



Instituto Panamericano de Ingeniería Naval

XII COPINAVAL - Setiembre /Octubre 1991

SISTEMA INTEGRADO DE NAVEGACION, POSICIONAMIENTO Y CIENTIFICO PARA UN BUQUE DE INVESTIGACION OCEANOGRAFICA

José Antonio Gil Martínez / Mario Benito Pallares / Juan Pérez Tella

SUMMARY

This paper shows the concept of Navigation, Positioning and Scientific Integrated system that lets a Oceanographic Research Vessel perform its scientific work in an optimum way.

RESUMEN

Este trabajo expone el concepto de Sistema Integrado de Navegación, Posicionamiento y Científico que permiten a un Buque de Investigación Oceanográfica realizar su labor científica de forma óptima.

INTRODUCCION

La misión fundamental del equipamiento de un Buque de Investigación Oceanográfica (BIO) es recoger, almacenar y procesar información de utilidad científica. El **Subsistema Científico** realiza esta tarea.

Las observaciones y datos recogidos son verdaderamente valiosos si se conoce con precisión el lugar en que fueron tomados. La posición del buque es un dato esencial que se asocia a los datos recopilados. El **Subsistema de Navegación** determina con precisión la situación del buque en cada instante.

Para cubrir la zona de investigación deseada, operar determinados sensores y tomar muestras de agua o fondo, es necesario que el buque tenga capacidad de navegar o maniobrar de forma precisa. El **Subsistema de Posicionamiento** realiza las tareas de gobierno del buque durante la prospección.

El conjunto de los citados subsistemas, enlazados entre sí, constituyen el Sistema Integrado de un Buque de Investigación Oceanográfica (BIO).

La integración de los subsistemas ha requerido la gestión de acuerdos de interfaz, definiendo:

- Tipo de interfaz.
- Control de la comunicación.
- Métodos de validación de las transferencias.
- Protocolos.
- Descripción de mensajes.
- Formatos.

La integración de los subsistemas de Navegación y Científicos se ha realizado con una red de área local, tipo Ethernet TCP/IP a 10 Mbits.

La integración de los subsistemas de Navegación y Posicionamiento se ha realizado con un canal de comunicación serie, tipo RS422.

Desde el punto de vista funcional, el Subsistema de Navegación y Sondas incluye las siguientes tareas:

- a) Integrar los datos de los distintos equipos de radioposicionamiento y navegación, con el fin de elaborar una referencia única de la posición y movimiento del buque. Esta referencia será utilizada por el S.s. de Posicionamiento para el gobierno y por el S.s. Científico para ser asociada con los datos de carácter científico.

Se han instalado los siguientes equipos de radioposicionamiento y navegación:

- Loran C.
- Decca.
- Transit.
- Syledis.

- GPS/GPS diferencial.
- Giroscópica.
- Corredora Doppler de 2 ejes.
- Unidad de referencia vertical.

- b) Facilitar la planificación, sobre pantalla gráfica, de rutas y puntos de prospección. Para ello cuenta con medios de edición para la entrada de líneas de costa y otras informaciones. La planificación de la navegación es transferida al S.s. de Posicionamiento para su ejecución.
- c) Registrar de forma gráfica y tabular la ruta seguida por el buque y almacenar los datos crudos de los equipos de radioposicionamiento y navegación. Esta información es particularmente importante para, en caso necesario, poder reconstruir o modificar a posteriori la referencia de posición.

Por razones prácticas, las sondas cartográficas se han integrado con el S.s. de Navegación, ya que se precisa un sincronismo perfecto entre los datos de posición del buque y los de batimetría. Así se consigue de forma inmediata la asociación de datos posición-profundidad necesarios para la elaboración de las cartas marinas.

Se han integrado las siguientes sondas:

- Sonda cartográfica de precisión.
- Sonda multihaz de profundidad.
- Sonda multihaz para aguas poco profundas.

La sonda de precisión realiza la batimetría punto a punto, mientras que las multihaz adquieren el relieve marino mediante barrido a lo largo de una banda cuya anchura puede ser doble que la profundidad.

La combinación de ambos registros permite la elaboración de cartografía precisa, sin pérdida de puntos singulares con un mayor aprovechamiento del buque.

Para la instalación de los transductores hidroacústicos de las sondas cartográficas, y en especial debido a las grandes dimensiones de los transductores de la sonda multihaz de profundidad, se ha construido una barquilla, o especie de domo, situado en la zona de proa del buque. El objetivo es que los transductores estén en una zona de poco ruido y que su superficie esté libre de burbujas de aire, para no degradar sus prestaciones.

Los transductores de la ecosonda de navegación, corredora doppler, correntímetro, sonda biológica, sonar de hielo y sonda para perfiles del fondo también se han instalado en la barquilla.

En la figura 3 se ilustra la distribución de transductores en la barquilla, cuyas dimensiones aproximadas son 14 m. de eslora, 3 m. de manga y 0,7 m. de calado.

SUBSISTEMA DE POSICIONAMIENTO

El posicionamiento dinámico consiste en la coordinación de los diversos actuadores del buque con objeto de mantenerse en un lugar determinado, mantener una derrota, o mantener un rumbo.

Básicamente los elementos que componen un sistema de este tipo (ver fig. 4), son:

- Los actuadores.
- El sistema de referencia (S.s. Navegación), que informa de la posición actual del buque.
- La interfaz con el operador (Panel de Control), que permite introducir el modo de funcionamiento.
- El controlador, que determina cual es el error respecto a la posición deseable, y da las órdenes precisas a los actuadores para minimizar este error, cerrándose de esta manera el bucle de control. (ver figura 5).

El buque de Investigación Oceanográfica (BIO) está equipado con actuadores que le permiten una gran capacidad de maniobra, así como la posibilidad de posicionarse dinámicamente. Estos actuadores son un empujador transversal en proa, y un empujador azimutal en popa. El empujador de popa está compuesto por un motor eléctrico, lo que permite una amplia y precisa regulación de su velocidad, y un timón Shilling que permite direccionar el empuje de la hélice en 360°. (Ver figura 6).

El sistema que controla el posicionamiento dinámico del buque está compuesto por una consola, montada en el puente de gobierno, que incorpora las interfaces con el operador, con el subsistema de navegación y con los actuadores, y por el controlador que genera las órdenes a los actuadores y la información para el usuario (pantallas gráficas de posición, derrota y rumbo, y empujes sobre el buque). (Ver figuras 7, 8, 9 y 10).

La interfaz con el operador consiste en los medios que permiten la selección del modo de gobierno (local remoto), modo de operación (mantenimiento de posición, derrota o rumbo), tipo de control (manual o automático), introducción de órdenes, y presentación en un monitor de video de la posición actual del buque respecto a los puntos de consigna, la capacidad disponible en los actuadores, y la señalización del estado del sistema con indicación de alarmas.

La interfaz con el Subsistema de Navegación suministra al Subsistema de Posicionamiento la posición del buque en el instante considerado, así como los puntos, derrotas y rumbos programados por el Subsistema de Navegación.

La interfaz con los sensores que captan las condiciones ambientales permite que el Subsistema de Posicionamiento puede anticiparse en sus órdenes a los actuadores para contrarrestarlas y

prevenir los errores que se producirían por el cambio de éstas.

La interfaz con los actuadores facilita que las órdenes del controlador puedan ser aceptadas por los actuadores, y las informaciones de estos interpretadas por el controlador.

El controlador es la unidad lógica que aplica la estrategia de control en las distintas situaciones, de acuerdo con el modo de operación seleccionado.

El diagrama de flujo de la figura 11 ilustra la selección del modo de funcionamiento en función de la posición del Selector de Gobierno y el Pulsador Auto/Manual.

Por motivos de seguridad, en caso de fallo del controlador, el gobierno de los actuadores pasa a modo manual.

SUBSISTEMA CIENTIFICO

Adquiere y procesa datos de los siguientes instrumentos:

- a. Geofísicos.
 - Magnetómetro.
 - Gravímetro.
- b. Hidrográficos.
 - CTD
 - Correntímetro.
- c. Biológicos.
 - Sonda biológica.
- d. Físico-químicos.
 - Autoanalizadores.
 - Termosalinógrafo.
 - Fluorómetro.

El subsistema, de tipo distribuido, consta de: (figura 12)

- Un ordenador principal y periféricos.
- Un conjunto de ordenadores personales (PC) y periféricos.

El conjunto se enlaza, entre sí y con el Subsistema de Navegación, mediante una Red de Area Local Ethernet TCP/IP 10 Mb.

El ordenador principal está dotado de capacidad multitarea y multiusuario. Permite el mantenimiento de una base de datos global a partir del volcado de bases locales, y copias de seguridad.

El soporte magnético de la base de datos comprende:

- a. Disco duro para datos recientes.
- b. Cartucho de cinta para almacenamiento de datos finales (backup).
- c. Cintas magnéticas para permitir la portabilidad

de la base de datos a otros ordenadores.

Como periféricos principales dispone de digitalizador y plotter tamaño A0, y pantalla gráfica de 4 planos.

Los ordenadores personales desempeñan tareas como estaciones de trabajo o como sistemas de adquisición y preprocesado de datos. En este caso, actúan como elementos integradores de los equipos científicos en la red de área local.

La integración de equipos vía PC ofrece varias ventajas entre las que destacan:

- Presentación y registro de datos para aquellos instrumentos que no disponen de pantalla.
- Utilización de programas software existentes y facilidad para nuevos desarrollos.
- Posibilidad de trabajo local en caso de avería del ordenador principal.

La estructura distribuida en bus del Subsistema Científico permite:

- Flexibilidad de operación.
- Capacidad de crecimiento.

Criterios fundamentales para un buque de investigación cuyo equipamiento puede variar según las campañas o la evolución de la técnica.

Los ordenadores personales disponen como periféricos de diversos:

- Digitalizadores.
- Impresoras color.
- Plotters.

Los ordenadores personales están distribuidos por diversos laboratorios del buque, que además de albergar equipos fijos disponen de capacidad y servicios para instalar equipos móviles en función de la campaña a realizar.

El buque de investigación oceanográfica cuenta con los siguientes laboratorios:

- Laboratorio húmedo N° 1 y N° 2.
Por donde entran al interior del buque las muestra que serán repartidas a los otros laboratorios. En el N° 2 se realiza el tratamiento previo de muestras y filtraciones de gran volumen de agua. Cuenta con montacargas para facilitar el transporte de material.
- Apertura de muestras y microscopía.
Dedicado a procesamiento de muestras de líquido de volumen reducido y estudios microscópicos.
Cuenta con los siguientes equipos:
 - * Cabina de flujo laminar.
 - * Campana de extracción de gases.
 - * Cámara de cultivo fito.
- Vía húmeda

Laboratorio de análisis químicos, biológicos y, en general, de tratamiento de muestras en procesos secundarios, es decir, que han sido elaborados en parte en el laboratorio húmedo. Cuenta con los siguientes equipos:

- * Fluorómetros.
- * Contador de partículas.
- * Centrifugadoras refrigeradas.
- * Espectrofluorímetros.
- * Espectrofotómetro.
- * Electrodo de O₂.
- * Titroprocesador.
- * Baño agitador.
- * Canales Techmicon.
- Apertura de muestras geológicas.
Laboratorio para estudio de sedimentos muestreados utilizando el sacatestigos de gravedad o pistón.
Equipado con sistemas de corte de muestras, equipo de fotografía y equipo de análisis por molinete.
- Autoclaves y estufas
Laboratorio para realizar tratamientos, cultivos y esterilización.
Equipado con:
 - * Autoclave.
 - * Estufas geológicas.
 - * Estufas biológicas.
- Laboratorio frío.
Para trabajar con muestras a temperaturas entre +1 y +4°C.
- Laboratorio fotográfico.
- Laboratorio radiactivo.
Para realizar análisis de muestras con isótopos radiactivos.
- Local de equipos electrónicos.
Alberga las consolas de todo el sistema de sondas, y las consolas del gravímetro, magnetómetro, CTD, sonda biológica y registradores de uso general.

El buque dispone de cinco chigres oceanográficos:

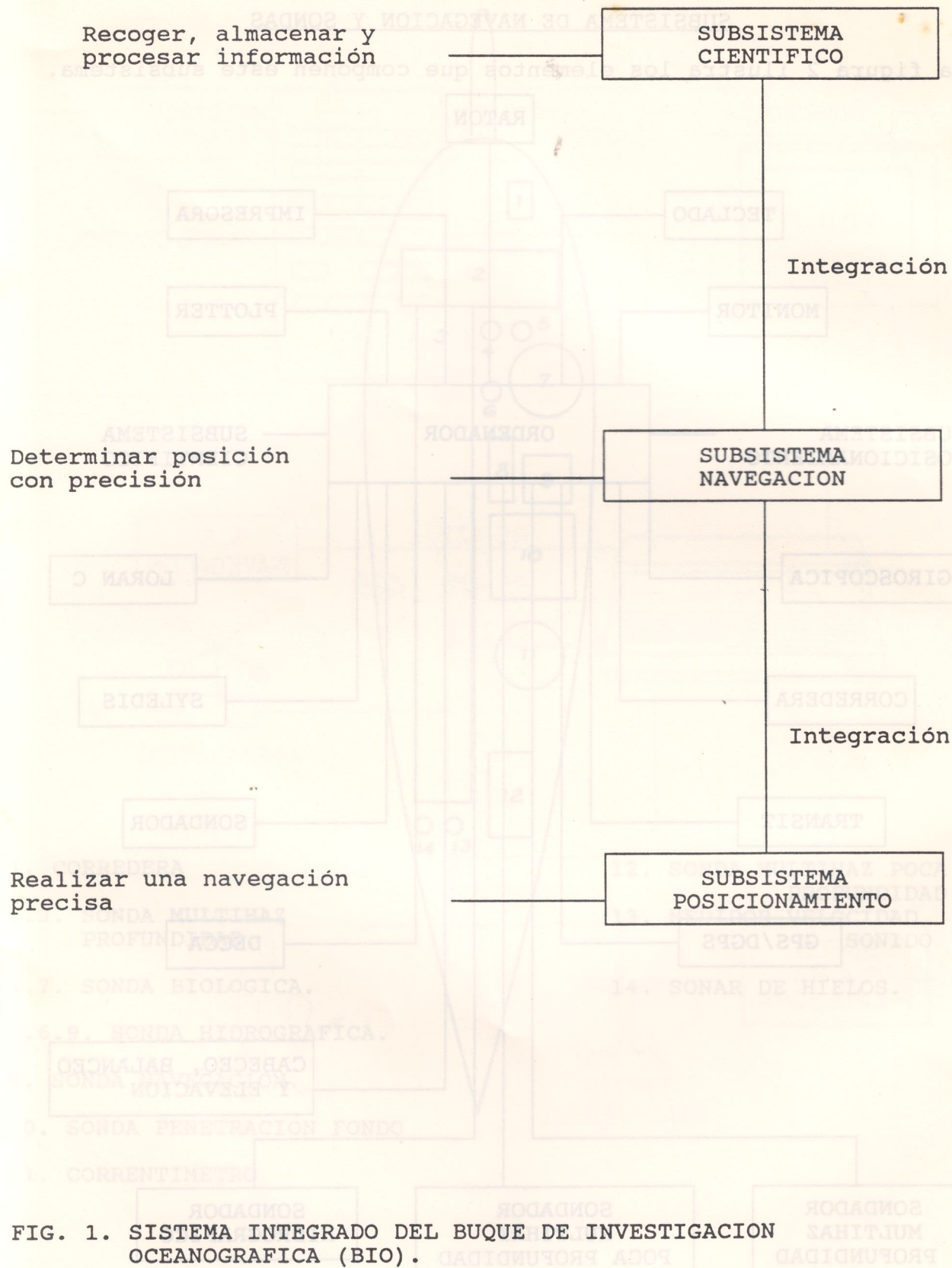
- Chigre hidrográfico.
Para toma de muestras de agua mediante botellas hidrográficas, pescas verticales y/o inclinadas de plancton, muestras biológicas y geológicas del fondo mediante dragas, etc.
- Chigre del tomador de muestras.
Para muestreo geológico mediante sacatestigos y a biológicos especializados.
- Chigre del pozo.
Para recogida de muestras de agua a través del pozo vertical que atraviesa el casco. Se utiliza cuando las condiciones de hielo alrededor del buque no permiten tomar muestras por el costado.
- Chigre de la CTD.
Para toma de muestras con botellas a diferentes profundidades y medición de la conductividad, temperatura y profundidad del agua.
- Chigre oceanográfico de uso múltiple.
Para despliegue del Sonar de Barrido Lateral, y muestreos geológicos y biológicos.

Para realizar investigación sísmica el buque lleva un sistema tipo Airgun, compuesto por los siguientes elementos:

- Sistema de cañón de aire.
- Sistema de escucha hidrofónica y registro.
- Sistema de aire comprimido.

Además, el buque está preparado para que se pueda instalar un sistema de sísmica multicanal montado en contenedores, compuesto por:

- Compresores.
- Cañones de aire.
- "Streamer" como componente de recepción sumergido.
- Sistema de adquisición, proceso y control de datos.



SUBSISTEMA DE NAVEGACION Y SONDAS

La figura 2 ilustra los elementos que componen este subsistema.

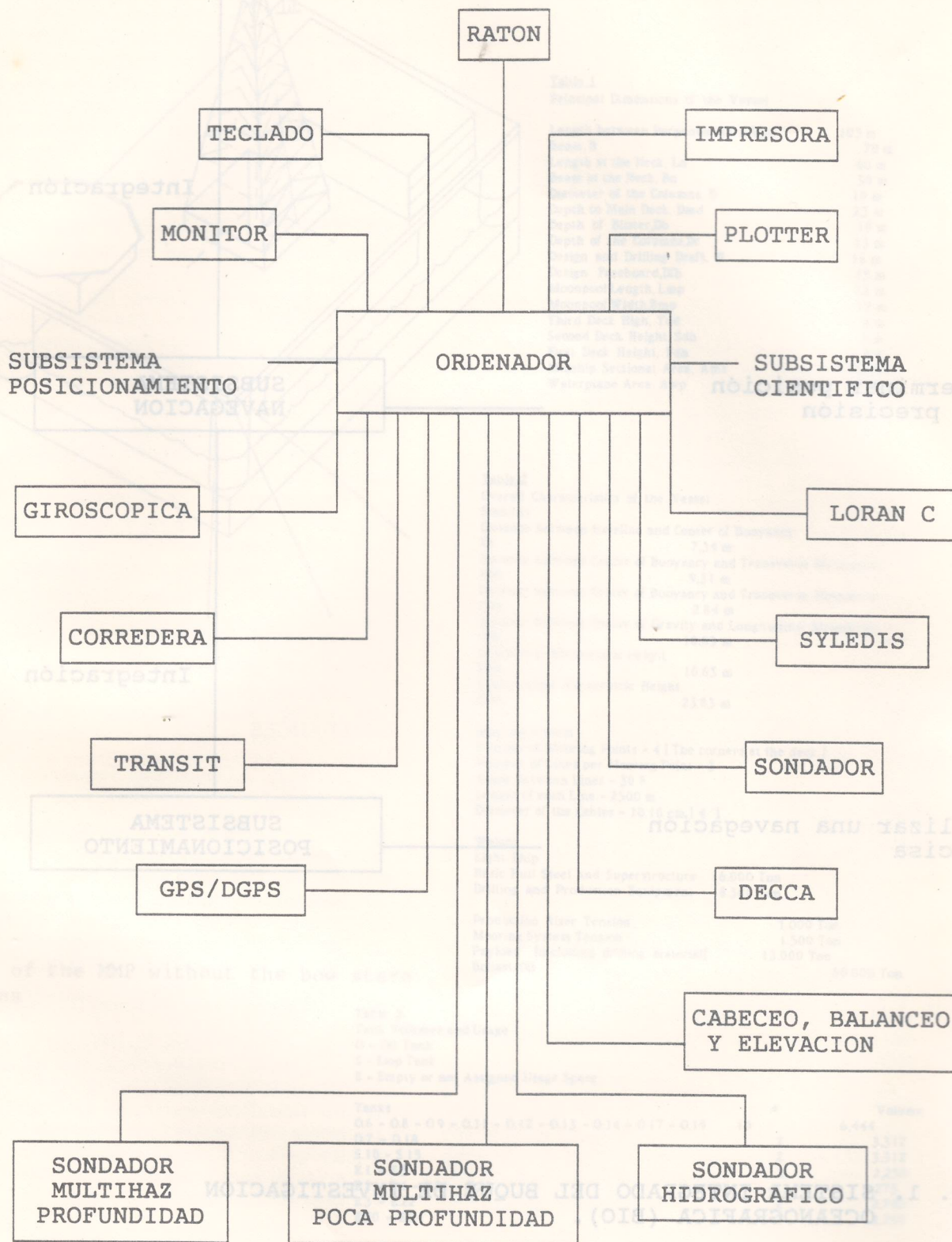


FIG. 2. DIAGRAMA DE BLOQUES DE SUBSISTEMA DE NAVEGACION Y SONDAS

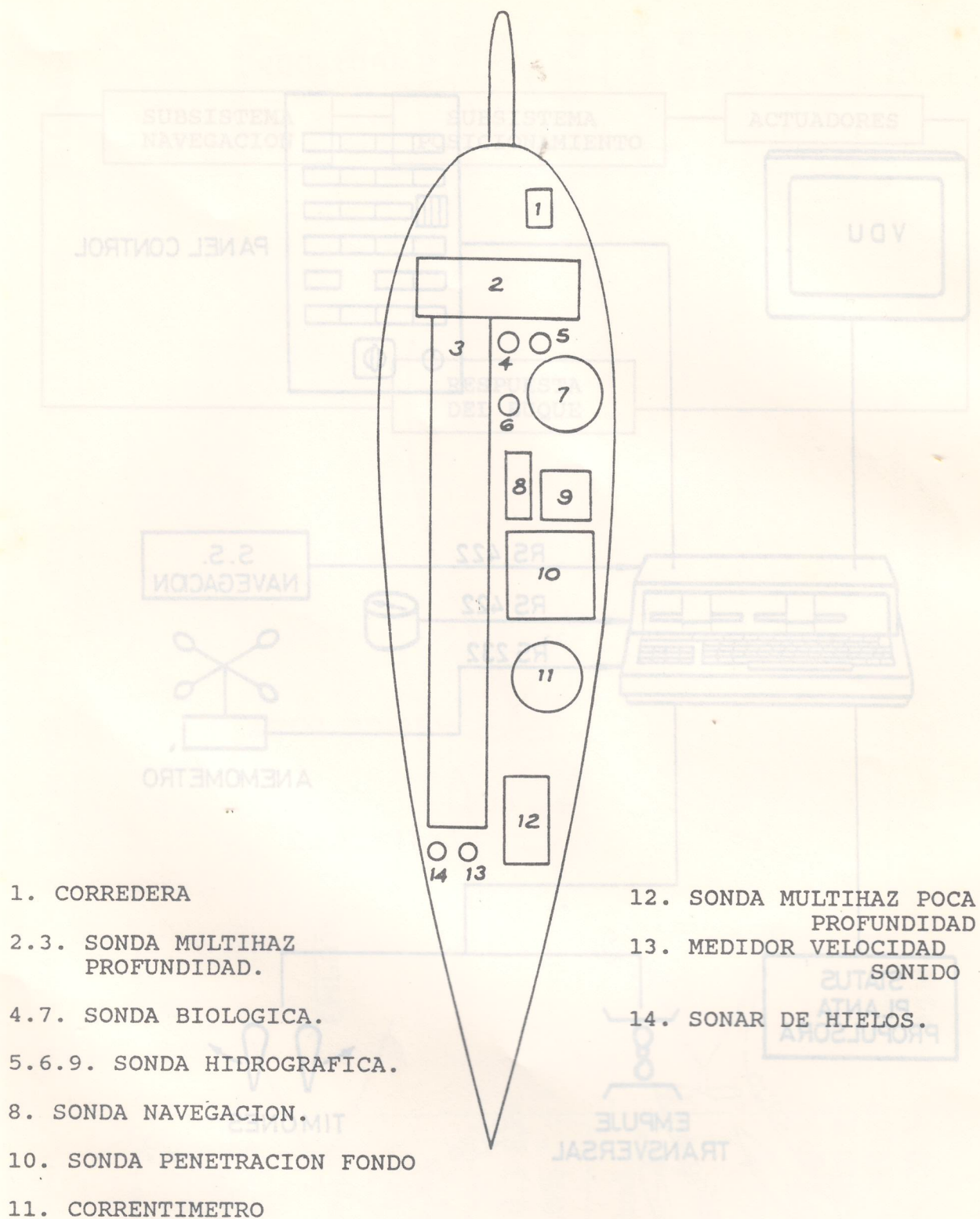


FIG. 3. DISPOSICION DE TRANSDUCTORES EN LA BARQUILLA.

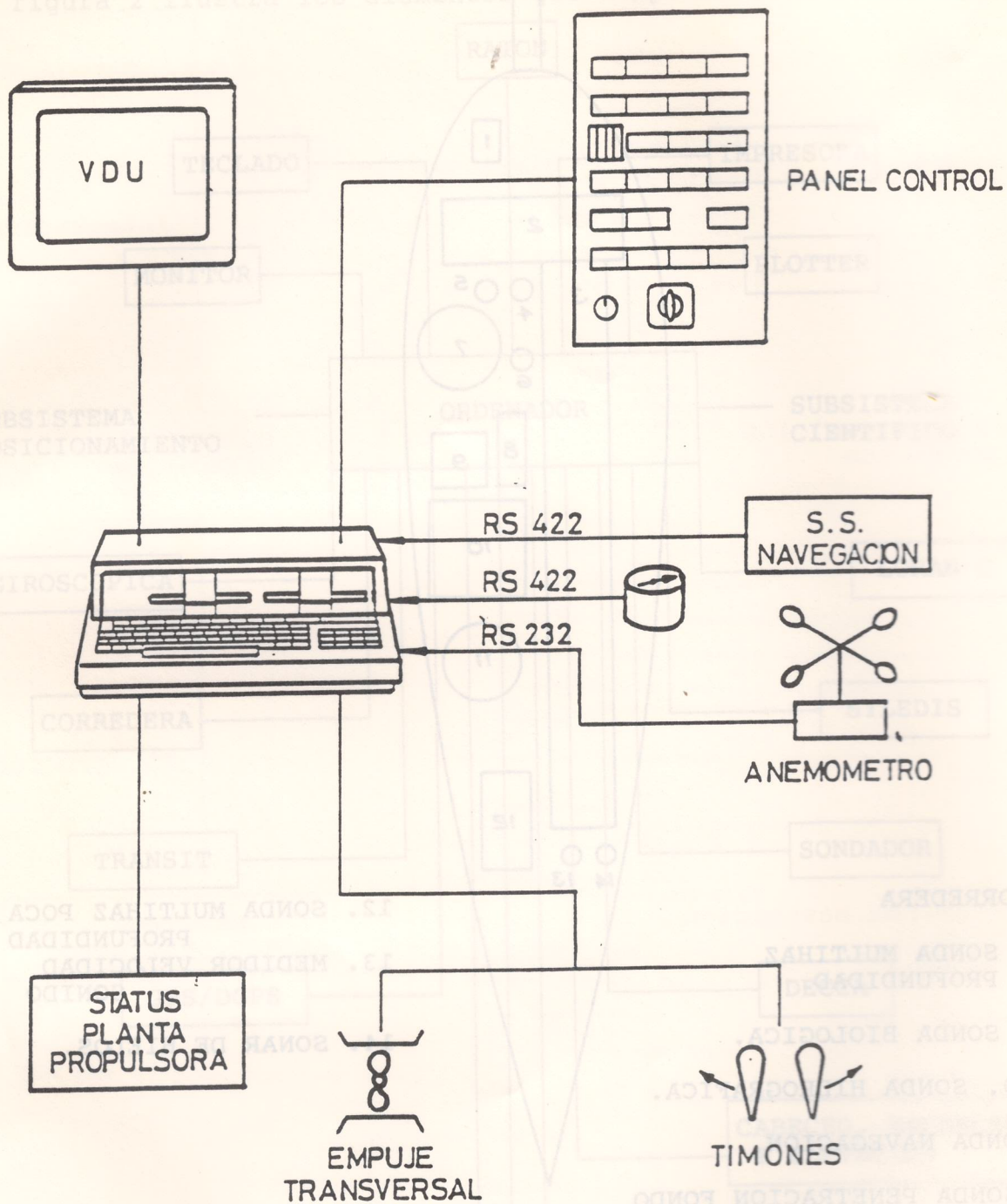


FIGURA 4. SUBSISTEMA POSICIONAMIENTO.

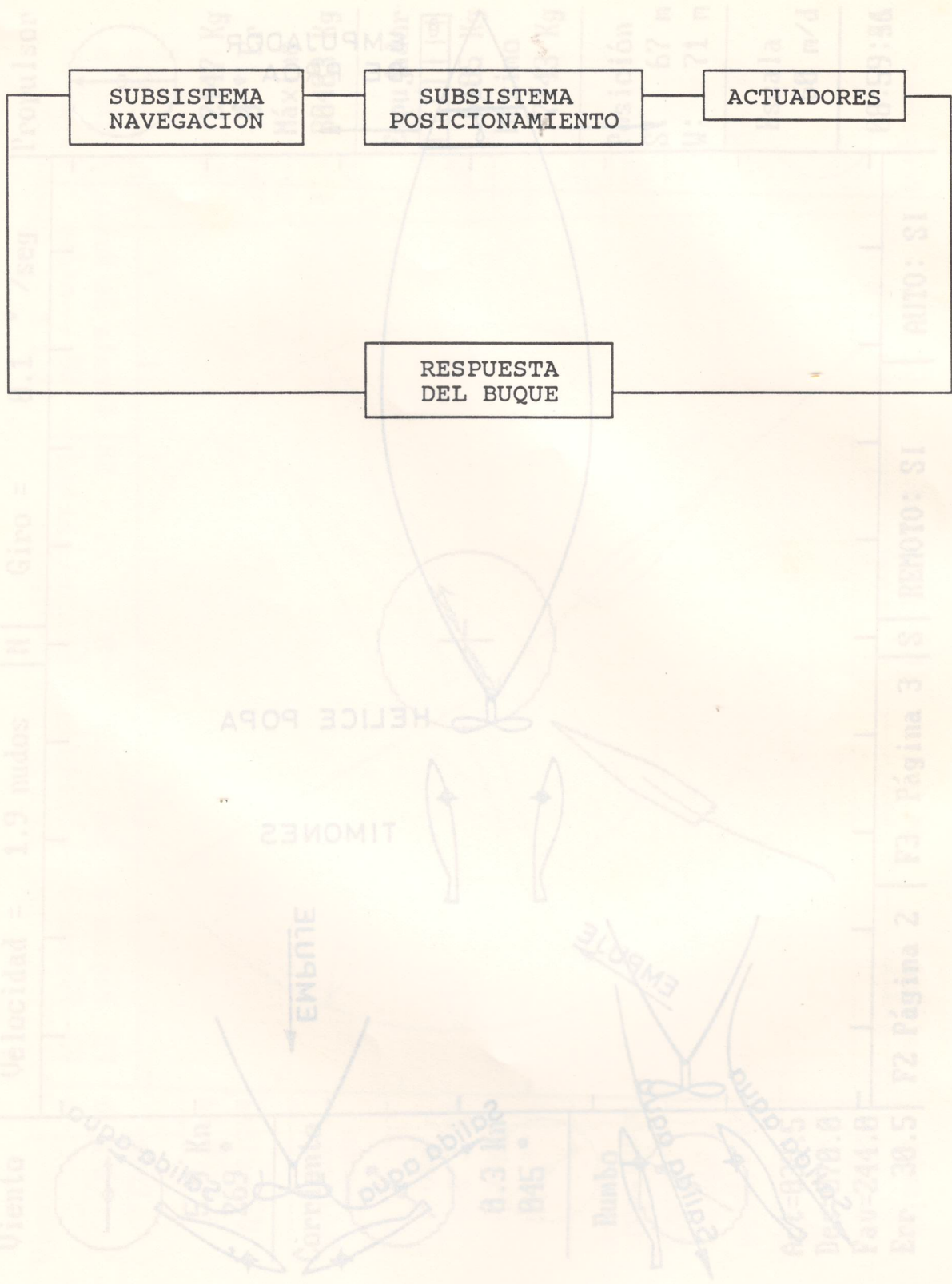


FIGURA 5. BUCLE DE CONTROL DEL SUBSISTEMA DE POSICIONAMIENTO.

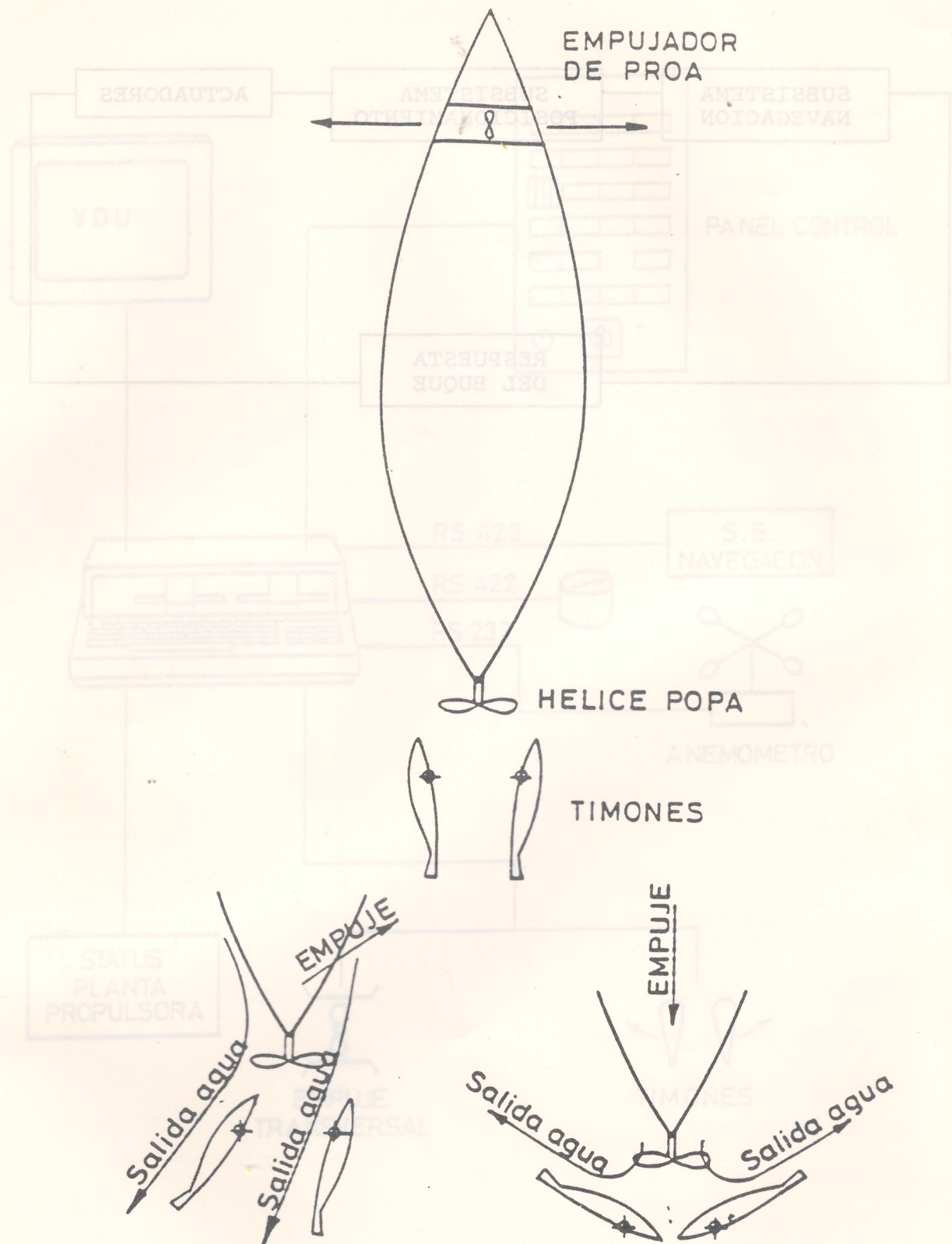


FIGURA 6. ACTUADORES.

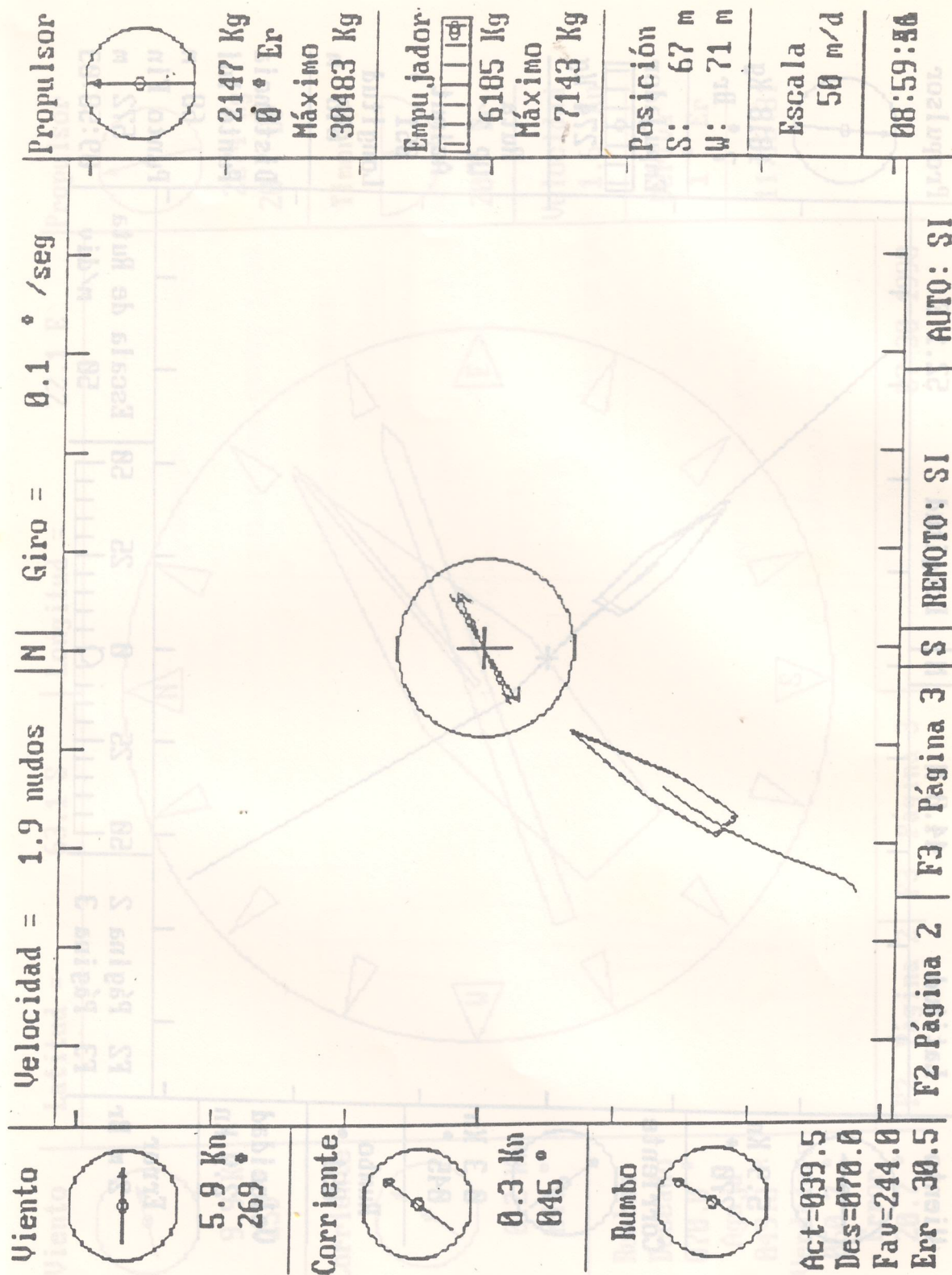


FIGURA 7. MANTENIMIENTO DE POSICION.

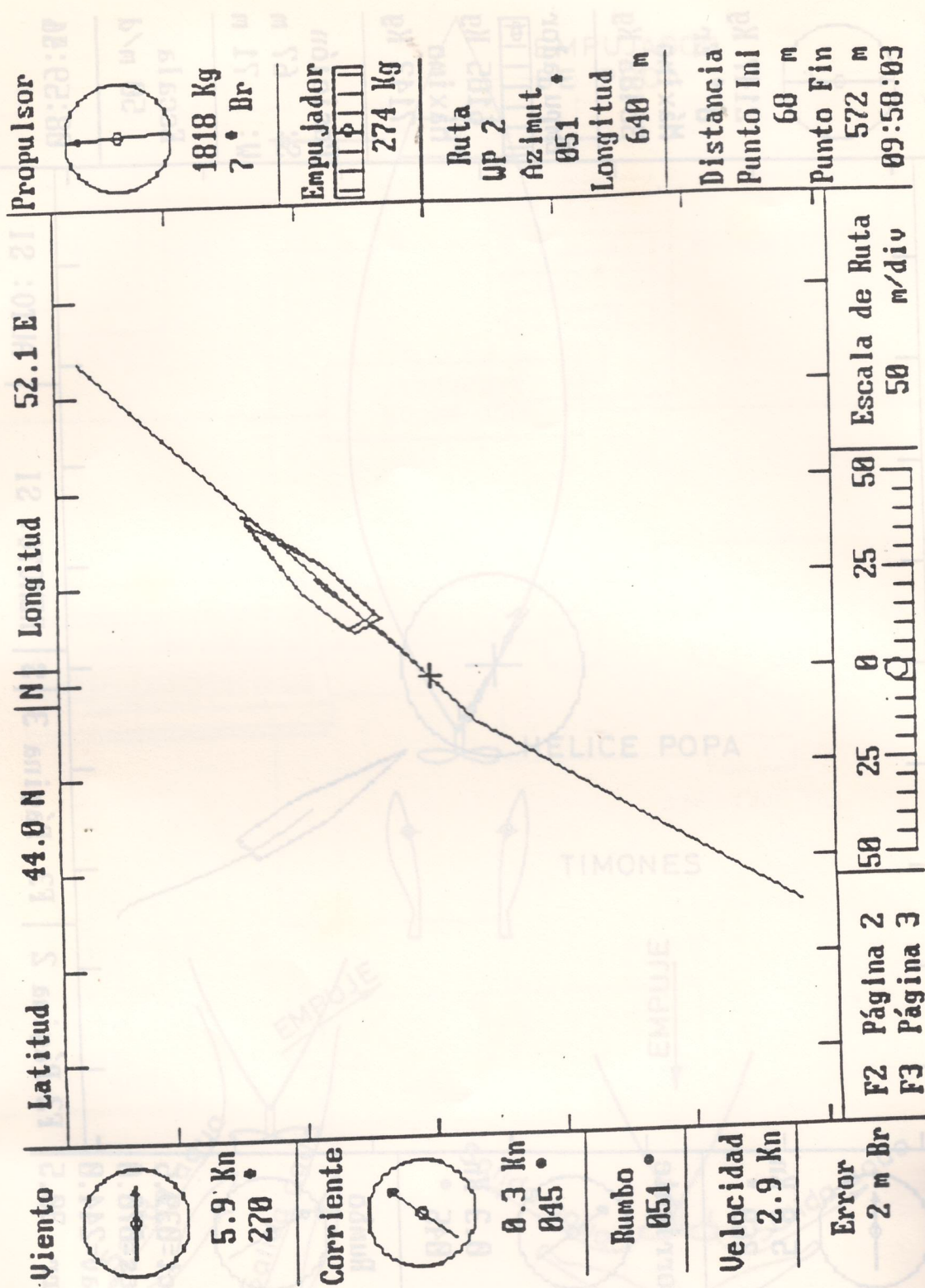


FIGURA 8. SEGUIMIENTO DE RUTAS.

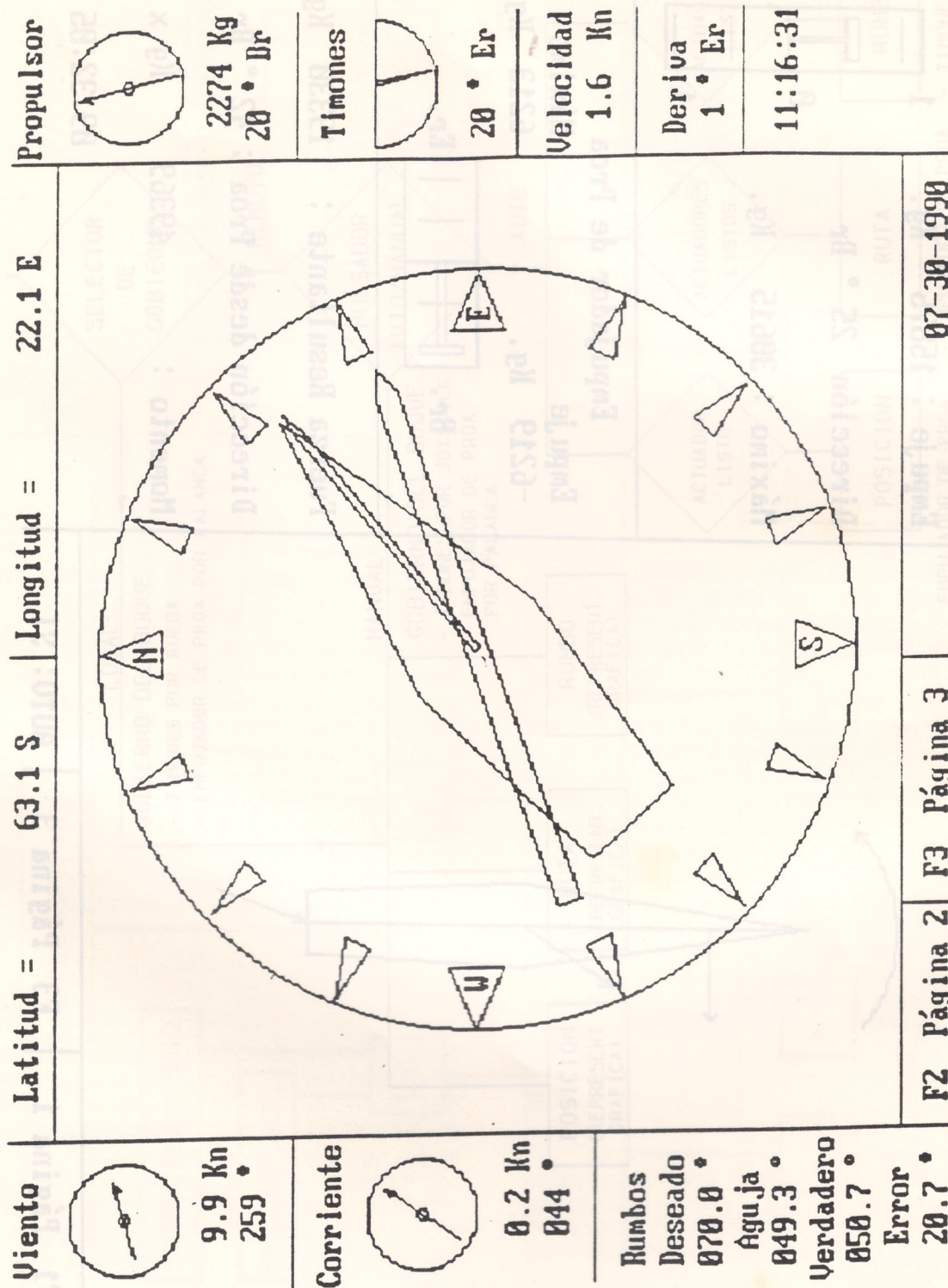
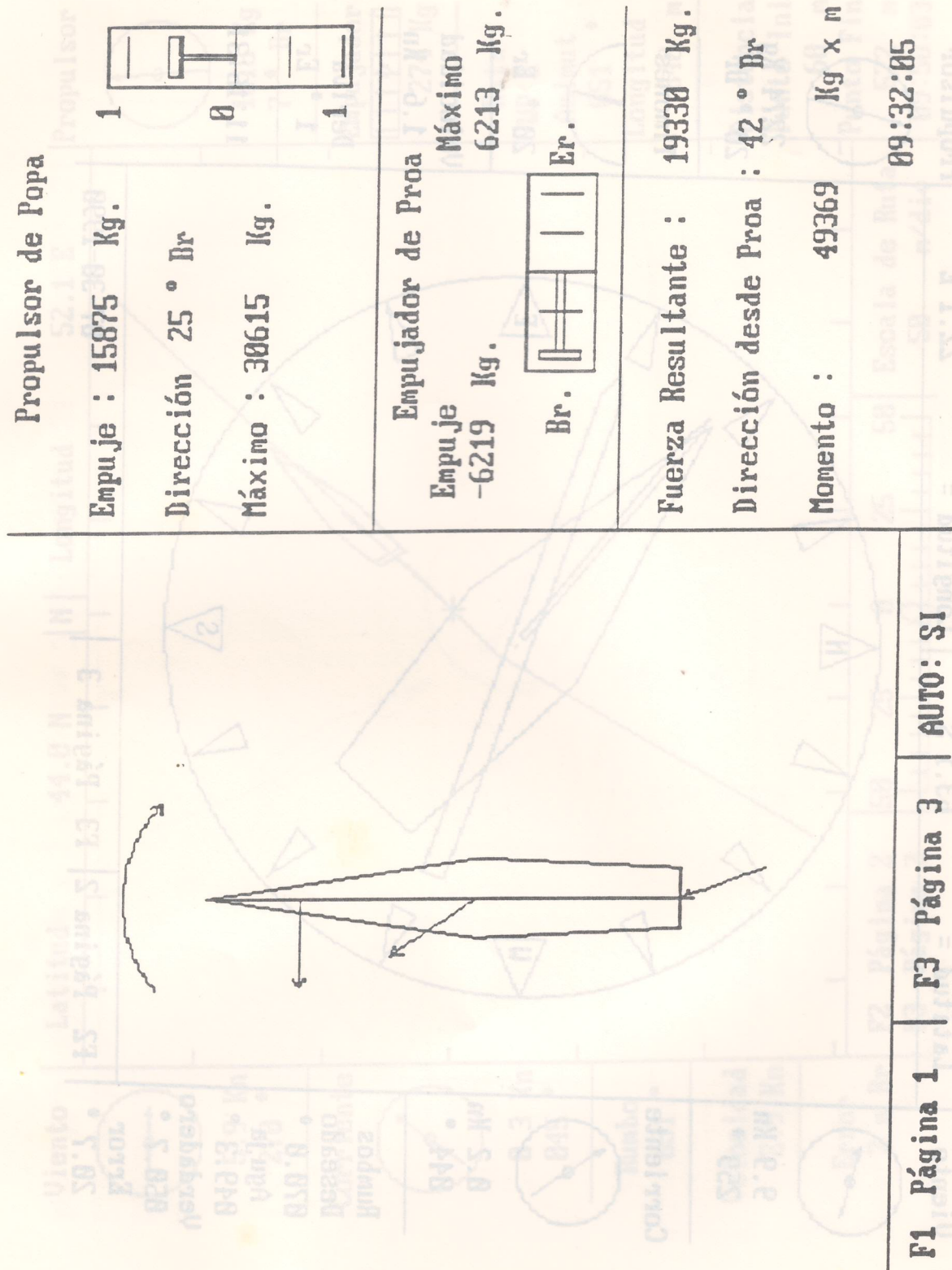


FIGURA 9. SEGUIMIENTO DE RUMBO.

FIGURA 10. REPRESENTACION DE EMPUJES SOBRE EL BUQUE.



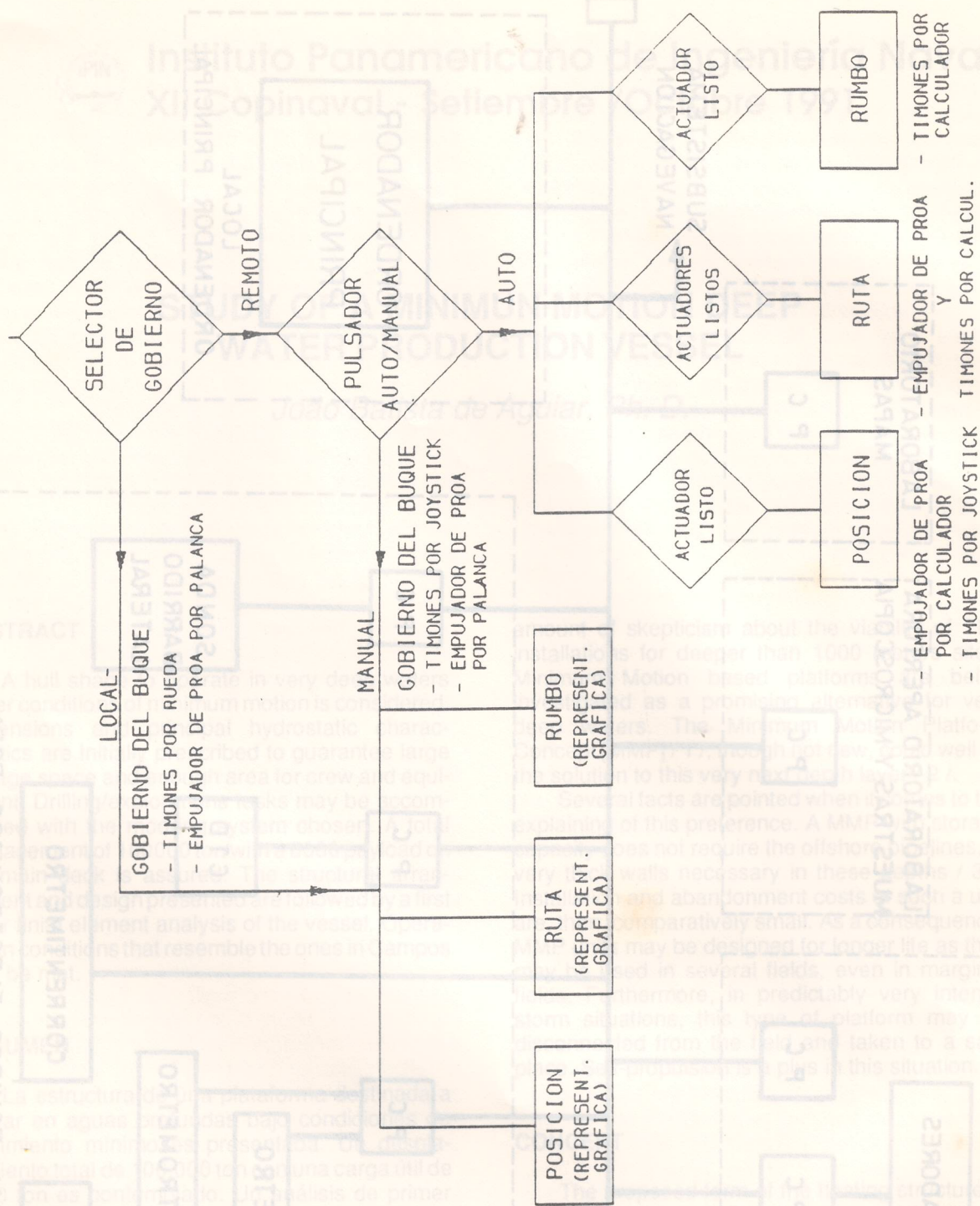


FIGURA 11. SELECCION DEL MODO DE FUNCIONAMIENTO.

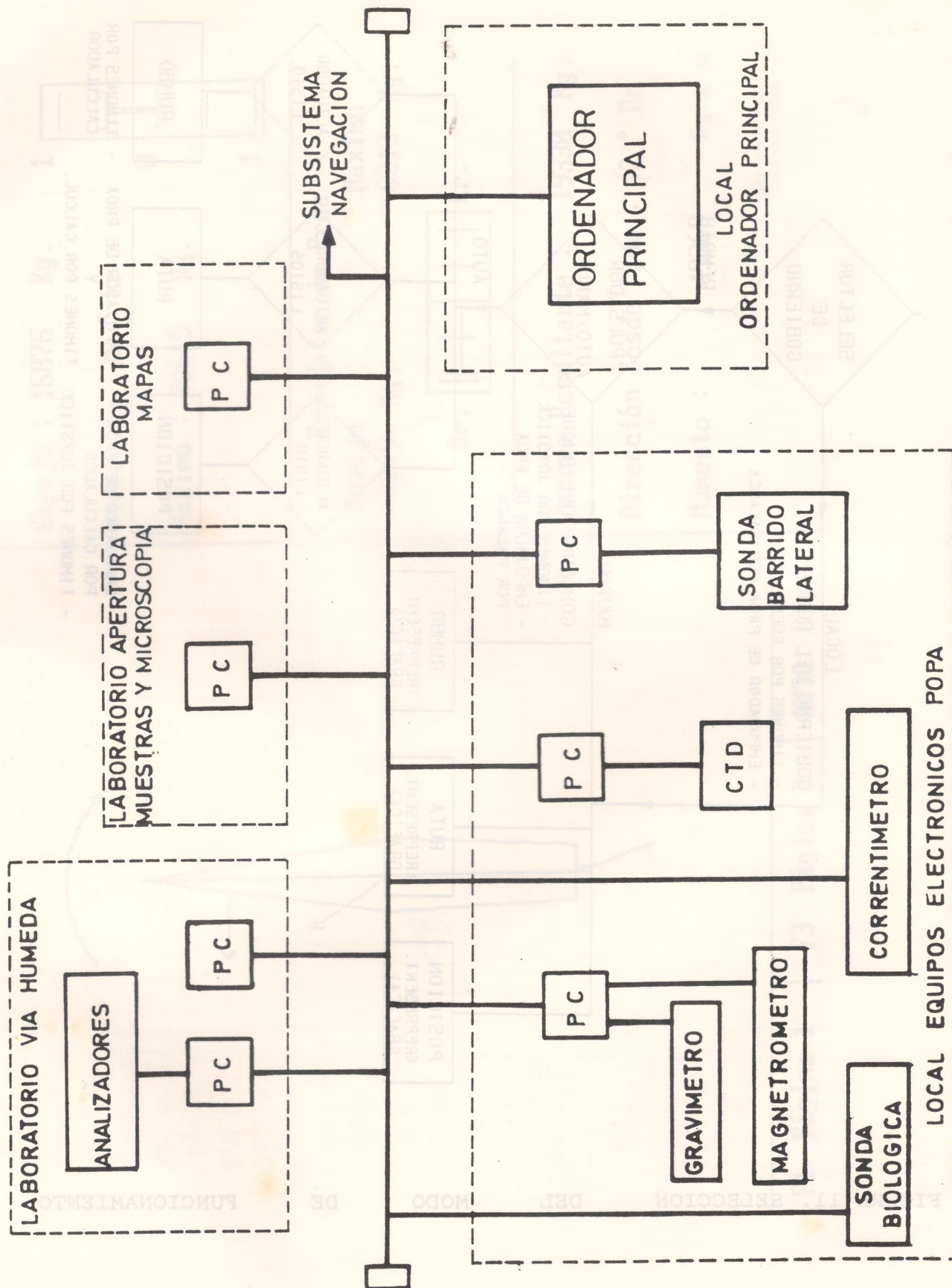


FIGURA 12. SUBSISTEMA CIENTIFICO. DIAGRAMA DE BLOQUES.