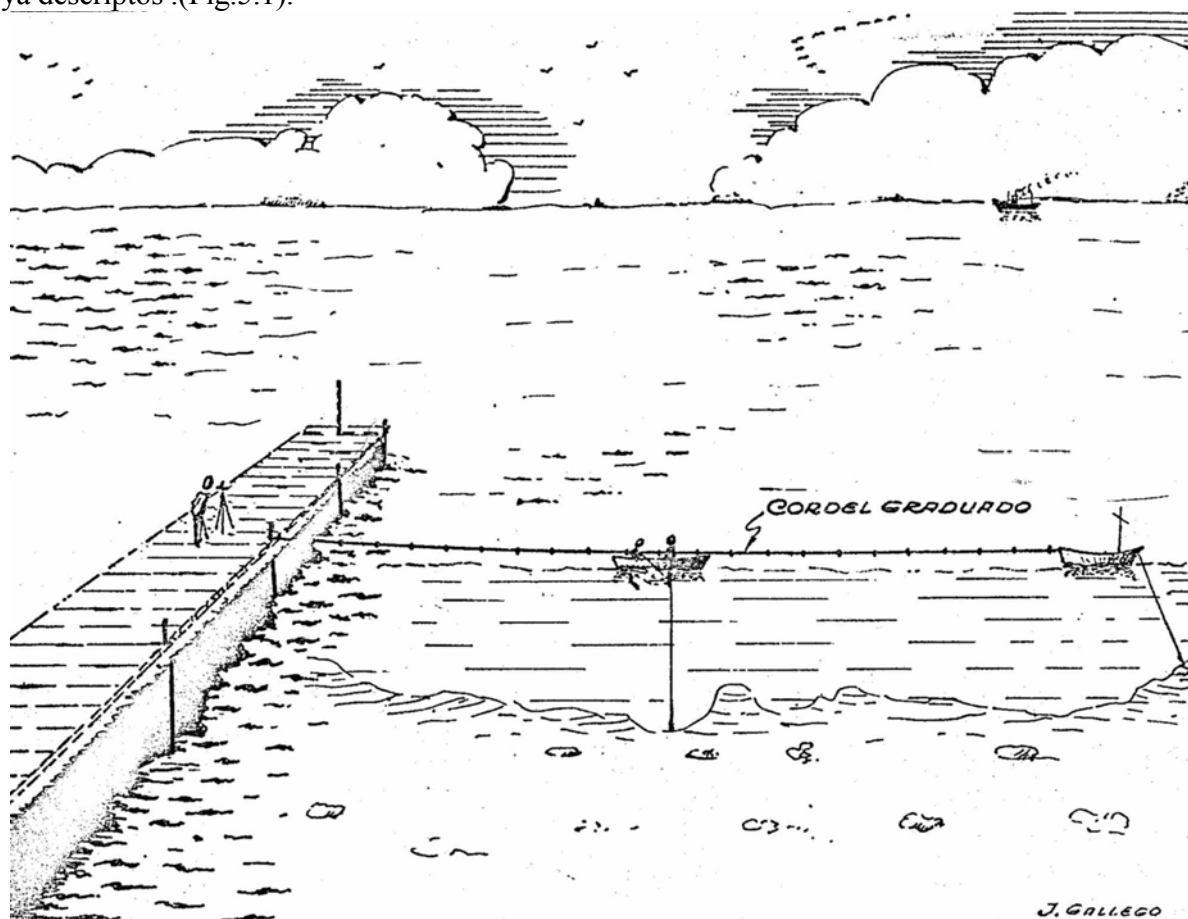


Figura 5.1 - Método del cordel graduado

Una dársena de puerto puede tener 150 m de ancho por 500 m de largo. Con un buen sistema radioeléctrico podemos llegar a medir una distancia (que luego debe ser reducida a la horizontal) con un error medio de ± 2.0 m. Con un alambre o cordel (preestirado) graduado, podemos llegar a tener 0.1 m de error.

El levantamiento batimétrico puede llevarse a cabo, sondando perfiles de manera de obtener una grilla de sondajes con una densidad tal que nos permita confeccionar un plano que represente el fondo lo mas cercano a la realidad posible.

Un alambre, graduado por ejemplo, cada metro, nos da una precisión en la determinación de las coordenadas planimétricas muy superior a la que pueda conseguirse con un sistema de radiolocalización y aun con cualquiera de los métodos ópticos.

Las cabeceras de cada perfil pueden ser perfectamente identificadas y sus coordenadas bien determinadas. Dado que estos trabajos, en las zonas portuarias, se realizan en forma rutinaria, la posición de los perfiles queda materializada en los muros de atraque. Los planos de trabajo están pregraduados de manera que los sondajes se ubican por número de perfil y progresiva dentro de cada perfil.-

5.2.-METODO OPTICO MECANICO.

5.2.1.-Ángulo observado ópticamente, distancia graduada en un cordel o cable.

Este método es utilizado en algunos puertos, donde se realizan levantamientos periódicos rutinarios en los pasos determinantes de los canales de acceso, en las zonas sujetas a variaciones periódicas del fondo con probabilidad de fuertes embancamientos.

Uno de los extremos del perfil, por ser un punto sobre el agua no puede ser materializado en forma permanente como en el caso de los muelles de un puerto por lo que se usa este método combinado de teodolito y cordel graduado (Fig.5.2).

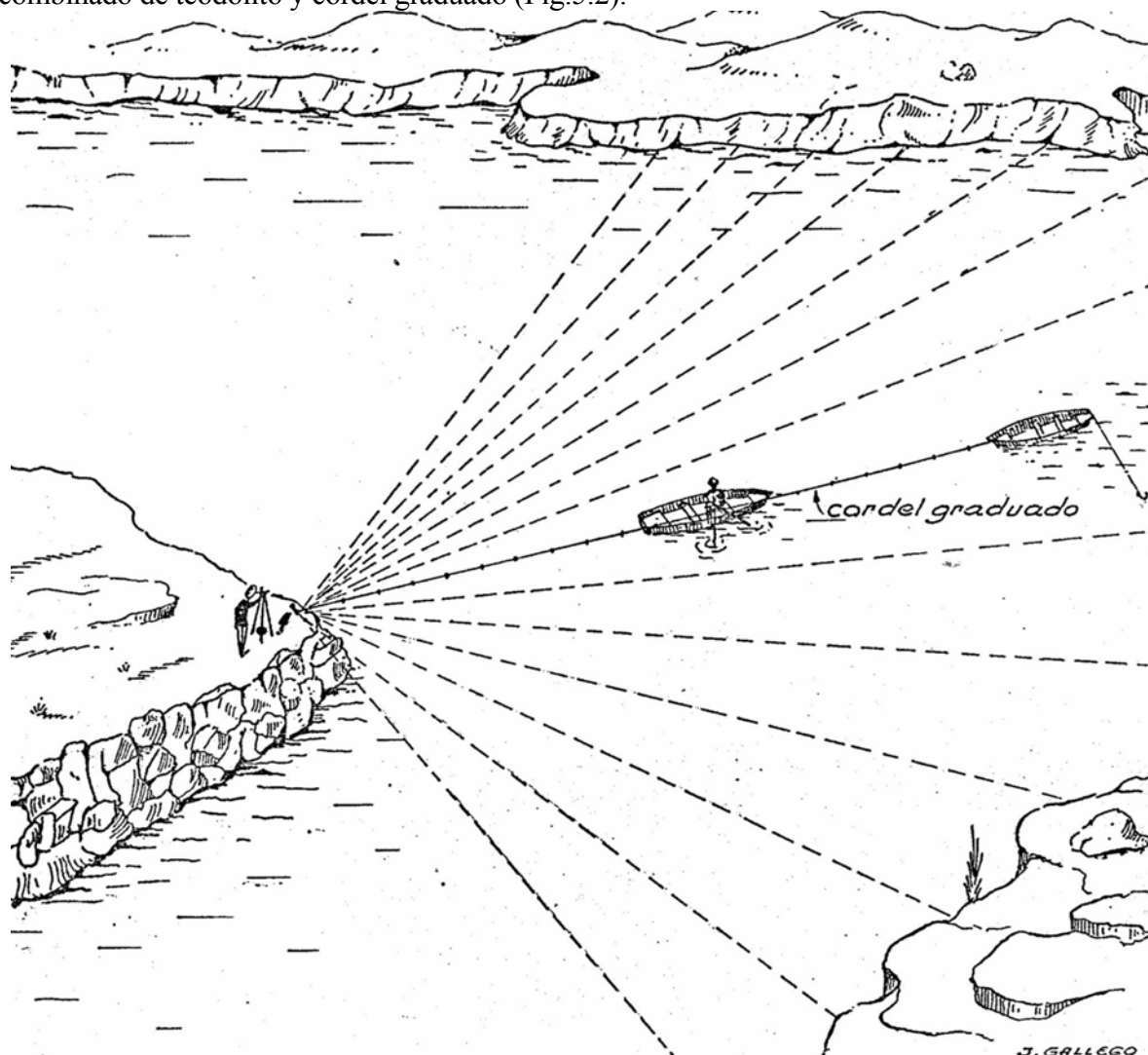


Figura 5.2

Los ángulos correspondientes a cada perfil son predeterminados y fijos. El observador de teodolito tiene que provocarlos en el instrumento y verificar que la embarcación sondadora fije el

otro extremo del cordel graduado (amarrado a un bote fondeado) de manera que en toda su longitud quede orientado de acuerdo a la dirección predicha.

Como en el caso anterior, en los planos de trabajo, los perfiles están pregraduados, de manera que los sondajes son situados de acuerdo al ángulo y a la distancia que corresponda.

5.3.- METODOS ÓPTICOS ELECTRÓNICOS.

En cierto tipo de levantamientos (en canales o ríos) es frecuente utilizar, para el posicionamiento de la embarcación sondadora, métodos mixtos.

Pueden estar compuestos por ejemplo, por un distanciómetro electrónico y un teodolito . El primero nos dará una circunferencia como línea de posición y el segundo una línea recta.

Si ambos se sitúan en un mismo punto de control, el corte de las líneas de posición se llevará siempre a cabo según un ángulo recto.

En el caso de utilizar una estación total, se tendrán ambos instrumentos estacionados en un mismo punto.

A su vez, este tipo de instrumental posee los medios de cálculo electrónico como para determinar las coordenadas de los puntos en forma directa, almacenarlas y luego transferirlas a una computadora de mayor poder para el posterior procesamiento.

Posteriormente se agrega la información digital proveniente de la sonda y de la o las estaciones hidrométricas utilizadas para el levantamiento.

5.4.-METODOS O SISTEMAS INTEGRADOS.-

5.4.1.-Nociones generales.-

Rumbo y derrota.

Llámase rumbo verdadero (R_v) al ángulo formado por la dirección de la proa del barco con la dirección del norte verdadero (N_v) o geográfico (Ver fig.5.3).

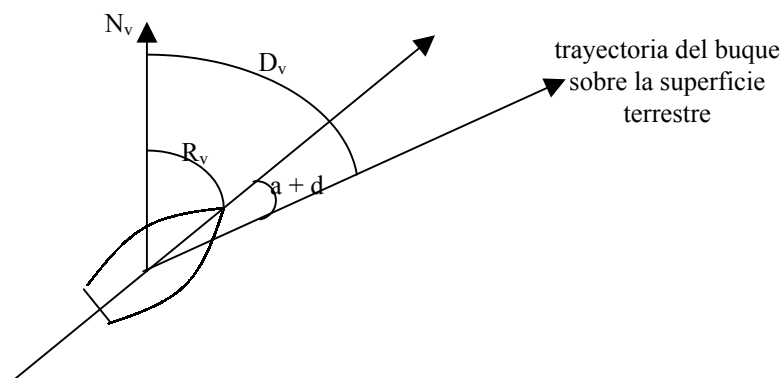


Figura 5.3

Llámase derrota verdadera (D_v) al ángulo formado por la dirección del norte verdadero (N_v) y la

dirección de la recta que representa la trayectoria del barco **sobre la superficie terrestre** (*no sobre el agua*).

La diferencia angular entre rumbo y derrota es el ángulo correspondiente a la suma del abatimiento (a) y la deriva (d).

El primero se debe al efecto resultante del viento en la superestructura u obra muerta del barco (que lo desplaza sobre la masa de agua) y el segundo al movimiento de la masa de agua en la que navega el barco.

Si tomamos como referencia la masa de agua, la derrota del barco sobre la misma dependerá de su rumbo y del abatimiento, pero si consideramos el movimiento con respecto a la tierra, deberá sumarse a esto, el movimiento de la masa de agua en la que navega el barco con respecto a la superficie de la tierra.-

Determinación de la posición.-

Básicamente, conociendo la D_v (en valor angular y velocidad real con respecto a la superficie terrestre) pueden determinarse las coordenadas en forma continuada a partir de un punto dato de coordenadas conocidas.

Si durante la navegación se efectúan cambios en al D_v , las coordenadas de cada punto de caída podrían ser calculadas (ver Fig. 5.4)

$$D_v = R_v + a + d$$

PUNTOS COORDENADAS

A:	X_1 Y_1
B:	$X_2 = X_1 + \Delta X_1$ $Y_2 = Y_1 + \Delta Y_1$
C:	$X_3 = X_2 + \Delta X_2$ $Y_3 = Y_2 + \Delta Y_2$
D:	$X_4 = X_3 + \Delta X_3$ $Y_4 = Y_3 + \Delta Y_3$

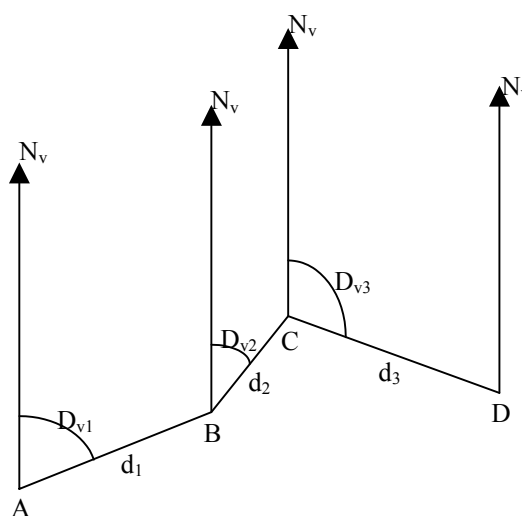


Figura 5.4

Las coordenadas de los puntos intermedios, podrían calcularse conociendo los respectivos Δt desde el último punto de caída con el que se daría posición (coordenadas planimétricas) a los sondajes o a cualquier parámetro que se estuviera sensando.

Pero no es sencillo conocer el efecto actualizado del viento sobre la superestructura del barco o el movimiento real de la masa de agua sobre la que navega un barco para poder efectuar el cálculo de la D_v .-

5.4.2.-Corredera DOPPLER.-

Conociendo con exactitud el verdadero valor del vector velocidad del barco con respecto a la superficie terrestre, pueden calcularse fácilmente las coordenadas planimétricas de cualquier punto de una trayectoria, partiendo de un punto de coordenadas conocidas (cálculo muy similar al de una poligonal terrestre).

Por intermedio de una corredera Doppler, podemos determinar el valor verdadero del movimiento del barco con respecto a la superficie de la tierra.

Cuando un foco productor de ondas y un receptor se están moviendo uno respecto al otro, la frecuencia observada por el receptor no es la misma que la emitida por el foco. Cuando se están acercando entre sí, la frecuencia observada es mayor que la del foco, mientras que resulta menor si se están alejando. Esto se denomina efecto doppler. Un ejemplo familiar es el cambio de tono de la bocina de un auto cuando este se acerca o aleja de nosotros.

La variación de la frecuencia de una onda sonora resulta ligeramente diferente según sea el foco o el receptor el que se está moviendo en relación con el medio. Cuando se mueve el foco, varía la longitud de onda (λ) y la nueva frecuencia se obtiene calculando primero la nueva longitud de onda y luego se obtiene la nueva frecuencia como el cociente entre la velocidad de propagación del sonido en el medio (v) y la nueva longitud de onda. Por otro lado, cuando la fuente es estacionaria y el receptor se mueve, la frecuencia es diferente simplemente porque el receptor en su movimiento se encuentra con un mayor o menor número de ondas en un tiempo determinado.

Si el receptor y la fuente están en reposo el número de ondas recibidas en el tiempo Δt es el número de ondas contenido en la distancia $v \cdot \Delta t$, que vale: $v \cdot \Delta t / \lambda$.

Cuando el receptor se mueve hacia el foco con velocidad u , pasa por él un número adicional de ondas: $u \cdot \Delta t / \lambda$.

El número total de ondas que pasan por el receptor en el tiempo Δt es:

$$N = \frac{v \cdot \Delta t + u \cdot \Delta t}{\lambda}$$

$$N = \frac{v + u}{\lambda} \cdot \Delta t$$

La frecuencia observada es este número de ondas dividido por el intervalo de tiempo Δt :

$$f' = \frac{N}{\Delta t}$$

$$f' = \frac{v + u}{\lambda}$$

Si el receptor se aleja de la fuente con una velocidad u , un razonamiento semejante conduce a:

$$f' = \frac{v - u}{\lambda}$$

El caso general para una fuente sónica que emite una señal de frecuencia f :

$$f' = \frac{v \pm u}{v/f}$$

$$f' = f \cdot \left(1 \pm \frac{u}{v}\right)$$

El barco lleva instalados, en su parte inferior, un equipo de cuatro transductores, uno emite un sonido hacia el fondo subacuático en dirección a la proa, otro lo hace en dirección a la popa y los dos restantes en direcciones normales a las de los dos primeros (Figura 5.5).

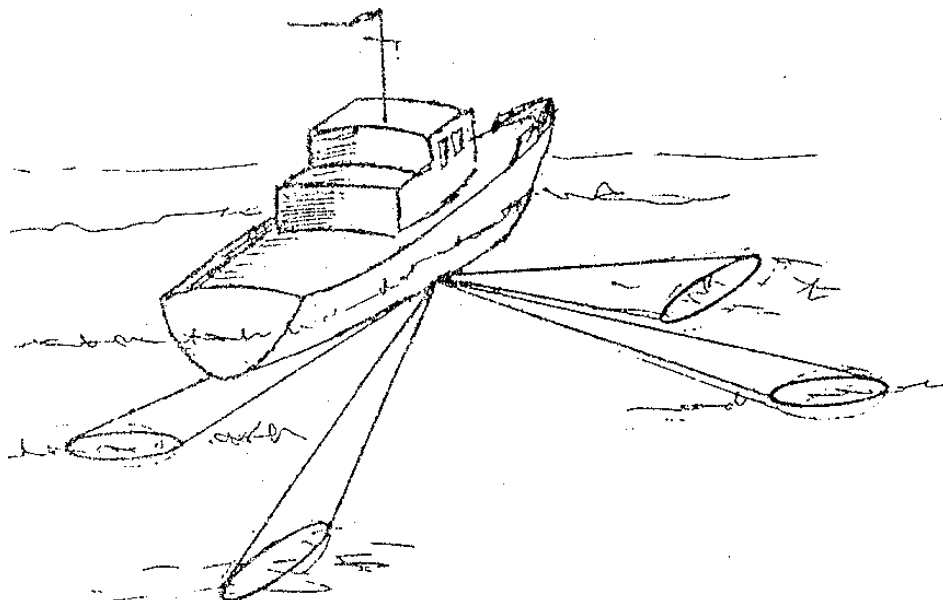


Figura 5.5

Las emisiones llegan al fondo del mar o río y parte de su energía se refleja nuevamente hacia la fuente emisora a bordo, donde un receptor compara las frecuencias emitidas con las recibidas, determinando una velocidad de avance horizontal (V_{ah}) (en la dirección del rumbo verdadero R_v) y una velocidad de traslado horizontal (V_{th}) en el sentido normal a la anterior.-

Dado que conocemos la dirección del barco (R_v), podemos calcular como suma vectorial, el valor del vector velocidad real (V_r), con respecto a la superficie de la tierra (ver Fig.5.6).

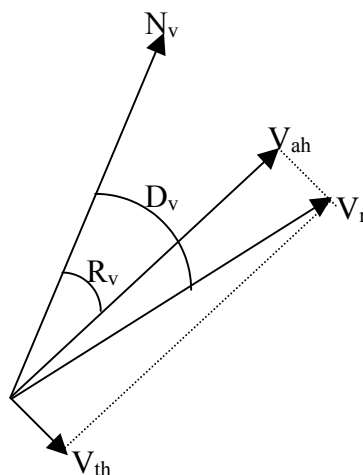


Figura 5.6

Este instrumento es utilizado en aguas de plataforma (no mas de los 200/300 m de profundidad). Está conectado a la computadora del buque donde están los valores de coordenadas del punto de salida y la dirección del rumbo verdadero R_v introducida directamente desde el girocompás del barco.

A partir del conocimiento, en tiempo real, de la velocidad real V_r y su dirección D_v .-se obtienen las distancias recorridas; $\Delta\phi$ (diferencia de latitud) y $\Delta\omega$ (diferencia de longitud), previo pasaje de coordenadas. Los incrementos obtenidos se irán sumando o restando a las coordenadas anteriores, manteniendo actualizado en forma permanente los valores de coordenadas.

BIBLIOGRAFÍA

- Satélites for Off-Shore Exploration (MAYBOURN)-Revista del Royal Institute of Navigation-Vol.23 N°4-Octubre 1970.-
- Satellite Systems for Geophysical Exploration AT SEA (M00DY)-Revista del Royal Inst. of Nav.Vol.23 N°4-Oct.1970.
- Position Experiments Using Distance Measurements of Satellites ATS3(SHRICK)-Revista del Royal Inst.of Nav.Vol.23 N°4-Oct.1970.
- The Atlas Alpha Doppler Navigation System(STEDNITZ-HELMS)-Revista del B.H.I.Vol.LI N°1-Enero 1974.-
- Accuracy of Geophysical Off-Shore Navigation Systems (STANSELL)-Proceedings of THE Off-Shore Technology Conference-Paper N°1789-Houston 1975.
- Satellite Navigation in Hydrography (EATON-WELLS-STUFBERGEN)-Revista del B.H.I. Vol.LIII N°1-Enero 1976.-
- Doppler Satellite Positioning of Off-Shore Structures (HOTHEM-STRANGE)-Revista del B.H.I.Vol.LIV N°1 -Enero 1977.-
- The Operational Status of NVSTAR/GPS (LASSITER-PARKINSON)-Revista del R.I.N. Vol.30 N°1 -ENE 1977
- The Operational Status of NVSTAR/GPS (LASSITER-PARKINSON)-Revista del R.I.N. Vol.30 N°1 -ENE 1977
- GPS/NAVSTAR: A Review (JONES)-Revista del R.I.N.Vol.32 N°3 SEP 1979
- Horizontal Datums for Nautical Charts (VOGEL)-Revista del B.H.I.Vol.LVIII N°2-Julio 1981.-
- The Present Status of NAVSTAR (JONES)Revista del Royal Inst. of Nav. Vol.36 N°3 Sep 1983.
- GPS for Marine Navigation (MAYBOURN) Revista del Royal Inst. of Nav. Vol.36 N°3-Sep 1983.
- NAVSAT -Principles and Potencial (DIDERICH-JONES) Revista del R.I.N.Vol. 37 N°2 - MAYO 1984.
- The Use of SATNAV Systems for Precise Time Transfer (PINKINGTON) Revista del Royal Inst.of Nav. Vol.37 N°3-Sep.1984.
- GRANAS a new satellite-base Navigation System (EULER-HOERGEN) Revista del Royal Inst.of Navigation Vol.37 N°3-Sep.1984.
- Satellite Navigation System for USSR Merchant Marine (YAKUCHENKOF)Revista del Royal Inst.of Nav.Vol.38 N°1-Enero 1985
- The Navigation of Navigation Satellites (ASHKENAZI-MOORE)Revista del Royal Inst.of Nav.Vo.39 N°3-Sep.1986.
- GPS In the Year 2000 and Beyond (BAKER) Revista del R.I.N. Vol.40 N°2 MAYO 1987.
- Accurate and Reliable Long-range Dynamic Radiolocalization Using GPS and DGPS (NARD) Revista del R.I.N. Vol.40 N°2 MAYO 1987.

- Advances and Tests Results in DGPS Navigation (DENARD-KALPUS) Revista del Royal.Inst.of Nav. Vol.43 N°1-Enero 1990.
- Integration of Satellite and Inertial Positioning Systems(NAPIER) Revista del Royal Inst.of Navigation Vol.43 N°1-Ene 1990.
- Aspects of the Soviet Union GLONASS Satellite Navigation System(DALY) Revista del Royal Inst.of Nav.Vol.41 N°2-Mayo 1990.
- The GLONASS System, a Overview (IVANOV-SALISCHEV) Revista del Royal Inst. of Navigation Vol.45 N°2-Mayo 1992.
- NAVSTAR-GPS Charting Aspects (GOUDING) Revista del Royal Inst.of Nav. Vol.45 N°3-Sep.1992.
- The Coast Guard's DGPS Programme (ALSIP-BUTLER-RADICE) Revista del Royal Inst.of Nav.Vol.45 N°3 - Sept 1992.
- Navigation and Surveys Techniques for the Development of North Sea Satellites Hydrocarbon Fields (GREEN) Revista del Royal Inst.of Nav.Vol.46 N°1-Enero 1993.