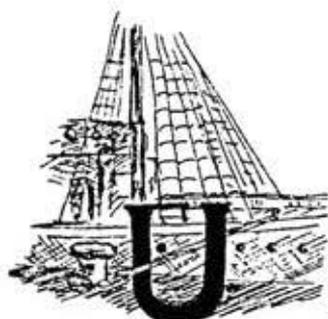


PRINCIPIOS BASICOS DE LOS SISTEMAS COMPUTADOS DE PROCESAMIENTO DE DATOS MARINOS

Por

Rodolfo CAMACHO Olivares
Teniente 1º, Armada de Chile

I. INTRODUCCION



UN CUARTO de siglo atrás, cuando el radar fue asimilado al servicio marítimo, no hubo consenso unánime respecto a que éste fuese un elemento confiable y menos aceptación tuvo aún la idea de que fuera necesario para los buques mercantes. Afortunadamente no todos pensaron así.

Nuevas ideas revolucionarias involucran un riesgo considerable; por otro lado, nuevas y probadas tecnologías aplicadas por medio de antiguos y bien conocidos métodos dan por resultado una efectiva evolución.

Sea que el esfuerzo humano lo empleemos en vigilar o efectuar cálculos repetitivos, en largas deliberaciones, o en desarrollar extensos programas para los nuevos equipos, o en reaccionar con lenti-

tud para encontrar con urgencia un elemento necesario, el resultado siempre es el mismo... ¡El tiempo es oro!

II. PLANTEAMIENTOS GENERALES

En la pasada década varias armadas introdujeron el procesamiento electrónico de datos con el objeto de rebajar la tensión a que estaban sometidos los comandantes de buques y sus oficiales durante las operaciones navales, en orden a incrementar su eficiencia. La necesidad se hizo urgente ante la cantidad de información ahora disponible y entregada por los muchos sensores con que cuenta un buque moderno y por el mejoramiento de la velocidad de los aviones, como también del incremento de los blancos a abatir, todo lo cual ha sobrepasado en mucho la capacidad de reacción humana y su habilidad para discernir, saturándo-

las por completo. En menor grado, esta misma situación bien puede producirse en otras actividades marítimas.

No obstante que el cambio en la cantidad de datos y la disminución del tiempo disponible para reaccionar ha sido tan marcado, el proceso de pensamiento que para todas estas operaciones se ha establecido es fundamentalmente el mismo y ha cambiado muy poco desde que el primer hombre observó y pensó acerca de un objeto móvil y él mismo comenzó a moverse en torno a aquél. Estos procesos de pensamientos, o raciocinios, han sido extensamente relatados en la solución de problemas trigonométricos y cinemáticos, tales como:

a) Trigonometría Esférica. Para navegación astronómica o por satélite.

b) Cinemática. Empleando distancias y ángulos para la solución de problemas de posiciones relativas o geográficas usando velocidad y ángulos para resolver problemas de velocidad relativa, evitar colisiones o efectuar interceptaciones.

Los problemas resueltos fueron principalmente bidimensionales, pero con la llegada de la aviación y los submarinos los problemas tridimensionales se hicieron comunes y ellos pueden tener un gran número de variables.

El método más antiguo de solución fue el uso del ojo y de la mente humana que con entrenamiento constituyen un dispositivo calculador extremadamente eficiente y flexible, pero que, lamentablemente, se ve afectado por la fatiga y el olvido, haciéndolo cometer errores, particularmente cuando el individuo se enfrenta a una situación confusa, o tras largas horas de actividad continuada, o se encuentra enfermo. La ayuda que ha sido posible entregarles consiste en resolvedores mecánicos de ángulos, mesas plotting y recientemente la pantalla indicadora de radar (tipo PPI) de exposición relativa acoplada a un plotting de reflexión. Esto no sólo ha facilitado la solución sino que le ha permitido alcanzar una gran precisión.

Aun si el hombre que realizara el trabajo no fuera tan lento para las situaciones que ahora se experimentan y no sufriera de fatiga, todavía son muchos los errores que poseen los actuales métodos. La medición de distancias y demarcacio-

nes, la transmisión y registro en el momento preciso, la lectura de diales y escalas, la memoria, la transferencia de información desde el ojo a la mano o la palabra y el ploteo de los problemas cinemáticos, todo, todo lo anterior introduce errores. Y al final, la maravillosa velocidad y precisión del radar lamentablemente se pierde durante el proceso de su información; después de haber sido detectada en microsegundos, la información es leída ópticamente, transmitida oralmente y empleada manualmente. A lo anterior queda por agregar el elevado costo que significa el entrenamiento y empleo de los hombres requeridos.

Si estamos dispuestos a mejorar esta situación, entonces debemos reconocer que el progreso llegará con la automatización marítima y debemos auspiciarla. La automatización completa difícilmente podrá ser alcanzada en los próximos diez o veinte años, pero un buen paso hacia ella puede efectuarse mediante el empleo de los Computadores Digitales Electrónicos, que ya fehacientemente han comprobado su confiabilidad y potencial en muchos campos de actividad para absorber aquellos trabajos rutinarios y cálculos repetitivos, permitiéndole al comandante conservar y concentrar su versátil mente y su rica experiencia en la más importante y primera de las tareas, que es "tomar la decisión". El computador es ideal para desarrollar las tareas de medir distancias y demarcaciones de radar, traquear blancos, almacenar información y registrarla si se requiere, efectuar todo tipo de cálculos, estimar rumbos y velocidades y por medio de una pantalla P.P.I. exponer cualquier tipo de información deseada.

Dentro de su memoria digital y circuitos lógicos, perfectamente puede crear y mantener un preciso plotting que reemplaza ampliamente al actualmente en uso, por medio de un rudimentario lápiz y papel.

En algunos casos, la ayuda que proporciona el computador en la actualidad, es capaz de reducir el número de hombres necesarios. Permiéndole una oportuna acción, él puede mejorar la rapidez de la reacción defensiva ante una situación amenazadora.

Con el conocimiento y experiencia que se obtengan en adelante, el avance hacia

la completa automatización será alcanzado paso a paso, pero en forma segura.

III. REQUERIMIENTOS A SATISFACER

Antes de considerar la aplicación de la técnica de la computación electrónica al comando naval y control de las operaciones, se hace necesario conocer los requerimientos de las diferentes situaciones y determinar qué asistencia puede ofrecer a la resolución de los problemas que cada una comprende. En el presente trabajo, para abreviar, se omitirán los análisis de las situaciones para determinar los requerimientos que se deben satisfacer, los cuales sólo serán mencionados independientemente de las situaciones que los gestan y divididos en grupos bajo los encabezamientos de Datos de Entrada, Actividades y Datos de Salida y Salidas.

Datos de Entrada

- Medición de Distancia.
- Medición de Demarcación.
- Medición de Angulos.
- Rumbo Propio.
- Velocidad Propia.
- Tiempo.
- Altura o Profundidad.
- Lectura de Ayudas Electrónicas a la Navegación.
- Observaciones Astronómicas.
- Constantes.

Actividades

- Traqueo de contactos de radar u otros.
- Denominación de contactos o blancos.
- Cinemática.
- Movimiento verdadero con respecto a tierra.
- Determinación y corrección de abatimiento.
- Predicción de la Posición Futura.
- Correlación de las Posiciones.
- Señalamiento de aproximación a peligro.
- Determinación de área de rebusca.
- Conversión de Coordenadas.
- Transferencia de Información.
- Almacenamiento de Información.
- Presentación de Informaciones por instrucciones pre-establecidas, o por demanda.

Datos de Salida y Salidas

a) Información:

- Posición presente, rumbo y velocidad propios.
- Posición futura, rumbo y velocidad propios.
- Posición presente y futura de blancos, rumbo verdadero, velocidad y altura o profundidad.
- Rumbo y velocidad relativas del blanco.
- Predicción de arribos a posiciones definidas.
- Señalamiento de precauciones de arribo a posiciones definidas.
- Predicción de situaciones peligrosas.

b) Presentación:

- Canales de transmisión de datos.
- Grabación.
- Exposición en pantallas P.P.I.
- Mesa Plotting o Diagrama X - Y.
- Unidad Comparadora de Cartas.
- Expositor Panorámico.
- Tableros de Lectura de datos.
- Impresión de información almacenada o calculada.

Esta lista de requerimientos no es exhaustiva, pero contiene los principales y aquellos que pueden darse con la ayuda de métodos de procesamiento electrónico.

Definición de algunos requerimientos

Ciertamente con algunos de éstos no es suficiente su sola mención, haciéndose necesario definirlos y comentarlos adecuadamente.

Lectura de Ayudas Electrónicas a la Navegación

Por esto se entiende la información que proveen los receptores de equipos de Loran o sistema Decca. En general, información de posición proporcionada por sistemas hiperbólicos.

Traqueo de contacto de radar u otros

Para mantener una buena vigilancia sobre los movimientos efectuados por los demás buques de la fuerza o los blancos y poder determinar sus rumbos y velocidades, es necesario efectuar un registro sistemático de sus posiciones presentes. Esto se ha hecho básicamente sobre una mesa plotting, pero ahora se puede por

medio de un sistema basado en computador, para lo cual cada contacto que desee ser traqueado se le indica al sistema por medio de un cursor electrónico, o un marcador que pueda ser controlado por una "bola rodante", joystick o por dos perillas y, por último, por un lápiz luminoso.

Denominación de contactos o blancos

Para mantener individualizados los blancos, a cada uno se le asigna una letra, número o símbolo que lo identifique. En un sistema de computador, éstos pueden ser memorizados y automáticamente grabados a lo largo del track que registre el contacto en una pantalla P.P.I.

Cinemática

Con excepción de la simple computación de la distancia recorrida a un rumbo fijo en un tiempo dado, la mayoría de los problemas cinemáticos requieren de la resolución de alguna forma de triángulos o combinación de ellos.

Un sistema de computador entrega las respuestas con una exactitud y velocidad marcadamente superiores a las obtenidas por medio de un plotting manual y el cálculo mental.

Movimiento verdadero con respecto a tierra

Cada vez que se requiera mostrar la información de un blanco obtenida de los sensores de un buque en movimiento, mediante una referencia geográfica, la estabilización necesaria debe ser deducida de los movimientos del buque. Esto se hace por medio de una mesa plotting mecánica (D.R.T.).

En la actualidad las pantallas P.P.I. asociadas a un computador que efectúa las correcciones necesarias a la información recibida en forma relativa, cumplen con mayor rapidez este cometido.

Determinación y corrección del abatimiento

El abatimiento desvirtúa cualquier ploteo geográfico, pero este error puede ser minimizado introduciendo las correcciones aproximadas. El abatimiento puede ser completamente corregido por medio del traqueo automático de un blanco geo-

gráficamente fijo o por medio de un pequeño sistema inercial.

Predicción de la posición futura

La predicción de la posición futura se requiere para señalar el momento de arribo a puntos definidos del buque propio, otros buques, aviones y blancos, examinar las posibilidades de colisión, forma de llevar la estima y la interceptación de blancos. Los métodos de ploteo tradicionales fueron establecidos básicamente para obtener dichas respuestas. Con la ayuda de un computador se puede lograr la solución de estos problemas en situaciones mucho más complejas sin que el tiempo empleado en resolver los cálculos afecte demorando la obtención de las respuestas.

Correlación de las posiciones

Para cualquiera actividad de traqueo es esencial mantener la correlación de la posición pasada con la presente. El ploteo manual satisface esa necesidad, pero un sistema de computador puede brindar un servicio mucho más rápido y preciso, particularmente cuando se trata de seguir blancos a través de zonas de desvanecimiento y para conjugar informaciones recibidas de diferentes medios.

Señalamiento de aproximación a peligros

Es efectuada por medio de una alarma cuando se está o se llegará a los límites de un área peligrosa, cuando el peligro se halla en una determinada demarcación o sobre el track que sigue el buque. Esto puede ser hecho por medio de un ploteo manual sobre una carta adecuada o en una pantalla P.P.I., pero será mucho más eficiente si se realiza con un sistema de computador. Su uso es conveniente principalmente para advertir colisiones o varadas.

Determinación de área de rebusca

Resulta altamente conveniente delinear el área en torno a un DATUM por un círculo que se expanda de acuerdo al tiempo de abatimiento o la velocidad del blanco. Un computador puede realizarlo automáticamente.

Conversión de coordenadas

La conversión de coordenadas rectangulares a coordenadas de latitud y longitud comúnmente puede efectuarse sin mayores dificultades, pero la conversión de una posición dada por sistemas hiperbólicos a coordenadas de latitud y longitud sólo puede ser conseguido por medio de un plotting. Sin embargo, lo anterior puede realizarse fácilmente por un intercambio matemático digital efectuado por un computador.

Transferencia de información

Poseer información actualizada siempre constituye una ventaja, y por ello, en algunas circunstancias, resulta muy provechoso traspararla a otros centros de uso. Los métodos normales de transferencia de información son muy pobres y están limitados a dispositivos rotatorios mecánicos, sistemas fónicos, telegrafía y la palabra escrita. Un computador, usando solamente dígitos binarios, posee un gran potencial de transferencia de datos gracias a su enorme velocidad y volumen de tráfico, tanto dentro del mismo buque, como entre buques o entre éstos y bases.

Almacenamiento de información

El almacenamiento de información normalmente se ha hecho en la memoria humana, en tableros, en plottings o en bitácoras. Ahora puede hacerse en la memoria de núcleo magnético del computador, cintas perforadas o cintas magnéticas, para su uso inmediato o posterior.

Presentación de informaciones

Los antecedentes o informaciones necesarios para ejercer el comando o el control siempre deben estar disponibles y a mano del comandante u hombre que efectúa el control para verificar y señalar el correcto desarrollo de los acontecimientos.

Un sistema de computador posee la ventaja de estar diseñado para presentar o exponer, ante el comandante u hombre que ejerce el control, ciertas informaciones sin que para ello sea necesario requerirlo y otras, bajo especial demanda.

Canales de transmisión de datos

Los canales de fonía y telegrafía comparativamente son lentos e inducen a

errores ante los canales controlados por un computador digital electrónico, que por su rapidez y precisión están idealmente diseñados para transferir información certera y actualizada.

Grabaciones

Virtualmente toda la información que antes se registraba laboriosamente en bitácoras y cartas plotting ahora puede ser grabada por un computador, directamente en papel o cintas magnéticas, con mucho mayor consistencia y exactitud que cuando se hacía a mano.

Exposición en pantallas P.P.I.

El desarrollo que ha tenido la pantalla P.P.I., en lo que respecta a su tamaño y precisión, le permiten reemplazar con mucho éxito a la mesa plotting. Sin embargo, si se le usa con el mismo método de la mesa plotting, toda la precisión que dispone una información de radar se perderá. Esas capacidades potenciales pueden ser completamente explotadas por medio de un ploteo matemático en un computador y usando la pantalla P.P.I. como un dispositivo de control para dirigir la actividad del computador y brindar, al comandante y equipo de control, un cuadro de la situación en que se encuentran comprometidos.

Mesa plotting o diagrama X - Y

La mesa plotting convencional (D.R.T.) no necesita comentario. El diagrama X - Y es una etapa más avanzada de la anterior que tiene la capacidad de entregar la información registrada sobre ella al computador con referencia a un punto geográfico y con gran precisión.

Unidad comparadora de cartas

Ya que el trabajo del navegante se basa en una carta, es muy conveniente que los resultados de ese trabajo sean referidos a esa carta. La posibilidad de efectuar esto automáticamente con un computador es perfectamente practicable.

Expositor Panorámico

En lugares donde el radar no tiene uso directo, como en el recinto de un Cuartel General o en un Estado Mayor, es más apropiado exponer la información proyectándola sobre un telón adecuado, que

vendría a ser el equivalente de la pantalla P.P.I.

Tableros de lectura de datos

En las Comandancias en Jefe Navales se hace mucho uso de tableros, en los cuales, en forma temporal pero constante, se registra información de las fuerzas propias y enemigas. Con un computador esta información puede ser aumentada enormemente, pero el tablero se transformaría en un listado o en una presentación visual en un tubo de rayos catódicos (tipo pantalla TV.).

La información expuesta puede ser seleccionada a voluntad o coordinada con la información expuesta por la pantalla P.P.I. del radar.

Impresión de la información almacenada o calculada

La información puede ser leída directamente de los bitácoras, libros registros o ploteos. Con un computador, además, la información puede imprimirse automáticamente en teletipos y en listados.

IV. MARIDAS — UNA SERIE DE SISTEMAS DE PROCESAMIENTO DE DATOS MARITIMOS POR COMPUTADORES

Hemos enumerado y revisado los principales requerimientos del comando en diferentes situaciones marítimas o navales, pero no definido los posibles sistemas de los cuales surgen estos requerimientos.

Si nos fijáramos en las pequeñas diferencias de esas situaciones y sus posibles sistemas, la lista sería extremadamente larga, pero haciendo abstracción de ellas, todas las posibilidades quedan encuadradas en las siguientes grandes áreas:

- Buques mercantes.
- Buques de guerra de superficie.
- Submarinos.
- Lanchas patrulleras rápidas.
- Hovercraft.
- Helicópteros.
- Patrullaje aéreo marítimo y de costa y servicio aéreo de rescate marítimo.
- Buques de contramedidas para minas.
- Trabajos hidrográficos y oceanográficos.

- Comandancias en Jefe Navales.
- Control de puertos y pilotaje.

Bajo cada una de estas áreas las variaciones en requerimientos diferirán principalmente en el detalle y énfasis con que en mayor o menor forma aprovechen el sistema.

Las variaciones circunstanciales, tanto físicas como operacionales, pueden parecer a primera vista de consideración, pero para los equipos modernos, ellas no son de significación y no alteran la naturaleza de los requerimientos.

Todos los sistemas mencionados cuentan con equipos que les son comunes, tales como:

- Computadores digitales.
- Elementos para programar los computadores.
- Equipos para medición de distancias y demarcaciones.
- Procesador de señales de video del radar.
- Autotraqueador.
- Generador de símbolos.
- Transmisores de datos y canales de radio.
- Grabadoras.
- Pantalla P.P.I. estabilizada para movimiento verdadero.
- Diagrama X - Y.
- Unidad comparadora de cartas.
- Teletipo e impresor de listados automáticos.

La comunidad de requerimientos y de equipos que pueden suplirlos es la esencia del "MARIDAS", Maritime Data Systems.

La figura 1 muestra un esquema de los requerimientos generales que interesan a las diferentes áreas de actividades marítimas mencionadas en este trabajo.

V. ESPECIFICACIONES PARTICULARES DE MARIDAS PARA BUQUES DE GUERRA DE SUPERFICIE.

Los requerimientos de un buque de guerra de superficie son probablemente los más complejos. Para las unidades más grandes, tales como portaaviones, el campo de sus requerimientos no tiene paralelos y no guardan mucha relación con lo tratado en el presente trabajo. Sin embargo, las necesidades de los buques me-

MARIDAS COMUNES Y SUS REQUERIMIENTOS POTENCIALES (Fig. 1).

Requerimientos Potenciales	Sistemas Marítimos											TOTALES	
	Buques de Guerra	Submarinos	Lanchas Patrulleras Rápidas	Hovercraft	Helicópteros	Patrulleros Marítimos y Costeros	Servicio Aéreo de Rescate y Aviones	Buques Contra Medidas para Minas	Buques Hidrográficos	Comandancias en Jefe Navales	Control de Puertos y Pilotaje		Buques Mercantes.
1.—Traqueo Automático de Blancos después de Iniciación Manual	V	V	V	V	V	V	°	V	—	—	V	V	9
2.—Denominación de Blancos, Líneas Demarcatorias, Círculos de Distancias, etc.	V	V	V	V	V	V	°	V	—	V	V	V	10
3.—Medición de Distancias	V	V	V	V	V	V	°	V	—	—	V	V	9
4.—Medición de Demarcaciones	V	V	V	V	V	V	°	V	—	—	V	V	9
5.—Resolución Cinemática	V	V	V	V	V	V	°	V	V	V	V	V	11
6.—Información Estabilizada Geograf.	V	V	V	V	V	V	°	V	—	—	—	V	8
7.—Determinación del Abatimiento	V	V	V	V	V	V	°	V	—	—	>	V	9
8.—Predicción de la Posición	V	V	V	V	V	V	°	V	V	V	V	V	11
9.—Correlación de la Posición	V	V	V	—	V	V	°	V	—	—	—	—	6
10.—Señalamiento de Peligros	V	V	V	V	—	—	°	V	—	—	V	V	7
11.—Delineación Area de Rebusca	V	V	V	—	V	V	°	—	—	V	—	—	6
12.—Conversión de Coordenadas	V	V	V	V	V	V	°	V	V	V	—	—	9
13.—Transferencia de Informaciones	V	V	V	—	V	V	°	V	—	V	—	V	8
14.—Almacenamiento de Información	V	V	V	V	V	V	°	V	V	V	V	V	11
15.—Grabación de Información	V	V	—	—	—	—	°	V	V	V	—	V	6
16.—Lectura Sistemas Hiperbólicos	V	V	V	V	V	V	°	V	V	—	—	V	9
17.—Cálculos Astronómicos	V	V	—	—	—	V	°	—	V	—	—	V	5
18.—Exposición en Pantallas P.P.I.	V	V	V	V	V	V	°	V	—	—	V	V	9
19.—Diagrama X-Y (Masa Plotting)	V	—	—	—	—	—	°	V	V	—	—	—	4
20.—Unidad Comparadora de Cartas	V	—	V	V	—	V	°	—	—	—	—	V	5
21.—Expositor Panorámico	—	—	—	—	—	—	°	—	—	V	V	—	2
22.—Otros Cálculos	V	V	—	—	—	V	°	—	V	—	—	V	5
Totales en cada Sistema:	21	19	17	14	15	19	17	9	9	11	17		
Nota:													
> = Sólo Información de Marcas													
φ = Diferencias debido a las circunstancias													

nos sofisticados tienen gran similitud con aquéllas de las diferentes situaciones marítimas aquí consideradas.

Los requerimientos básicos son: el traqueo de un gran número de blancos y la resolución de los problemas a ellos asociados tales como cálculo de sus posiciones, determinación de sus rumbos, velocidades, altura o profundidad (según corresponda), recolección continua y actualizada de las informaciones concernientes a los blancos que interesan, datos de navegación del buque propio y distribución de las informaciones procesadas a los usuarios, tanto dentro de la propia unidad como a los de otros buques.

La capacidad de traqueo automático requerido aproximadamente es de veinte blancos y contactos de superficie con velocidades superiores a los 100 nudos, diez blancos aéreos con velocidades superiores a los 1000 nudos y de tres blancos submarinos. Cada uno de estos blancos debe poseer un símbolo de identificación el cual debe aparecer junto al eco que marca en la pantalla P.P.I. y que debe ser usado cuando se interroga al computador sobre información de ese blanco. Segmentos luminosos, que aparezcan en la pantalla P.P.I., que indiquen los vectores de rumbo y velocidad verdadera de aquellos blancos que necesitan una atención inmediata; de ellos debe contarse con una cantidad equivalente al 15% de los blancos que se registran.

Las pantallas P.P.I. deben servir como cuadros de apreciación tanto como de dispositivos de control y poder presentar el panorama relativo o verdadero, tanto como los ecos con sus respectivos símbolos, y ser capaces de entregar, cuando se necesite, lo siguiente:

- Tres líneas de demarcaciones desde el buque propio, como de otros buques.
- Dos círculos de expansión para delimitar áreas de rebusca.
- Dos círculos ajustables para señalar áreas de peligró.

Los datos referentes al buque propio y a los blancos deben ser expuestos de acuerdo a un programa de instrucciones previamente establecidas o según sean demandadas, tanto en las pantallas P.P.I. como en los tableros de lectura de datos.

Estas informaciones deben incluir identificación del track, rumbo, velocidad, tiempo y distancia para alcanzar una posición, y otras informaciones adecuadas, tales como "vectacs" para el control de helicópteros. También debe exponer la posición del buque propio en latitud y longitud derivada de la derrota por estima, señalando la corrección por abatimiento determinada por situaciones astronómicas, sistemas hiperbólicos, o de radar, según se disponga.

La información que se transfiera dentro del buque será la necesaria para la designación de blancos. La información que se intercambie con otras unidades se hará por canales de transmisión de datos y teletipos, y será: demarcaciones, posiciones relativas, posiciones con referencia geográfica y otros datos suplementarios. Si se desea, cualquiera de todas estas informaciones que procesa el sistema puede ser grabada, con el objeto de analizar las operaciones efectuadas, realizar críticas o sacar conclusiones que permitan mejorar el rendimiento de la unidad.

VI. EL COMPUTADOR

Por todo lo tratado hasta el momento resulta fácil comprender que el corazón del sistema es el computador. En este capítulo se dará una imagen global de este dispositivo y de sus capacidades.

El computador que requiere MARIDAS es un computador digital de propósito general y de programación almacenada que posee una gran velocidad de operación y cuya memoria es de acceso permanente. Es digital porque las cantidades (y datos) son representadas por circuitos estáticos discretos: esto es, cada elemento del circuito conduce o no conduce, la corriente fluye con polaridad positiva o con negativa. En comparación, un computador analógico representa una cantidad (o número) por un voltaje o corriente, que es proporcional a la cantidad; este voltaje, o corriente, puede asumir cualquiera de los infinitos valores posibles.

Es un computador de propósito general, porque solamente variando su programación, podrá resolver una variedad equivalente de problemas, sin que ello signifique un cambio en su diseño.

Se dice que es un computador de programación almacenada porque resuelve cada problema en particular por medio de la ejecución de una lista de instrucciones que se hallan almacenadas dentro de su memoria. Los únicos tipos de problemas que un computador digital puede resolver son aquellos que le han sido formulados siguiendo reglas estrictas. Poco significa cuan complejas sean estas reglas si ellas han sido establecidas con anticipación.

El computador puede dividirse en cuatro unidades principales, que son:

- Unidad Aritmética.
- Unidad Control.
- Unidad de Entradas y Salidas.
- Unidad Memoria.

La "Unidad Aritmética" realiza todas las operaciones aritméticas y funciones esenciales, como la gestación de un mensaje de respuesta.

La "Unidad Control" interpreta las instrucciones y controla la secuencia de las operaciones que realiza el computador.

La "Unidad de Entradas y Salidas" provee los elementos para las comunicaciones con los equipos externos, permitiendo la entrada de los datos necesarios para obtener las soluciones y la lectura de las respuestas.

La "Unidad Memoria" almacena los programas, tablas de valores, datos, constantes y resultados parciales (en forma transitoria) necesarios para llegar a la solución requerida.

El computador usa el sistema binario para realizar sus operaciones aritméticas. Este, como sabemos, emplea sólo dos dígitos, ceros y unos, lo que facilita enormemente el problema de los circuitos electrónicos, pues siempre sólo habrá dos estados que reconocer.

Las operaciones de un computador digital común consisten de adición, sustracción, multiplicación y división. En un computador MARIDAS, todas las operaciones son substractivas. Esto significa que la adición, multiplicación y división se realizan empleando la sustracción solamente.

Usando sólo la sustracción, las divisiones y multiplicaciones son procesos repetitivos comparativamente largos, pero

que, por la velocidad a que opera el computador y la bondad del método, se compensan ampliamente. La habilidad del computador para hacer trabajos rutinarios velozmente permite la obtención de soluciones que, de otra forma, emplearían muchos hombres-años en lograrlas. Como un ejemplo, la memoria de acceso permanente del computador contiene cerca de un millón de elementos cuánticos de información, denominados "bits" binarios. Treinta de estos "bits" constituyen una palabra computada que puede ser extraída desde cualquier parte de la memoria en 2.5 millonésimas de segundo. Una instrucción promedio para ser completamente realizada requiere alrededor de 13 millonésimas de segundo. De este modo, sin considerar el elemento humano, 75.000 instrucciones pueden ser realizadas en 1 segundo.

La instrucción de computación consiste en una lista de 62 operaciones simples, tales como: sumar, restar, parar, almacenar y leer. Es tarea del programador (persona entrenada en el arte de elaborar los programas del computador) estructurar la lista de instrucciones, denominada programa, usando combinaciones de las 62 instrucciones básicas.

Las instrucciones normalmente son ejecutadas en la secuencia numérica en que fueron almacenadas en la memoria del computador. Un computador digital, sin embargo, posee una característica muy especial; la de poder adoptar determinaciones elementales y, sobre la base de una determinación, tomar uno u otro curso de acción. El programador reduce todas las decisiones a expresiones numéricas que para el computador signifiquen positivo, negativo, cero, no cero, mayor que, menor que, o igual a otro número. Dependiendo de cuál sea la decisión adoptada, el computador podrá seleccionar la siguiente instrucción ya sea continuando la secuencia numérica, o bien, localizando otra en cualquier lugar de la memoria. Esta habilidad que posee el computador de poder "saltar" siguiendo la decisión adoptada, permite que una porción del programa se repita tantas veces como sea necesario antes que el computador regrese a la porción principal del programa.

El computador MARIDAS siempre está asociado con un dispositivo generador de símbolos. Este dispositivo provee las for-

mas de ondas necesarias para dibujar en las pantallas P.P.I. los símbolos deseados. El generador recibe un mensaje desde el computador que le indica cual es el símbolo que debe ser presentado. La localización del símbolo en la pantalla, sin embargo, es una función propia del computador.

VII. ELEMENTOS DE PROGRAMACION

En el capítulo III vimos los principales requerimientos de MARIDAS sin relacionarlos con situaciones específicas. En el capítulo V vimos en forma general las especificaciones especiales de MARIDAS para un buque de guerra de superficie, sin tampoco haber indicado cómo se lograban relacionar adecuadamente las diferentes informaciones y actividades para dar solución a los diferentes problemas que se le plantean al computador y luego exponer los resultados. Esta relación necesaria la brinda el programa diseñado para cada situación en particular.

Un programa de instrucciones es un grupo de números codificados y registrados tanto en una cinta magnética como en una cinta perforada. La grabación de las cintas de programas es una labor que pertenece a un Centro de Programación (Centro de Programación de la Flota). Luego las cintas son enviadas a los diferentes buques que disponen de MARIDAS. En cuanto las instrucciones son introducidas electrónicamente a la memoria del computador, ellas le indicarán cómo realizar tareas matemáticas, tales como sumar un número con otro, o cumplir un trabajo interno, cómo almacenar datos en la memoria del computador. La serie de instrucciones, que constituyen un programa, permiten realizar las numerosas operaciones matemáticas simples que lograrán obtener la solución de un problema mucho más complejo.

La disposición o secuencia de las instrucciones dentro de un programa se basa en el tipo de problema que el programador desea resolver. Un cambio en un programa requiere sólo de que una nueva cinta se introduzca al computador.

Un computador en operación se encuentra realizando una tarea matemática, o bien, en espera de realizar alguna. El computador continúa operando hasta que

alcanza un punto del programa en que la instrucción es detenerse. El computador también se detiene cuando, a través de un programa mal diseñado, recibe una instrucción que no puede interpretar.

VIII. VISION GENERAL DEL N.T.D.S.

A comienzos del año 1961 la Armada norteamericana comenzó a instalar en sus buques de guerra el N.T.D.S. (Naval Tactical Data System) con el propósito de amalgamar a toda una fuerza de tarea dispersa en medio del océano, convirtiéndola en una sola unidad defensiva.

Según el Jefe de Operaciones Navales: "N.T.D.S. era necesario para hacer frente a los proyectiles y aviones que pueden aproximarse a una fuerza de tarea a velocidades de miles de millas por hora. La Armada debe anticipar ataques simultáneos a unidades de la flota desde diversos ángulos, a varias alturas, en cantidades que saturarían las representaciones gráficas, con lápiz de cera y transparencia comúnmente en uso en las Centrales de Informaciones de Combate".

Comentaremos el N.T.D.S. por ser el más sofisticado MARIDAS actualmente en uso en el hemisferio occidental.

a) Comentario general

La información básica es recolectada desde los diferentes dispositivos de entrada (sensores) que existen a bordo, incluyendo radar, sonar, I.F.F. y E.W. equipos. El complejo mecánico del N.T.D.S. dispone de tres tipos de consolas: unas de exposición de datos de entrada, otras discriminadoras de altura y magnitud de raids y las de exposición de datos utilizables. Las consolas de exposición de datos de entrada permiten a sus operadores introducir información al computador, exponer información básica de radar desde cualquier radar de a bordo y exponer información procesada por medio de la simbología N.T.D.S.

Las consolas discriminadoras de altura y magnitud de raids son usadas para exponer señal de video de los radares determinadores de altura y de rebusca aérea con el propósito de determinar la altura y tamaño (magnitud del raid) de los blancos aéreos. Las consolas de datos utilizables son usadas para exponer y evaluar la información procesada por el

computador, por medio de la simbología N.T.D.S. tanto como por la acción que recomienda para ayudar a adoptar una decisión. Si se desea, también puede exponerse señal de video.

El generador de símbolos recibe una señal digital desde el computador, que le indica el tipo de símbolo que debe producir, para que el computador lo envíe como información a las pantallas de las consolas. Un procesador de señales de video, cuando es usado, detecta automáticamente la presencia de los ecos de radar producidos por los blancos y traspasa sus posiciones al computador por medio del traqueo automático.

Los computadores Univac (de la Remington Rand) proveen acumulación de datos, diseminación de ellos, exposición en las consolas de datos procesados, procesamiento de tracks y amplificación de informaciones, ayudas para adoptar decisiones (incluyendo recomendación del armamento a emplear), control de las interceptaciones y muchas otras funciones. Un panel monitor permite a un operador controlar y conducir la operación de los computadores y otros equipos asociados. El computador acepta todo dato e instrucción, ejecuta instrucciones y expone los resultados. Opera solamente con números; todos los problemas deben ser reducidos a expresiones o a ecuaciones matemáticas.

Una tecla central permite que el computador reciba datos en forma manual e intermitente, cuando ellos se obtienen a una razón baja o lenta. Esto evita al computador tener que sacrificar un número excesivo de canales de entrada y salida automática de datos.

Los teclados y tableros de lectura de datos son standard. El diseño básico está adaptado a cada una de las funciones que a continuación se indican:

1.—TECLAS DE ENTRADA DE DATOS DE AERONAVES: Abastece al computador de la información que concierne al control de las aeronaves.

2.—TECLAS E.C.M.: Entrega al computador las características de las transmisiones electrónicas detectadas.

3.—TECLAS DE NAVEGACION: Permiten la entrada al computador de la

información concerniente a la navegación como posición, rumbo, velocidad y abatimiento.

4.—TECLAS DE COMUNICACIONES: Son usadas para el control de la red de canales de transmisión de datos.

Los canales de transmisión de datos automáticamente intercambian datos digitales entre los buques que cuentan con equipos N.T.D.S. Además, un teletipo automático difunde informaciones de los tracks que registra el N.T.D.S. para aquellos buques que no están equipados con N.T.D.S.

b) Simbología N.T.D.S.

Los símbolos N.T.D.S. son completamente diferentes a aquéllos que se emplean en el plotting de una C.I.C. convencional.

La figura 2 muestra algunos ejemplos de la simbología N.T.D.S. La mayoría de los símbolos tienen un diámetro aproximado de $\frac{1}{4}$ de pulgada; el "símbolo de enganchamiento" (Hook Symbol) que indica cuándo el track está bajo control cerrado, es un círculo de $\frac{1}{2}$ pulgada de diámetro.

La figura 3 muestra la evolución de un track hostil desde que es detectado por el radar hasta que es expuesta la solución de su interceptación. Se puede apreciar que los símbolos que aparecen en la pantalla surgen con las señales básicas de video, el "pip" debe estar centrado en el símbolo. La figura 3 A muestra el P.P.I. con el símbolo de buque propio, señal de I.F.F. y contactos de radar expuestos.

Cuando el track es introducido al N.T.D.S., primero se representa por el símbolo de track tentativo, como en la figura 3 B. En la figura 3 C los tracks son confirmados como desconocidos y se actualizan los símbolos. Ambos tracks, entonces, son identificados y actualizados los símbolos como lo indica la figura 3 D. La figura 3 E, muestra el acoplamiento del interceptor con el hostil, símbolo de enganchamiento (bajo control activo), símbolo de buques amigos, círculos de los misiles de los buques y la zona defendida.

La figura 3 F muestra la solución de la interceptación que ha sido elegida.

c) Canales de Transmisión de Datos.

FIGURA 2

EJEMPLOS de SIMBOLOS N.T.D.S.

<u>TRACK NO OCUPADOS</u>			
	Aire	Superficie	Submarino
Amigo			
Enemigo			
Desconocido			

<u>TRACKS OCUPADOS</u>			
	Aire	Superficie	Submarino
Amigo			
Enemigo			
Desconocido			

Track Tentativo	Indicador de Rbo. y Veloc.	Gancho	Interceptor	Centro de la Flota
Ball Tab. o Rollin Ball	Circulo de Missiles de un Buque	Zona Protegida	Linea de: Demarcacion Interceptacion Acoplamiento	Buque Propio

<u>MAGNITUD del RAID</u>			<u>AMENAZA</u>		
UNO		MUCHOS		MEDIA	
	VARIOS		BAJA		ALTA

Los canales de transmisión de datos permiten que los computadores de los buques, debidamente equipados, de una organización de tareas se comuniquen entre ellos en forma actualizada, dándoles a cada uno acceso inmediato a la información procesada por los otros. Corrientemente se dispone de tres canales: 11, 14 y 4A.

Canal 11

También se le conoce como canal "A", es de velocidad media y emplea las H.F. y se usa en las comunicaciones de largo alcance. Este canal enlaza los buques con N.T.D.S., los aviones que configuran el A.T.D.S. (airborne T.D.S.), las unidades de playa del M.T.D.S. (Marine Corps T.D.S.) y los correspondientes sistemas canadiense y británico. Canal 11 tiene un alcance de 300 millas náuticas, y permite una razón de transmisión de datos de más de 75 palabras computadas por segundo. Esta velocidad le permite al canal mantener actualizados los datos a razón de 20 tracks por segundo.

El canal 11 puede ser operado de los siguientes modos:

- 1.—Roll Call. La red de control del buque interroga a cada uno de sus piquetes en un orden establecido. Los piquetes responden transmitiendo los datos propios de su track.
- 2.—Round Robin. Los buques también introducen los datos en un orden establecido, pero cada transmisión de los piquetes es iniciada por una transmisión previa del buque.
- 3.—Broadcast (transmisiones largas). Una nave difunde todos los datos de tracks al resto de las unidades. Esto les permite a los buques receptores exponer un claro panorama de la situación táctica, aunque ellos se encuentren operando bajo silencio electrónico.
- 4.—Short Broadcast. Este modo de operación permite la transmisión, en una fracción de segundo, de un número limitado de datos de tracks seleccionados normalmente, cuando se opera en radio silencio. Se inicia manualmente y termina en forma automática.

Canal 14

Es un canal de H.F. semiautomático que difunde información de tracks N.T.D.S. a los teletipos. Su uso principal es beneficiar a los buques que no están equipados con N.T.D.S. Actualiza los datos de tracks a una razón aproximada de 10 a 20 reportes por minuto, dependiendo de la velocidad del teletipo. Este canal opera sólo en difusión.

Canal "4 A"

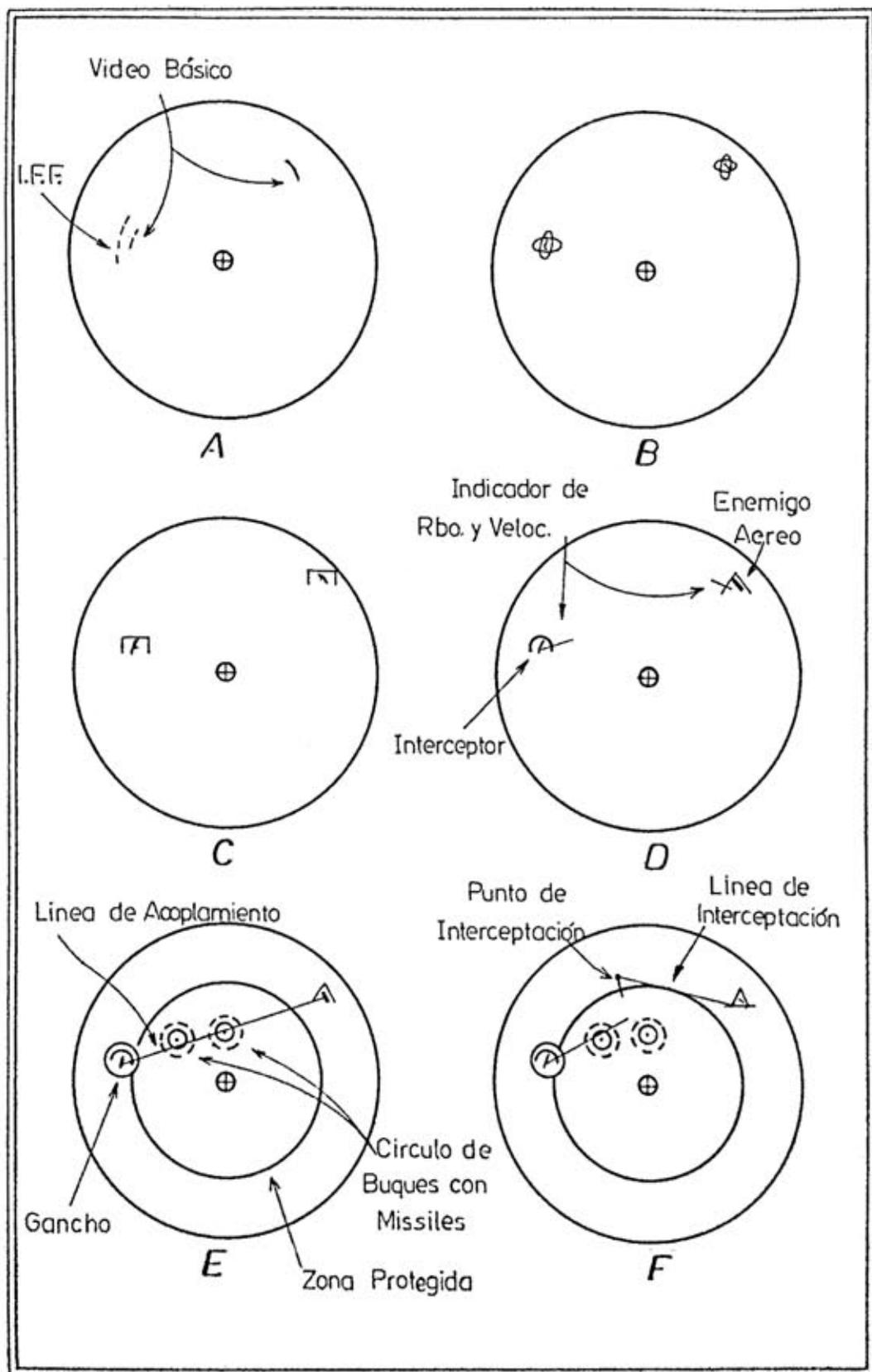
Es usado para el control automático de los interceptores que están equipados con el sistema especial de comunicaciones AN/USC - 2. Efectúa el enlace superficie-aire y aire-aire necesario para controlar a un gran número de aviones, equipados apropiadamente, a distancias superiores a las 200 millas náuticas. Canal 4 A emplea las U.H.F. Permite el control de las interceptaciones, control del tráfico aéreo y las funciones del aterrizaje automático. Controla los mensajes que generan la pantalla, o exposición, del piloto y/o las señales del piloto automático del avión. Responde los mensajes, reunidos automáticamente, hacia el avión en vuelo e instrumentos de navegación y provee información suficiente al buque para controlar a los aviones, aunque no sean detectados por los radares.

d) Aplicación práctica del sistema

Para ilustrar el uso del computador y consolas N.T.D.S., la siguiente descripción tratará la secuencia de eventos que ocurren desde el momento inicial en que un blanco es detectado hasta el instante en que es traqueado adecuadamente por el computador. Debemos tener presente que todo track primero debe ser individualizado, para que el operador de una determinada consola lo atienda y tome acción sobre él. Los tracks deben ser individualizados para permitir las siguientes acciones: (1) que el computador lo seleccione, (2) que el operador especifique el número del track en que está interesado o (3) la adquisición manual del track que interesa, por medio de un círculo electrónico móvil que se expone en la pantalla de la consola. Al círculo se le denomina gancho (hook) y al ubicarlo sobre un blanco se dice que es un "track enganchado".

Figura 3

EVOLUCION de un TRACK



De las tres posibilidades de acción, la selección del computador es la generalmente usada, por ser un proceso automático y el más efectivo cuando se trata de determinar cual de los blancos requiere de atención inmediata. Las funciones de detección, traqueo, identificación, determinación de altura y magnitud de raids constituyen datos de entrada no elaborados. Constituyen la información básica obtenida de los diferentes sensores, como radares, sonar, E. C. M. y equipos I. F. F. Cuando, por ejemplo, un nuevo track aparece en el área de vigilancia, viene a ser responsabilidad del grupo de consolas de datos de entrada abastecer al computador con información pertinente al track.

Detección

Al entrar un nuevo track al sistema del procesamiento automático, tiene lugar la siguiente secuencia de eventos:

1.—Un eco de radar aparece por primera vez en la consola de detección y traqueo.

2.—El operador ubica su "ball-tab", o "rolling ball", sobre el "pip" y presiona el botón "Nuevo track".

3.—Esta acción produce que el computador almacene la posición o coordenadas de la "ball-tab". Estas coordenadas son rectangulares y con referencia a un punto geográfico previamente introducido al sistema.

4.—El computador trata al nuevo track como un track tentativo y le asigna un número de track tentativo. Este es un número de índice que el computador utiliza para efectuar la búsqueda de antecedentes en su memoria.

5.—El computador, entonces, ejecuta una rebusca en operaciones correlativas yendo a través de todo su almacenamiento de datos de tracks para determinar si el nuevo track es realmente nuevo. Esto lo realiza comparando las coordenadas del track con todas las coordenadas de los otros tracks. Si no existe correlación, el computador reconoce el track como único. El número asignado al track entonces es almacenado en la memoria del computador.

6.—En subsecuentes barridos del radar, el operador corrige la posición del track. Esto sirve para dos propósitos:

(1) Actualizar los datos del track y validar la señal de video detectada inicialmente; (2) Entregando posiciones sucesivas del blanco a intervalos de tiempo, se le provee suficiente información al computador para que determine rumbo y velocidad del blanco. Esta información es almacenada en la memoria en el lugar correspondiente al número asignado al track.

7.—Por cada número de track que se guarda en la memoria, el computador coloca un símbolo sintético sobre el contacto en la pantalla, de acuerdo a las coordenadas que tiene de la posición del track. El computador emplea la información de velocidad para calcular la posición actualizada del símbolo.

Traqueo

Habiéndose efectuado la entrada del nuevo track, el computador lo asigna a un operador de traqueo seleccionado, quien tiene la responsabilidad de observarlo y controlarlo. El traqueador observa si el símbolo se encuentra sobre el respectivo eco de radar en todo momento. De no ser así, significa que el blanco cambió de rumbo, o que la solución originada por el computador era errada.

En ambos casos, el traqueador engancha nuevamente el símbolo, mueve su "ball tab" sobre el eco y presiona el botón "Corrección de Posición" de su consola. Si el eco de radar y su símbolo coinciden, el blanco está siendo traqueado correctamente por el computador y el operador de traqueo puede desviar su atención a otros blancos.

Con todos los blancos traqueados correctamente, el sistema tiene buena información de posición y velocidad de todos los contactos.

Identificación, Tamaño del Raid y Determinación de Altura

Estos datos entran automáticamente al sistema, esto es, los tracks son presentados en secuencia a las consolas especiales de identificación, determinadoras de tamaño de raid y determinadores de altura. Los operadores de estas consolas, mediante el uso de botones y cursores, entregan información de los tracks que el computador selecciona para presentar-

los. Estos datos son grabados en la memoria del computador en el lugar que le corresponde al número de track.

Método de Operación de Alternativa

La operación manual completa de una C.I.C. con N.T.D.S., empleando sólo señales básicas de video, se define como Modo III de Operación.

Dos son las principales causas que pueden provocar este modo de operación: Falla total del computador o del generador de símbolos.

Cuando uno de estos imprevistos ocurre, debe ponerse en práctica un procedimiento adecuado para traspasar los contactos desde las consolas N.T.D.S. a los plotting manuales, deben reportarse todos los contactos por medio de la voz y redesignar los contactos usando designación alfa-numérica, tal como el computador asigna números a los tracks.

El Modo III de Operación variará, desde luego, de acuerdo a las circunstancias y tipo de operación existentes antes del cambio. Sin embargo, las siguientes medidas se aplican en todos los casos:

- 1.—Las caras de las pantallas y plotting verticales deben engrillarse en coordenadas rectangulares. Entonces, los contactos pueden ser leídos directamente de las pantallas a los plottings.
- 2.—El personal cambia al lenguaje convencional para reportar los contactos.
- 3.—El control de las interceptaciones se cumple usando los métodos convencionales.
- 4.—El Oficial Control de Radares designa en orden correlativo el número de los tracks. Debe asegurarse que el cambio al Modo III haya sido hecho pausadamente y que el panorama táctico no se haya perdido o distorsionado.

Existen también varios requerimientos a cumplir para retornar desde el Modo III a la operación normal con computador. Por ejemplo, durante la operación de alternativa los movimientos del buque son desconocidos por el computador. Para que se le recupere, se le debe introdu-

cir la posición actual y también el rumbo y la velocidad. Durante la recuperación del computador, los traqueadores continúan ploteando los contactos sobre sus pantallas, mientras un traqueador designado introduce todos los contactos al computador. Una vez que el panorama N.T.D.S. se ha restablecido, todo el personal debe cambiar a sus obligaciones N.T.D.S. Nuevamente el Oficial Control de Radares es responsable de que el cambio se haga pausadamente.

IX. SISTEMAS ACTUALMENTE EN USO EN LAS ARMADAS DE FRANCIA E INGLATERRA

La Armada francesa adoptó, bajo licencia norteamericana, el N.T.D.S. denominándolo SENIT. Este cambio de denominación no implica variación alguna en el sistema, ya que los equipos, simbología y programación son exactamente iguales.

La Real Armada inglesa ha desarrollado su propio sistema naval denominado C.A.A.I.S., Computer-Asisted Action Information System, que mantiene por completo la esencia del MARIDAS. Su modo de operación es similar al NTDS., sin embargo, registra variaciones en su simbología y presentación externa de los equipos.

Conviene hacer notar que las principales fábricas de equipos electrónicos de Inglaterra ya han puesto en el mercado mundial sus propios diseños de MARIDAS. Podemos mencionar a Decca Company, Solartron Company, Plessey Company, Marconi Company y Ferranti Company.

X. CONCLUSIONES

Se han visto las enormes ventajas que reporta MARIDAS en cuanto al indiscutible mejoramiento de la eficiencia de una Central de Informaciones de Combate y de otras actividades marítimas. No obstante y centrandolo el enfoque sobre un buque de guerra, y teniendo presente lo extremadamente compleja que resulta su instalación a bordo y el elevado costo del equipo, como de las pruebas que deben efectuársele una vez com-

pletada su instalación, surgen consideraciones presupuestarias que limitan la medida en que pueden obtenerse e instalarse.

Bajo estas limitaciones, el criterio para la instalación del MARIDAS debe comprender las siguientes consideraciones:

- 1) Que signifique una abierta ganancia en la capacidad de rendimiento en la misión asignada, incluyendo la posibilidad de soportar las necesidades de una Insignia embarcada.
- 2) Deben instalarse equipos de rebusca y armamento modernos, con el objeto de aprovechar al máximo las capacidades potenciales.
- 3) La vida en servicio activo restante que le quede al buque debe ser de muchos años. Durante los primeros años de la instalación del MARIDAS es necesario adoptar todas las medidas para obtener un balance táctico real entre los diferentes tipos de buques que cuentan con el sistema, con el objeto de realizar las modificacio-

nes necesarias para mejorar la eficiencia general de la flota, si así se requiriera.

Estas consideraciones resultan especialmente valideras para las Armadas pequeñas como la nuestra.

Bibliografía:

- 1.—A Series Of Maritime Data Systems. by Captain (R.N.) - I.S.S. Mackay.
- 2.—Naval Tactical Data System. Navpers 10823-B.
- 3.—Le Senit et les Problemes de la Programmation de la Marine. Informe N° 12 del C.F. Sr. M. Poisson E.
- 4.—The Royal Navy Scientific Institute. Magazine 1960.
- 5.—Computer - Asisted Action Information System. — Ferranti.
- 6.—The Plessey Frigate Catalogue.
- 7.—Solartron Product Catalogue 1969.
- 8.—Marconi Product Catalogue 1969.

