

COMPUTADORES TACTICOS NAVALES

*Rodolfo Muñoz Muñoz
Cristián Silva Bravo
Capitanes de Corbeta*

INTRODUCCION

*E*l rápido desarrollo que experimentaron los buques a partir de la Revolución Industrial influyó principalmente en sus velocidades, desplazamiento y maniobrabilidad. Siguiendo la evolución natural del desarrollo se habría llegado más tarde o más temprano a los sistemas actuales, incluyendo los de armas. Sin embargo, lo más probable es que, a no mediar ambas guerras mundiales, estaríamos aún muy lejos de las actuales cantidades, tipos y capacidades de armamentos, tanto en lo naval como en lo terrestre y en lo aéreo.

La eterna lucha por tener ventaja de alcance y potencia del armamento culminó, en lo que concierne a cañones, con los de 18 pulgadas de los acorazados. Con el alcance de los cañones, superior a la distancia al horizonte, surgió más severa que nunca la necesidad de identificar positivamente el blanco antes de disparar. La posterior aparición del radar y la consecuente capacidad para el combate nocturno, sólo vino a hacer más seria esa necesidad. De ella y de algunos desarrollos ulteriores nació el portaaviones.

Las capacidades y velocidades de los aviones embarcados han experimentado, en los últimos 30 años, avances enormes. Simultáneamente, la aparición

de los misiles y la factibilidad de lanzarlos desde aeronaves o desde plataformas pequeñas muy difíciles de detectar, han hecho multiplicarse el número, la velocidad y el poder destructivo de las amenazas a que está expuesta cada unidad naval en combate, disminuyendo día a día el tiempo disponible para reaccionar y defenderse con éxito.

Así, la absoluta necesidad de manejar en la mejor forma los aviones embarcados y presentar la defensa más eficaz contra las amenazas enemigas, condujo al desarrollo de los primeros computadores tácticos, destinados inicialmente sólo a los portaaviones. El valor de adquisición de estos buques era el único que, a fines de la década de 1950, podía justificar la inversión representada por el desarrollo y fabricación de dichos computadores.

Posteriormente, gracias a la utilización masiva de circuitos transistorizados y luego integrados se produjo un doble efecto: se redujo sustancialmente el costo y el tamaño no sólo de los computadores, sino también de los equipos electrónicos y elementos de cálculo y control de las armas.

Ello hizo posible instalar en los buques de guerra un mayor número de sistemas de armas, tanto ofensivas como defensivas, concentrando así en unidades cada vez más pequeñas, pero de costo

más elevado, un gran poder destructivo, que era imprescindible usar, mantener y defender.

Concurrieron, entonces, un tamaño y costo reducido de los computadores, con un alto valor material y táctico de los buques, y con el requerimiento absoluto de obtener el máximo provecho de la capacidad tanto ofensiva como defensiva de unidades expuestas a amenazas numerosas, muy destructivas y cada vez más rápidas.

La cantidad de armas ofensivas en cada buque, el rápido desarrollo de la guerra electrónica, el escasísimo tiempo disponible para reaccionar ante ataques de misiles por la detección sólo a corta distancia (especialmente los roza-olas), todo indicaba hacia una solución: el manejo, almacenamiento, procesamiento y presentación discriminatoria y simbólica de informaciones, por medio del uso de computadores tácticos.

La gran capacidad de almacenamiento de datos, la enorme velocidad para recuperarlos y las capacidades para compararlos, mezclarlos o someterlos a diversos procesos, en cuestión de segundos, hicieron de los computadores digitales la solución más apropiada.

Mediante su uso se persigue clasificar blancos y contactos, evaluar amenazas, proponer la asignación más eficaz del armamento ofensivo y defensivo, optimizar el uso de los medios de guerra electrónica y comunicaciones, y variados fines complementarios.

En suma, lograr un procesamiento y presentación tales de la información disponible, que permitan al mando de una Fuerza, o al comandante de un buque, usar en forma óptima el complejísimo sistema de armas que es el moderno buque de guerra.

CONFORMACION DE LOS BUQUES MODERNOS

Con el fin de entender más claramente las funciones y limitaciones de los computadores tácticos navales, a continuación se sintetizan los elementos principales del buque de guerra actual, agrupados según uno de los modelos comúnmente aceptados.

• Sensores

— Radares: de navegación, táctico, aéreo, de control de fuego, determinador de altura, tridimensionales (con rebusca electrónica).

— Sonares: de casco, de profundidad variable.

— MAE (Medios de Apoyo a la Guerra Electrónica).

— Miras ópticas e infrarrojas.

— Sistemas de TV.

— Aeronaves de exploración aereo-táctica (EAT).

— Aeronaves de exploración aereo-marítima (EAM).

• Sistemas de comunicaciones

— Comunicaciones tácticas en fonía (VHF, UHF).

— Comunicaciones por radio-teletipo (HF).

— Transferencia de "Data" inter-computadores (HF, VHF, UHF).

— Comunicaciones vía satélite.

• Sistemas de navegación

— Correderas.

— Plataforma inercial-girocompás.

- Mesas de trazado y control táctico (*plotting*).

- Anemómetros.

- Sistemas de navegación por satélite.

• Sistemas de armas

- Sistemas de artillería.

- Sistemas de misiles superficie-superficie, superficie-aire, antisubmarinos.

- Armamento antisubmarino convencional.

- Equipamiento de guerra electrónica: *jammers*, señuelos.

- Sistemas de defensa puntual cercana (CIWS).

Cabe hacer notar que la mayoría de los sistemas de armas son dependientes de los sensores, equipos de navegación y comunicaciones. Por ejemplo, un sistema de artillería requiere recibir designación desde un radar de rebusca; utilizará un radar de control de fuego para traqueo, requerirá datos de rumbo y referencia vertical desde la plataforma inercial, velocidad del buque propio desde la corredera, datos del viento desde el anemómetro y posiblemente comunicaciones para coordinación de fuego, ya sea entre buques o con una partida de espoteo.

Un sistema de misiles, por su parte, requerirá de la información de los MAE, radares tácticos, enlace con aeronaves de EAT, rumbo y velocidad del buque propio, datos del viento, etc.

Para garantizar la máxima eficacia de los sistemas disponibles, es necesario asegurar que todos ellos sean debidamente *integrados* para formar un *gran sistema* que pueda comportarse eficientemente en un ambiente de amenazas múltiples. Por otra parte, no se debe perder de vista que no es suficiente con integrar el buque en sí mismo, sino que es necesario

integrarlo a una *Fuerza naval* a la que pertenece, dentro de un panorama táctico cada vez más complejo.

El panorama táctico en el que se deberá actuar está caracterizado por:

a. Gran volumen de información a manejar. Debido a la mayor cantidad de amenazas y por el desarrollo de armas con mejores capacidades, y un mayor alcance de los sensores propios.

b. Gran velocidad en la evolución de la situación. Por la alta velocidad de aeronaves, misiles, torpedos y submarinos modernos. Ello implica la necesidad de tiempos de reacción mucho más cortos que antes.

c. Requerimiento de un alto grado de coordinación. Principalmente debido a la posibilidad de enfrentar amenazas múltiples o muy numerosas, que tiendan a saturar las capacidades individuales, lo cual se suma a una mayor dispersión de la Fuerza durante las acciones.

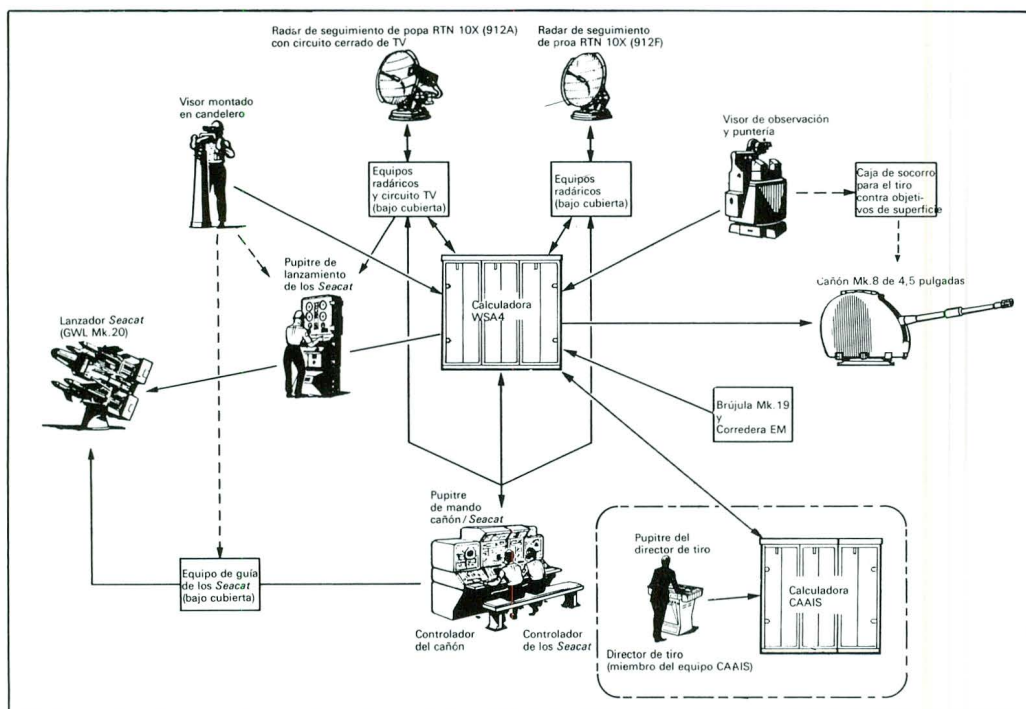
La solución del problema, considerando la mayor complejidad de los sistemas del buque, la mayor complejidad del panorama táctico y las restricciones de tiempo indicadas, no se estima factible utilizando los medios tradicionales; sólo se visualiza como solución o respuesta apropiada a la de la *automatización*. Ello permitiría no sólo aprovechar el máximo de las capacidades de los sistemas de armas, sino también disminuir el número de operadores de los mismos, bajando con ello los elevados costos de operación de los buques modernos.

OPERACIONES A REALIZAR CON UN SISTEMA TACTICO COMPUTARIZADO

Se indican a continuación, en forma muy general, las principales tareas que deben realizar los computadores tácticos navales:

FIGURA N° 1

**ESQUEMA DEL SISTEMA DE DIRECCION DE TIRO DE CAÑÓN/MISILES
MODELO FERRANTI WSA 4 PARA LAS FRAGATAS BRITANICAS DEL TIPO 21**



- **Establecer el panorama táctico**

De la recolección de información desde todos los sensores del buque y utilizando la que se reciba de otros buques de la Fuerza, realizar la clasificación, correlación, identificación, procesamiento de datos, etc., de tal manera de obtener un panorama claro y detallado de la situación general. Casi simultáneamente, transmitir esta situación a los demás buques de la Fuerza o amigos, en forma sintética, directamente entre computadores o vía radio-teletipo, si lo anterior no es posible.

- **Evaluación de la amenaza**

Analizar las capacidades y características de las amenazas existentes, de

acuerdo a la información contenida en memoria y a algún criterio predeterminado. Con ello, evaluar el grado de peligrosidad que representa cada una de ellas para el buque o la Fuerza. (Tarea que realizan los TEWA: Threat Evaluation and Weapon Assignment).

- **Ayudar en la toma de decisiones**

Conociendo las capacidades de cada buque de la Fuerza y considerando las amenazas y las armas disponibles, con sus características de operación y eficacia, sugerir la asignación óptima del armamento, de tal manera de batir el máximo de blancos o/y amenazas con los medios con que se cuenta.

- **Cooperar en la acción de los sistemas**

Materializar la asignación del armamento, realizando los cálculos necesarios para lograr la interceptación del blanco con aeronaves o misiles; controlar el armamento convencional; ayudar en la ejecución de rutinas A/S, sin perjuicio de mantener al día la situación, verificando la acción tomada por otras unidades de la Fuerza para lograr una eficaz coordinación.

- **Mantener flujo de información en tiempo real y comunicaciones expeditas**

Tan pronto como los sensores del buque adquieren una información, es necesario transmitirla a las otras unidades de la Fuerza, sin que se produzcan retardos que limiten o reduzcan su valor. Por otra parte, la transmisión y recepción de órdenes, los acuses de recibo y el control de las redes de comunicaciones también pueden beneficiarse de las capacidades de la automatización.

COMPOSICION DE LOS SISTEMAS TACTICOS COMPUTARIZADOS

- **Equipamiento**

a. **Computadores.** Uno o varios computadores para uso general, con una gran capacidad de memoria y para manejar datos en tiempo real, como asimismo para recibir, almacenar, procesar y transferir la situación táctica vigente o las órdenes de control al armamento.

b. **Subsistemas de presentación.** Un número variable de consolas idénticas o muy similares, que permitan la presentación de video recibido de los sensores, video sintético elaborado por el computador o recibido de otro buque, u otras informaciones requeridas, en caracteres alfanuméricos.

- c. **Subsistema de comunicaciones.**

— Un enlace de transmisión automática de información en lenguaje de máquina, directamente del computador de un buque al de otro u otros, que tengan esta capacidad.

— Un enlace de transmisión semiautomática, mediante teletipos controlados directamente por el computador.

- **Programas**

a. **De funcionamiento del sistema.** Permiten monitorear los equipos que conforman el sistema, para ejecutar la distribución del tiempo y de las capacidades de acuerdo a las tareas a realizar.

b. **De funciones técnicas.** Permiten controlar el trabajo del computador y de los equipos periféricos. También pueden existir programas de autoevaluación y diagnóstico de fallas.

c. **Operacionales.** Permiten el traqueo y predicción de blancos, la correlación de la información obtenida con la existente, para la identificación y evaluación de la amenaza, la designación al armamento y su control, y el traspaso discriminado de comunicaciones.

- d. **Características deseables del Software:**

— Capacidad de trabajar en tiempo real.

— Construcción modular.

— Reconfiguración automática del sistema de procesamiento, en caso de falla.

— Facilidad para adaptar programas a nuevos requerimientos operacionales.

- **El operador**

El sistema sólo debería realizar automáticamente aquellas funciones que están absolutamente definidas, las que son

repetitivas, las rutinarias y las que son demasiado complejas para ejecución manual en un tiempo limitado. Fuera de ellas, la presencia del operador es fundamental, en especial en aquéllas que implican decisiones importantes, ya que:

a. Ayuda a aclarar la situación táctica en casos conflictivos o de dudosa identidad.

b. Participa en la evaluación de la amenaza.

c. Escoge el mejor curso de acción entre aquéllos que pueda sugerir la máquina, tomando en cuenta otras consideraciones.

Para desempeñar estas funciones se requiere, obviamente, de operadores de alta capacidad y entrenamiento, ya que su desempeño puede resultar decisivo para el buque en combate.

EVOLUCION DE SISTEMAS TACTICOS COMPUTARIZADOS EN LA ARMADA BRITANICA

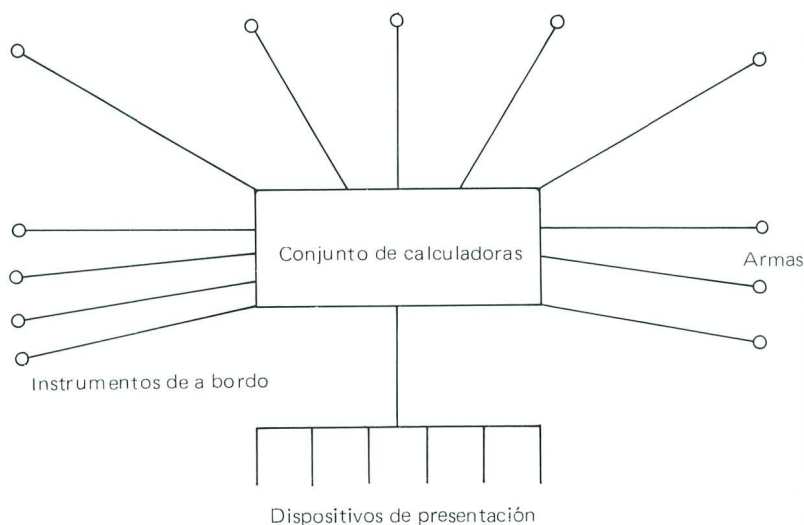
Como una manera de facilitar la visión de la evolución de los sistemas tácticos computarizados, se expone un resumen de la evolución de los sistemas realizados en la Armada británica.

• Comprehensive Display System (CDS): 1958

Diseñado para mantener el panorama aéreo en portaaviones y buques de defensa antiaérea y controlar los aviones interceptores propios. Un radar de rebusca 3D (1) obtiene la información y ésta es almacenada manualmente en el computador. El sistema poseía traqueo manual, con razón asistida y computadores analógicos para interceptación, que requerían una gran cantidad de operadores.

FIGURA N° 2

SISTEMA "CENTRALIZADO"



(1) 3D Tridimensional: radares que miden simultáneamente distancia, demarcación y elevación.

- **Action Data Automation (ADA): 1964**

Diseñado para recolectar, procesar y exponer información táctica con mayor velocidad y menos personal que el CDS. En este caso, el panorama se obtiene mediante un radar 984-3D IFF (Identificación, amigo o enemigo), radar de superficie, información de otros buques recibida por enlace digital, datos del buque propio, otros ingresados manualmente, los que se procesan en un computador de uso específico. Una vez procesada, toda esta información se expone para uso del operador. Aparece la "ayuda a la toma de decisiones", al listar las amenazas presentes y el armamento disponible para batirlas.

- **Action Data Automation and Weapons System (ADAWS): 1965-1972**

Permite el procesamiento de los datos del programa táctico completo (superficie, aéreo y submarino), en un sistema computarizado que puede además controlar los sistemas de armas en forma más efectiva. Se inicia con el ADAWS Mk. 1, en algunos destructores lanza-cohetes clase County.

Utiliza como procesador central dos computadores de propósito general Poseidón (Ferranti), y sus consolas son las mismas empleadas en el ADA.

Controla los sistemas de dirección de los cañones, Seacat y Seaslug, y al mismo tiempo verifica la factibilidad de interceptar al blanco con los misiles.

Posteriormente se desarrolló el ADAWS Mk.2, que usaba una segunda generación de computadores, otros sistemas de manipulación de datos y controlaba armas diferentes. Emplea dos computadores miniaturizados Ferranti FM 1600, con un conjunto de consolas y pantallas digitales, y puede controlar, entre otros, a los sistemas Seadart e Ikaza.

- **ADAWS Mk.4 (destructores tipo 42): 1970.**

Establece el panorama táctico general con la información de todos los sensores. Para los radares, permite el traqueo de todos sus blancos en forma automática. En los radares aéreos el traqueo se inicia automáticamente; para el resto, manual. El IFF es procesado luego que el operador selecciona los blancos que desea interrogar, y la respuesta correspondiente se asocia al resto de la información del track. Para una alarma aérea, la secuencia típica es:

a. Blanco detectado por radar aéreo. Se inicia traqueo. Se identifica el blanco, por IFF o informaciones de otros buques a través del *Link* de datos. El computador y el operador de consola de defensa aérea correlacionan toda la información, y el resultado permite asignar ciertos datos, en caracteres alfanuméricos, al contacto.

b. Una pantalla tabulada muestra la selección del blanco a batir, en qué orden y con qué armas, recomendadas por el computador, además de responder a las preguntas formuladas por el operador. Considerando las características de los sistemas (arcos ciegos y otras), el computador indica qué proas debe evitarse. Una vez seleccionada la aeronave a batir, el computador controla la rebusca y adquisición por el radar de control de fuego y luego hace la predicción para apuntar el lanzador o cañón que se usará.

Para el caso de detección submarina, la información obtenida es alimentada en forma semiautomática. El operador de sonar detecta y traquea el blanco, y al indicar que el traqueo es correcto el computador acepta el ingreso de datos, los almacena y los procesa igual que en el caso anterior.

- **Computer Assisted Action Information System (CAAIS): 1967**

La idea básica era dotar con sistema de procesamiento a un gran número de

buques, sin superar un costo unitario de 100.000 libras esterlinas, y con capacidad de satisfacer los requerimientos previstos hasta 1980, manteniendo la ejecución manual de las funciones que no afectarían la eficiencia del sistema. Es decir, usar el computador donde tenga claras ventajas sobre el operador.

Por otra parte, dada la autonomía del computador táctico, se pueden utilizar diferentes sistemas de armas controladas por sus propios procesadores, e interconectando debidamente.

El CAAIS ha sido utilizado junto con el sistema WSA4 de las fragatas tipo 21 (ver figura N°1), y funciona como sigue:

— El Oficial de Cargo controla y supervisa el armamento y opera el designador de blancos del CAAIS. En la pantalla puede ver el video de cualquier radar de vigilancia o la información (sintética o alfanumérica) generada por el computador.

— El Oficial de Armamentos, de acuerdo a consideraciones tácticas, selecciona un blanco y lo designa al WSA4, transfiriéndole todos los datos relevantes de un blanco.

— El WSA4 lo adquiere con uno de sus radares, lo traquea y predice. En breve tiempo, el controlador del cañón puede romper el fuego, desde la Central de Artillería.

— La información del estado del WSA4 es entregada al CAAIS, de manera que, si desea una reacción rápida, totalmente automática, se podría utilizar un procedimiento especial, en que el "controlador del cañón" mantiene cerrado un interruptor de seguridad y oprime permanentemente el pedal de fuego.

— Se puede apreciar que el control del armamento puede ser compartido por el Oficial de Armamentos (en el designador del CAAIS) y los controladores del cañón o del Seacat.

DIFERENTES CONFIGURACIONES

Desde la aparición de los computadores tácticos ha habido diversos enfoques para lograr la configuración más efectiva de los elementos del sistema. Podemos agrupar esos enfoques en dos grandes grupos:

a. Usar un poderoso computador central que reciba un gran número de informaciones y datos, los procese y luego entregue la información resultante al usuario o elemento que la requiera.

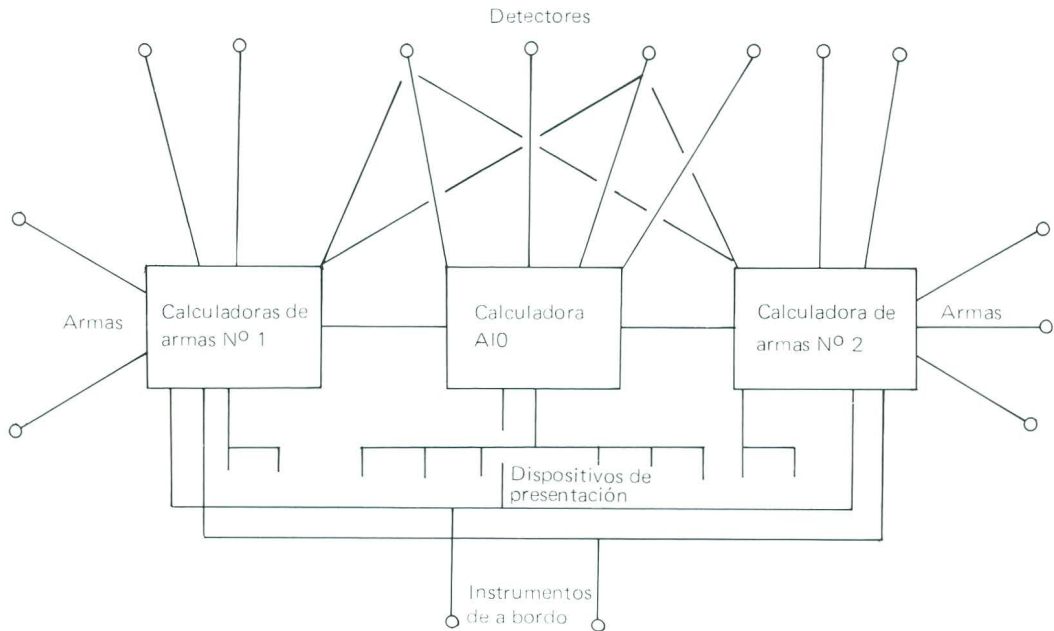
b. Usar cierta cantidad de computadores y procesadores más pequeños, que debidamente alimentados de información procesen sólo lo que les concierne y luego transmitan parte de sus resultados a otro computador, de coordinación general, cuyas capacidades serán obviamente inferiores a las del "central" del enfoque anterior (pues recibe mucha información ya procesada).

El alto costo de los sistemas de computación y procesamiento de datos existentes al iniciarse el uso de computadores tácticos produjo una tendencia mayoritaria hacia el primer tipo de sistema (ver figura N° 2). Con él se evita duplicar o multiplicar la ejecución de las mismas funciones de computación por diferentes equipos, al estar todas ellas centralizadas en una sola "máquina" y manejadas por un mismo programa. Como es natural, resultaba entonces considerablemente más barato, y así se estructuraron el CDS, el ADAWS, el NTDS y otros.

Sin embargo, a mediados de la década del 70 ya se utilizaban minicomputadores o procesadores para ejecutar parte de los trabajos necesarios. La idea de los "sistemas distribuidos" presentaba las ventajas de una mayor independencia, en ciertos casos menor tiempo de procesamiento (al trabajar en paralelo varias unidades menores), y, bajo ciertas circunstancias, menor vulnerabilidad al ataque enemigo.

FIGURA N° 3

SISTEMA "DISTRIBUIDO"



El conflicto de las Falkland vino a poner de manifiesto la validez del último concepto (ver figura N° 3). Cualquier daño serio al computador central o a su fuente de energía significaba, en la práctica, dejar al buque sin poder ofensivo ni defensivo. Y si se consideran los materiales usados en la construcción de los buques actuales, los efectos de la explosión de un misil a bordo y los altos costos implicados en el tendido de numerosos cables de "espera" o respaldo, podemos fácilmente concluir que la probabilidad de sufrir algún daño en combate, que afecte y paralice al computador central, es considerablemente alta.

La tendencia actual es por tanto la de usar "sistemas distribuidos", con un computador de coordinación. El daño a este último aun permite el uso de los sistemas de armas en forma independiente, con sus propios procesadores o minicomputadores, y en ciertos casos aparejados

con otros. El daño a cualesquiera de los computadores independientes no impide al de coordinación operar con el resto. El ADAWS Mk.4 corresponde a esta configuración.

Por otra parte, se ha desarrollado en los últimos años diversos conceptos que permiten máxima disponibilidad de sistemas. Entre otros, cabe mencionar:

a. Sistemas de transmisión de datos entre los computadores del buque: orientados a lograr máxima flexibilidad del sistema y mayor resistencia a daños. Puede usarse multiplexing, líneas de espera, fibras ópticas, etc. (Sistemas Udicon, SDMS, etc.)

b. Estandarización de módulos: uso de unidades o subunidades estándar, útiles en diferentes equipos en caso de fallas.

c. Mayor protección: para los equipos de procesamiento, sus fuentes de energía y sus medios de transmisión de datos. Se ha propuesto, respecto a lo último, líneas de transmisión de datos a lo largo del buque, duplicadas por diferentes recorridos y de preferencia por las áreas más bajas del buque, y que permitan acceso "vertical" a sus usuarios.

CONCLUSIONES

Considerando lo ya expuesto, podemos concluir:

- Los computadores tácticos, debidamente diseñados, instalados y operados, y adaptados en forma realista a las amenazas, ambiente operacional y capacidades ofensivas y defensivas de una fuerza, pueden prestar una enorme ayuda no solamente en el proceso de toma de decisiones del mando, sino también por el tiempo que ahorran, elemento precioso y muy escaso en las modernas situaciones de combate.
- Considerando la cantidad, velocidad y efecto destructor de las amenazas que acechan actualmente a las Fuerzas navales, el contar o no con sistemas adecuados de procesamiento de informaciones y datos puede ciertamente influir de manera decisiva en los resultados finales de un combate naval.
- Hay diversos enfoques para estructurar un sistema efectivo de computación táctica. Cada uno de ellos tiene sus propias ventajas, limitaciones y desventajas. En el proceso de selección o renovación de tales sistemas debe considerarse en forma especial su flexibilidad y su resistencia a los efectos del ataque enemigo.
- Aunque se trata de un efecto secundario, la existencia a bordo de un sistema de computación táctica, por sus numerosas capacidades, permite disminuir la dotación, bajando así los costos de operación de los buques. Ello debe ser tomado en cuenta al evaluar los citados sistemas.

BIBLIOGRAFIA

- Britain's type 42 destroyer, *International Defence Review* N° 6/1971.
- Tactical Data handling in the French Navy, *International Defence Review* N° 1/1972.
- Tactical Data handling in the Royal Navy, *International Defence Review* N° 5/1971.
- Development trends in naval data handling systems, *International Defence Review* N° 7/1975.
- Naval weapon system automation with the WSA4, *International Defence Review* N° 5/1976.
- Digital computer system for fast strike craft and other small warships, *International Naval Technology* 1978.
- Integrated sensor, weapon and command, *International Naval Technology* 1978.
- "Shinpads" combat system data bus for shipboard operations, *International Naval Technology* 1978.
- Los sistemas SDMS y Udicon para transmisión de datos a bordo de los buques, *Revista Internacional de Defensa* N° 3/1979.