

# Planta Propulsora de destructores Tipo 42

Extracto de un trabajo presentado al  
Institute of Marine Engineers de  
Londres.



**E**L PRIMERO de los destructores tipo 42 de la Armada británica, el H.M.S. "Sheffield", ha completado sus pruebas de contrato en la mar en agosto de 1974. La propulsión del buque está basada en la combinación gas o gas (COGOG), usando turbinas a gas "Olympus" y "Tyne", las cuales accionan dos ejes propulsores con hélices de paso variable. No obstante de ser prematuro emitir una opinión fundamentada sobre la bondad del diseño de esta planta propulsora, se estima interesante resumir a continuación las etapas de diseño básico y de detalle, de todo el aparato propulsor, haciendo mención al empleo de técnicas de modelo en vez de planos.

## INTRODUCCION

En 1965 el Ministerio de Defensa británico tomó la determinación de ir al empleo masivo de turbinas a gas como sistema de propulsión de sus destructores y buques de línea menores. Considerando que no existía en el mercado un diseño de turbinas a gas de ejecución marina, se optó por el uso de turbinas aeronáuticas adaptadas al ambiente marino. Es así como en 1967 se definió que

el destructor tipo 42 usaría como propulsión principal el sistema COGOG, colocándose en noviembre de 1968 la orden a Vickers Shipbuilders Ltd. para la construcción del primer buque de su clase. Ello marcó el nacimiento del H.M.S. "Sheffield".

A mediados de 1974 inició este buque sus pruebas de contrato en la mar, estando otros cinco destructores del mismo tipo en diferentes etapas de construcción. Desde su aceptación, el buque ha cumplido en muy buena forma diferentes pruebas de evaluación de su maquinaria. La fragata tipo 21, de la cual la HMS. "Amazon" es la primera de su clase, tiene una planta propulsora esencialmente igual a la del "Sheffield" y ya ha sido aceptada por el Ministerio de Defensa.

## EL DISEÑO BASICO

### Antecedentes

El Ministerio de Defensa británico, antes de decidir su política con respecto a la futura propulsión de sus destructores, había acumulado una experiencia operacional considerable con respecto a la propulsión combinada de vapor y gas (COSAG), analizando el comportamien-

to de sus destructores portamisiles (clase "London") y fragatas de propósito general (tipo 81). Una vez definida la política de propulsión para los estudios de evaluación de maquinaria para los destructores tipo 42 también se tomó en consideración los siguientes requerimientos específicos:

1. Disponibilidad operacional aumentada durante la vida del buque, en comparación con diseños anteriores. Esto se debía conseguir aumentando el período efectivo de servicio entre reparaciones extensas, sin aumentar el tiempo necesario para llevar a cabo dichas reparaciones.
2. Minimizar la tripulación, por ser los costos de la dotación el factor de incidencia más importante en el costo total del buque de guerra a lo largo de su vida. Esta premisa obligaba a una reducción drástica de personal.

## Desarrollo

El diseño proyectado por el Ministerio de Defensa para su destructor tipo 42, indicaba que éstos debían desplazar alrededor de 3.500 tons. Los estudios de evaluación de maquinaria para este desplazamiento hicieron caer la elección en una disposición propulsora de 2 ejes, con una turbina "Olympus" TM 3B y una "Tyne" RM 1A por eje. A velocidades altas, la potencia sería provista por la turbina "Olympus". A velocidad de crucero, el consumo de combustible de esta turbina pasa a ser inaceptable, razón por la cual, se haría necesario el uso de la turbina "Tyne", llegándose así al sistema COGOG.

Para el diseñador quedó claro desde la partida que los factores claves para obtener una mayor disponibilidad operacional serían la confiabilidad de sistemas y equipos, como también la introducción del concepto de mantención por recambio para maquinaria defectuosa o que requiriese reparaciones extensas.

De la consideración de estos factores claves nació la necesidad de duplicidad de la mayoría de las auxiliares, a fin de que la falla de una unidad o la necesidad de efectuar mantención preventiva no influyera en la disponibilidad operativa de todo el sistema propulsor.

En el desarrollo del esquema básico del tipo 42, los aspectos ingenieriles de mayor significación fueron:

1. Cambio de marcha. Siendo las turbinas a gas unidireccionales, la elección del sistema de cambio de marcha se limitaba a los engranajes de reversión o hélices de paso variable. Incluyó la balanza en la elección de hélices de paso variable el hecho de que cajas de reversión con coplas hidráulicas serían de un tamaño prohibitivo y cajas de reversión en base a engranajes reversores epicíclicos sólo estaban en etapa de estudio inicial para los poderes requeridos.

2. Contaminación. El rendimiento y especialmente las horas de trabajo entre recorridas mayores de las turbinas a gas están íntimamente relacionados con la cantidad de sal absorbida por la maquinaria. El diseño del tipo 42 tiene por meta un contenido máximo de sal de 0,3 ppm. por peso en el combustible, sin que la suma del contenido de sal del combustible y del aire exceda de 0,6 ppm. equivalente de sodio por peso. Teniendo en consideración la afinidad del petróleo diesel por el agua de mar, se consultó sistemas apropiados de centrifugado, decantación, filtración y separación del agua.

3. Gobierno y vigilancia de la maquinaria. Para el gobierno de la maquinaria se optó por controles del tipo eléctrico/electrónico compatibles con una respuesta rápida de la máquina, dotación reducida de personal, peso mínimo, espacio y facilidad de mantención.

Estos requerimientos son cubiertos por:

- a. Puente. Control fusionado de poder de máquina y paso de hélice por cada eje propulsor.
- b. Sala de Control de Máquinas. Igual que el puente, más dispositivos para la partida, parada e intercambio de máquinas. Control remoto para partida y parada de auxiliares eléctricas vitales y alternadores diesel.
- c. Control local. Partida, detención y aceleración de máquinas principales y control de paso de hélices. Esta es la estación de control de emergencia.

4. Auxiliares accionadas por máquinas principales. Cada juego de maquinaria propulsora a través de su caja de engranajes, acciona su propio sistema de auxi-

liars a fin de hacer independiente el funcionamiento de la propulsión con respecto a la generación de poder eléctrico. Las máquinas auxiliares eléctricas suplen las necesidades a la partida, operación a bajos poderes y en caso de fallas del sistema acoplado.

5. Alternadores. El buque cuenta con 4 alternadores diesel. Se descartó la turbina a vapor por razones obvias y no había en el mercado un diseño adecuado de turbinas a gas.

6. Calderas auxiliares. Estudios anteriores llevados a cabo en buques de tamaño similar al tipo 42 habían demostrado que el medio más económico para proveer calefacción y atención doméstica era el vapor saturado, al mismo tiempo que permitía el empleo de evaporadores convencionales.

Para llegar a la distribución de maquinaria que se muestra en la Fig. 1, se tuvo en consideración los siguientes factores:

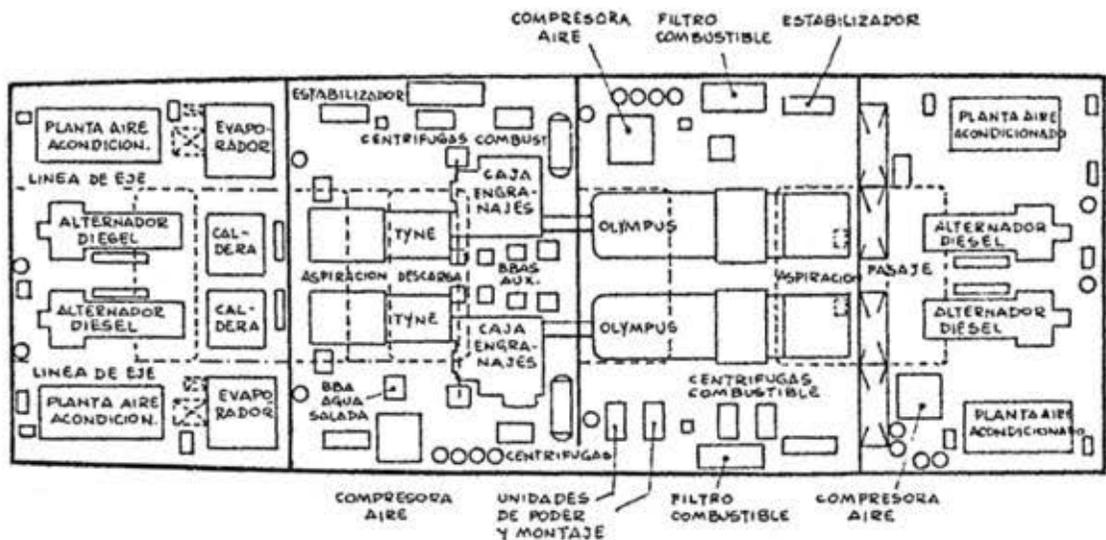


FIG. 1.- DISPOSICION DE LA MAQUINARIA.

1. Turbinas principales y de crucero en compartimientos separados para mayor flexibilidad en averías de combate.

2. Amplia separación entre alternadores diesel de proa y popa. Esta disposición hace innecesaria la provisión de un alternador de emergencia.

3. Amplia separación de plantas de aire acondicionado.

4. Montaje de calderas y evaporadores en un mismo departamento. Esto, sumado a los alternadores diesel y plantas de aire acondicionado, proporciona un servicio de puerto compacto que aliviana la necesidad de personal de guardia y facilita la mantención.

5. Ubicación de turbinas a gas, alternadores diesel y calderas auxiliares en el segundo tercio de la eslora del buque, reduciendo así las penetraciones de cubierta para aspiraciones y descargas, haciendo consistente el diseño con la idea de chimenea única.

6. Distribución de otra maquinaria auxiliar en los cuatro departamentos de máquinas para mejor contribución a la flexibilidad en averías de combate.

7. Provisión de espacio y facilidades para desmonte y retiro de maquinaria, conforme al principio de reparación por reemplazo.

Este último punto fue tal vez el que tuvo mayor gravitación en el diseño del buque. La implementación de la política de reparación por reemplazo no sólo requiere grandes aberturas en cubierta, sino también mayor espacio libre en los departamentos de máquinas, espacios que comparados con diseños anteriores es bastante más generoso. Las rutas de desmonte de piezas principales de la planta propulsora se indican en Fig. 2.

## EL DISEÑO DE DETALLE

Para el diseño de detalle se usó la técnica del modelo en vez del método tra-

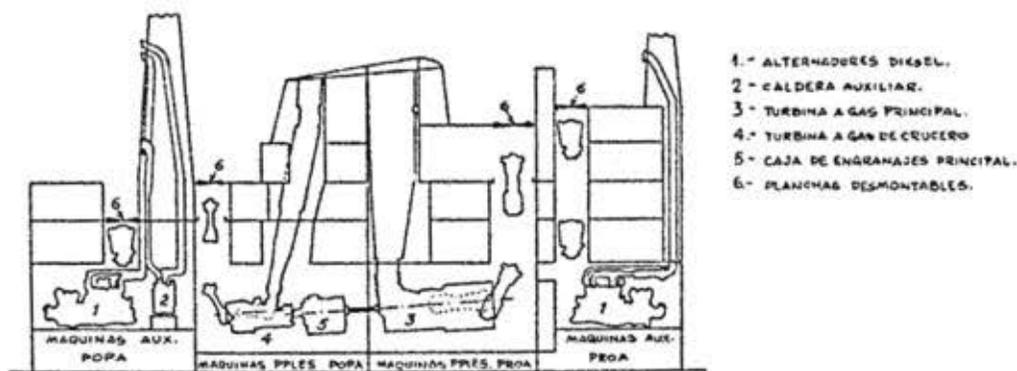


FIG. 2.- RUTAS DE DESMONTE DE MAQUINARIA.

dicional de planos. La instalación completa de la maquinaria fue modelada incluyéndose todos los accesorios que en la realidad tuvieron 25 mm. de diámetro o más. El modelado de la maquinaria permitió apreciar todos los problemas que podrían presentarse en la realidad, al mismo tiempo que fue factor determinante para un diseño adecuado de rutas y accesos compatibles con la política de reparación por reemplazo. Una vez aprobado el modelo, se procedió a la confección de los planos de construcción e instalación. No merece dudas que el método por modelo tiene grandes ventajas sobre el tradicional de planos, al permitir la apreciación física de la disposición por parte de todos aquellos que tienen ingerencia en el diseño.

Al detallarse la instalación aparecieron ciertas áreas de gran complejidad y congestión, especialmente en los siguientes aspectos:

1. La instalación de turbina a gas debe tener muchas más auxiliares eléctricas que una planta tradicional a vapor, lo cual trae como consecuencia un aumento impresionante de cablería, partidores, cajas de unión y duplicidad de circuitos y elementos eléctricos en general.

2. El concepto de reparación por intercambio requiere de rutas y accesos libres, por lo tanto los circuitos eléctricos y de cañerías necesariamente debieron tener un trazado más largo y tortuoso.

3. El empleo de auxiliares accionadas desde las cajas de engranajes de las turbinas obligó a una acumulación de maquinaria en las cercanías de estas cajas, atentando contra la distribución racional

del espacio disponible, afectando al mismo tiempo la flexibilidad de la planta.

Todos estos aspectos negativos son inevitables en un diseño nuevo, razón por la cual se hace necesario un estudio detallado de la instalación antes de "congelar" el tamaño de los compartimientos de propulsión.

Para minimizar peligros de incendio se hizo necesaria la provisión de purgas y desahogos cerrados para sistemas de combustible e hidráulicos. Esto se consiguió con la instalación de estanques de purga hacia los cuales convergen los desahogos y purgas de todos los sistemas, incluso vapor y agua. De esta manera se obtiene como ventaja adicional sentinas limpias y facilidad de preservación de planchaje y bases de maquinaria.

## INSTALACION DE MAQUINARIA

Antes de montar a bordo la maquinaria de propulsión y sus auxiliares, fue preparado un procedimiento detallado de instalación para operaciones críticas, tales como alineamiento de línea de ejes e instalación del sistema de la hélice de paso variable. Durante el trabajo de montaje quedó demostrado que si tales procedimientos eran seguidos fielmente y manteniendo los niveles de limpieza requeridos, no hay razón para encontrar dificultades mayores en el proceso, aun cuando se trate de un montaje prototipo.

### Instalación y alineamientos de ejes

El alineamiento de los ejes en destructores tipo 42 se complica por la presencia de componentes internos del sis-

tema de hélice de paso variable que impiden la desconexión de los acoplamientos una vez lanzado el casco. Otro inconveniente que se presenta es la gran flexibilidad de los ejes, lo que hace prácticamente imposible el alineamiento. Considerando estas dificultades, se optó por el alineamiento de descansos entre sí, antes de instalar los ejes. El alineamiento final en copla de caja de engranajes se hace una vez lanzado el casco a fin de eliminar los efectos de deformación del casco en esta área tan sensible. Otros problemas asociados con la instalación del control de la hélice de paso variable son aquellos presentados por la conexión de cañerías de transferencia de aceite en los ejes, instalación de la hélice propiamente tal y cajas delanteras de transferencia de aceite. El proceso es largo y se complica por la necesidad de mantener estrictas condiciones de limpieza durante todo el tiempo, sumado a la necesidad de enjuague y prueba hidráulica que se deben efectuar después de cada paso. En futuras instalaciones se considerará un diseño que permita montar todos los componentes internos del eje, antes de instalar el eje propiamente tal a bordo.

#### Instalación de circuitos de cañerías

En el HMS. "Sheffield" la disposición de las cañerías asociadas con la hélice de paso variable fue compleja y congestionada. A raíz de esto, en próximas construcciones se tiene considerado el empleo de una técnica poco usual, como es la instalación de circuitos prediseñados y preconfeccionados en tierra y luego adaptar estanques y maquinaria auxiliar del sistema a estos circuitos en el terreno. Esto se consigue disponiendo en el taller de cañerías de un modelo tamaño natural del área circundante, y es aquí donde se fabrica y arma el circuito completo. Luego se desarma y se lleva a bordo, armándolo en forma definitiva.

#### PRUEBAS

Por tratarse de un buque primero en su clase, el programa de pruebas fue extenso. Demuestra la magnitud del programa el hecho de que en el punto culminante de las pruebas, fue necesario emplear 35 ingenieros para este trabajo.

Durante las pruebas el buque fue operado por personal del astillero, duplicándose los puestos con personal de la Armada con fines de entrenamiento.

En general, las pruebas dieron espléndidos resultados, gracias en parte, al aprovechamiento de las experiencias obtenidas en las pruebas de la fragata "Amazon", que como ya se ha dicho está equipada con una planta propulsora esencialmente igual al tipo 42. Los defectos y experiencias más importantes aparecidos en las pruebas del H.M.S. "Sheffield" fueron:

1. Las velocidades de vacío de las turbinas "Olympus" eran inadecuadas, ya que una regulación de velocidad de vacío muy alta se traducían en una partida con alzas de temperatura muy violentas, en cambio una regulación de velocidad de vacío muy baja producía una pérdida de control desde la estación remota. Esta dificultad fue obviada reemplazando el distribuidor de combustible por una válvula presurizadora.

2. Al hacer partir las turbinas "Tyne" con aceite frío, ocasionalmente se presentaban altos niveles de vibración. Este efecto no ha tenido hasta el momento efectos adversos, por lo tanto, por ahora no se contempla una acción correctiva.

3. Durante pruebas de reversión de marcha a altos poderes, pudo detectarse que había ocasiones en que la velocidad de la hélice caía a niveles lo suficientemente bajos como para afectar el rendimiento de las máquinas auxiliares accionadas por la caja de engranajes de reducción. Este defecto no tuvo repercusiones mayores gracias a la excelente respuesta de los mecanismos automáticos de partida de las auxiliares eléctricas.

4. Comparando el rendimiento de las turbinas "Olympus" y "Tyne" en maniobras de detención del buque, partiendo de poderes similares, se comprobó que las características de maniobra del buque eran mejores con la velocidad de cambio de paso de la hélice correspondiente a la turbina "Tyne" (1,3 grados por segundo) que la correspondiente a la turbina "Olympus" (3,3 grados por segundo).

Desde su aceptación, el HMS. "Sheffield" ha seguido siendo sometido a una serie de pruebas de evaluación de su sis-

tema propulsor, tendientes principalmente a lo siguiente:

1. Ganar experiencia sobre problemas de dientes de engranajes en la maquinaria y determinar las condiciones de operación del aparato propulsor supervigilado y mantenido por personal naval y bajo condiciones de servicio extremas, tropicales y árticas.

2. Determinar las mejores técnicas de operación de la maquinaria con el objeto de preparar las instrucciones del caso.

3. Obtener informaciones de mantención que permitan aquilatar la validez de los programas de mantención y determinar el ciclo óptimo de operatividad versus mantención.

4. Proveer a los diseñadores de informaciones detalladas sobre el rendimiento del sistema para permitir la mejoría del diseño y aplicación de las lecciones aprendidas a futuros diseños.

## EXPERIENCIAS OBTENIDAS DEL DISEÑO

La experiencia ganada por la Armada británica en la maquinaria de su destructor tipo 42 se limita esencialmente a las etapas de diseño, construcción, puesta en servicio y pruebas en la mar, por lo tanto una opinión fundamentada sobre las bondades del diseño sería prematura, sobre todo de aquellas características que requieren una evaluación a lo largo de un servicio operacional prolongado. Sin embargo se pueden adelantar comentarios sobre las materias que a continuación se mencionan:

### Turbinas a gas

Hay diferentes aspectos que continúan siendo materia de estudio para obtener un mejor producto y por lo tanto vida más prolongada, como por ejemplo:

1. Cámaras de combustión. Posibilidad de obtención de mayor duración y emisiones de descarga más claras.

2. Empaquetados de turbinas y compresores. Mejoramiento de materiales y recubrimientos para atenuar efectos de la corrosión.

3. Bombas de combustible. Mejoramiento de las tolerancias para permitir empleo de combustibles con bajas propiedades lubricantes.

4. Filtros de admisión de aire. La instalación actual comprende filtros de 3 estados, los cuales aseguran que la ingestión de sal por parte de la máquina esté dentro de los límites de tolerancia en cualquier condición de mar. Por aspectos de construcción naval, peso por alto y complejidad del sistema, cualquier reducción en la sofisticación de los filtros será bienvenida por parte de los constructores. Ha quedado en claro que se requiere una mayor atención para el diseño detallado de la velocidad del aire, distribución y sistemas de purgas en el caso de turbinas a gas que la que fue necesaria en los casos de admisión de aire para calderas en propulsión a vapor.

5. Combustible. La adopción de una propulsión basada exclusivamente en turbinas a gas ha permitido ser consistente con la política de combustible único de la Armada británica. Sin embargo, por razones de estabilidad, la mitad del combustible debe ser almacenado en estanques que deben ser lastrados con agua de mar, lo que plantea los problemas de corrosión de planchaje y contaminación del combustible. Para combatir el primer peligro se ha optado por el pintado de los estanques con pintura epóxica y el segundo ha sido subsanado en base a baterías de filtros, separadores y decantadores.

### Control de la maquinaria

El sistema de gobierno y control de la maquinaria que coordina la aceleración de la máquina y los movimientos de las aspas de la hélice para variar su paso, sufrió bastantes alteraciones y demoras durante el proceso de pruebas del buque. El principal defecto fue que el control no fue diseñado ni ajustado con la precisión que requiere un sistema que no acepta ajustes manuales tipo "desatornillador". Con la experiencia ganada hasta el momento, se podrá definir mejor las especificaciones de los futuros sistemas de gobierno y control de la propulsión.

## Generación de poder eléctrico

Una de las consecuencias del cambio de propulsión a vapor a turbina a gas, fue la necesidad de tener que prescindir de los turbo alternadores cuya mayor ventaja era su alta flexibilidad, debiendo reemplazarse por alternadores diesel, con la consiguiente disminución en su carga, si se deseaba intervalos aceptables entre recorridas mayores. En buques de guerra de tamaño medio la variación entre la carga eléctrica máxima, como es la de combate en el trópico, y la mínima, como es navegación de crucero nocturno en climas templados, es sumamente grande. Ello requiere precisión en la estimación de las cargas eléctricas y una selección muy cuidadosa del tamaño y cantidad de alternadores diesel que se montarán. Aun así es todavía insuperable el problema que se presenta al tener que operar por tiempos prolongados motores diesel a muy baja carga.

## Dotación

La dotación del Departamento de Ingeniería de un destructor tipo 42 es un 35% menor que la que requeriría el mismo buque si hubiera sido equipado con planta propulsora a vapor. Tan importante como la reducción misma de personal puede considerarse el mejoramiento

substantial del ambiente de trabajo de la dotación. La operación y mantenimiento de plantas a vapor obligaba a trabajar en un ambiente generalmente caluroso, sucio y poco atrayente; en cambio los mecánicos que deben intervenir en las turbinas a gas lo harán en un ambiente bastante más agradable.

## Consumo de combustible

Al tomarse la decisión de implantar turbinas a gas en la propulsión no se tomó en consideración una economía en el consumo de combustible, por estimarse que en todo caso los consumos de la planta a gas serían esencialmente iguales a una planta a vapor. Sin embargo, al producirse la crisis mundial del petróleo, se tiene que el combustible ha subido su precio cuatro veces, razón por la cual un factor inicial secundario, adquiere importancia capital.

En la Fig. 3 se muestra un cuadro comparativo entre consumos específicos de una planta COGOG y de plantas de fragatas clase "Leander" (último tipo de buque diseñado con propulsión exclusiva a vapor). Hay una substancial ganancia en la operación de la planta COGOG usando un solo eje, modo de operación que en una "Leander" no produce mayores beneficios. La operación en base al uso de un solo eje trae como ventaja adi-

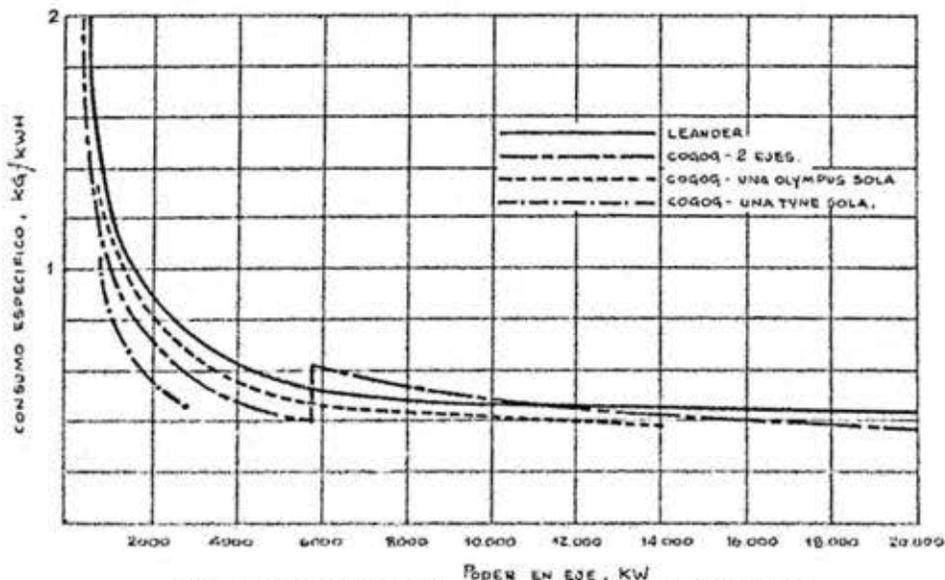


FIG. 3.- COMPARACION DE CONSUMOS ESPECIFICOS DE COMBUSTIBLE. FRAGATA CLASE "LEANDER" Y BUQUES COGOG CON TURBINAS A GAS "TYNE" Y "OLYMPUS".

cional la reducción en las horas de trabajo de las turbinas, con la consiguiente mayor disponibilidad operativa del buque.

### Conclusión

El desarrollo de la instalación COGOG de un destructor tipo 42 es un gran paso adelante en la tecnología de la Ingeniería Naval, comparable a la revolución

que provocó anteriormente la decisión de reemplazar calderas de tubo de fuego y máquinas recíprocas por calderas multitubulares y turbinas a vapor. La experiencia obtenida hasta el momento en el HMS. "Sheffield", en la HMS. "Exmouth" y HMS. "Amazon" hacen concluir que la decisión de la Armada británica de ir a un sistema de propulsión COGOG para sus buques fue correcta y visionaria.

## NOTAS ADICIONALES EXTRACTADAS DE DISCUSION DE LA CONFERENCIA POR PARTE DEL AUDITORIO

Cuadro comparativo de parámetros importantes entre fragata tipo 21 (propulsión COGOG) y fragata clase "Leander" (propulsión a vapor):

	"Leander"	Tipo 21
Potencia SHP	30.000	50.000
Velocidad máxima nudos	30	34
Dotación total	251	170
Dotación Depto. Ingeniería	63	29
Disipación energía a la atmósfera	23%	74%
Disipación energía al agua	60%	1%
Area de las descargas	1	4
Cañerías	1	1,44
Cablería eléctrica	1	4

Del cuadro indicado pueden sacarse las siguientes conclusiones:

1. Con el diseño COGOG efectivamente se ha alcanzado una reducción drástica de dotación (de 2,1 hombres de máquinas/1.000 SHP a 0,58 hombres de máquinas/1.000 SHP).

2. Aún persiste un gran porcentaje de disipación de energía no aprovechable, habiéndose conseguido un cambio en el ambiente receptor de esta energía y un aprovechamiento mayor en un 8% de la energía disponible.

3. El nuevo diseño exige una significativa mayor área de perforaciones en cubierta.

4. Uno de los objetos del nuevo diseño, aunque secundario, era la disminución de la cantidad de cañerías a bordo, objetivo que no pudo ser alcanzado debido en parte a la complicación de circuitos que acarrea la implantación del sistema de hélice de paso variable.

5. El sistema de propulsión por turbinas a gas introduce la necesidad de cuadruplicar la existencia de cables eléctricos

instalados, debido a la gran cantidad de auxiliares eléctricas que requiere este sistema.

6. Para un desplazamiento similar y por ende espacio de máquinas disponible similar en ambos tipos de buque, se ha podido obtener un 60% de mayor potencia propulsora.

### Mantenimiento

La reducción presupuestada en las necesidades de mantenimiento por parte del personal embarcado, no fue lo significativa que era de esperar, ya que comparado con un buque a vapor, aún se mantiene un 80% de las necesidades de conservar equipos a bordo, habiéndose sólo obtenido la reducción que significa la carencia de calderas principales, trampas a vapor, juntas y empaquetaduras de vapor. Contribuye a este escaso rendimiento el aumento de circuitos de cañerías y eléctricos ya descritos en cuadro anterior. Una de las maneras de disminuir esta servidumbre sería la reducción drástica de uniones de cañerías, lo cual es obtenible en base a supresión de bridas de unión, presupuestando en diseños futuros circuitos soldados.

### Servicio de puerto

Por razones de diseño de combate, los generadores y calderas auxiliares son en exceso sobre-dimensionados para las necesidades de puerto o navegación de crucero y deben operar ocasionalmente a cargas mínimas no compatibles con una adecuada eficiencia de la capacidad instalada. Este problema se pretende solucionar en parte en futuros diseños mediante la supresión de calderas auxiliares, dejando como fuente de energía única para calefacción, servicios domésticos, etc., la electricidad.

## POLITICAS DE PROPULSION EN OTRAS ARMADAS EUROPEAS

### Armada de Holanda

La Armada holandesa, al igual que la británica ha fijado como política la instalación de plantas propulsoras COGOG a sus buques tipo destructor y fragata.

El factor que gravitó en forma preponderante en la fijación de la citada política, fue el hecho de que habiéndose suprimido el servicio militar obligatorio, cada día era más difícil obtener un reclutamiento voluntario tanto en cantidad como calidad adecuadas a las necesidades de la institución. Una de las maneras de obviar el problema era ir a la reducción drástica de personal necesario, reemplazándolo por automatización.

La introducción del concepto de recorridos mayores de armamentos por módulo, también hizo necesario estudiar el acortamiento de los períodos de reparación de maquinaria, meta que sólo es posible alcanzar introduciendo el concepto de reparación por reemplazo.

En general, el diseño e instalación de la planta propulsora COGOG de los buques holandeses es esencialmente igual a la británica, usándose incluso las mismas turbinas. Hay diferencias marcadas en el sistema de gobierno y control de la máquina que en el caso holandés es totalmente electrónico, basado en operación por botones. Este control fue diseñado y debía ser operado por ingenieros mecánicos, sin necesidad de aumentar la carga de los ingenieros electrónicos a bordo. De aquí que todo el sistema de control está basado en módulos, que en caso de fallas son reemplazados por repuestos disponibles en el mismo tablero. Los módulos fallados son reparados en tierra.

### Armada de Francia

Recientemente ha sido puesta en servicio la fragata "Acouit", seguramente la primera y última de su clase. La propulsión de esta fragata es la tradicional a vapor. Sin conocerse la política oficial del Ministerio de Defensa francés, se cree que éste sea el último buque de propulsión a vapor que sea entregado a la Armada de ese país.

El programa inmediato de construcciones navales francesas, contempla la construcción de la corbeta "Georges Leygues" del tipo C-70 de 3.475 tons. de desplazamiento, cuyas características operacionales equivaldrían al destructor tipo 42 de la Armada británica. Para la propulsión de este buque se ha decidido usar el sistema CODOG (Combined Die-

sel or Gas) compuesto de 2 motores diesel de 16 cilindros para andares de crucero de hasta 17 nudos y 2 turbinas Rolls Royce "Olympus" para la operación a altos poderes, con una velocidad tope de 30 nudos.

Otro diseño en ejecución es el de una fragata, tipo FL-74, de 2.500 toneladas de desplazamiento, similar a la tipo 21 de la Armada británica. Esta fragata es propulsada por 4 motores diesel de 16 cilindros y 8.000 BHP cada uno, que permiten al buque desarrollar una velocidad máxima de 30 nudos. Se estima que un diseño futuro para esta fragata podría contemplar propulsión CODOG.

### Armada de Alemania

Esta Armada también ha desechado el vapor como sistema de propulsión de sus buques de guerra, basando sus diseños actuales en motores diesel solamente o CODOG, sin haberse formulado aún una política sobre el sistema COGOG.

### ANALISIS DEL SISTEMA COGOG APLICADO A LA REALIDAD DE LA ARMADA DE CHILE

De las ventajas analizadas en el presente trabajo, aparecerían como aprovechables para el caso de la Armada de Chile, sólo los requerimientos de dotación menor para el departamento de ingeniería, estimándose sí que no adquiere la misma relevancia que en el caso de las Armadas europeas, ya que puede apreciarse que a un futuro aún lejano se podrá contar con un nivel adecuado de contrataciones, al mantenerse dentro de nuestro país una vocación por la carrera de las armas en la juventud. Por otra parte, como contrapartida a la ventaja de disminución de número de gente necesaria, debe considerarse el mayor nivel de preparación que requiere un equipo más sofisticado.

En cuanto a la reducción de tiempo en reparaciones, con el consiguiente aumento de disponibilidad operativa, se ha visto que ello es sólo obtenible en base a la implantación de la política de reparación por reemplazo. La materialización de una política de este tipo requerirá una inversión inicial considerable, tanto en

equipos para reemplazo, como en repuestos para recuperar los reemplazados. Esta inversión, sumada al monto que significará el capital detenido por concepto de repuestos almacenados, puede llegar a niveles inaceptables para un país en vías de desarrollo. Debe tenerse presente también que habrá parte del equipo, como son las turbinas a gas, que deberán ser recorridas en la fábrica o en talleres adecuadamente montados.

Con las experiencias recientes sufridas por nuestra Fuerza Aérea en lo que a recorridas de las turbinas de los aviones Hawker Hunter se refiere, se tiene que no es aceptable la dependencia de una fuente extranjera, sujeta a los inevitables e impredecibles vaivenes de la política, para la recorrida rutinaria o reparación de elementos vitales de la propulsión de un buque.

Para la alternativa de montaje de talleres adecuados para recorridas y operación de turbinas a gas en el país, se aprecia que dada la poca cantidad de turbinas que existirán en uso en la Armada, no se justificaría que la institución hiciera el enorme esfuerzo financiero y técnico que su materialización requeriría. Podría aparecer como posible solución a este problema, la implantación de un taller único en el país, a cuya formación, materialización y rodaje concurrieran la Línea Aérea Nacional, la Fuerza Aérea y la Armada. Esta alternativa en ningún caso suprime de raíz la dependencia extranjera, siendo necesario recurrir al fabricante para la obtención de los repuestos, ya que la alta tecnología de materiales y maquinaria empleada en su confección hace difícil que pueda ser superada con fuentes propias de abastecimiento, por lo menos dentro de un plazo prudencial.

Por las razones brevemente expuestas en este análisis, aparece como conclusión evidente que la adopción del sistema de propulsión COGOG para los buques de la Armada de Chile no es por el momento conveniente.

Como es indudable que la desaparición del buque exclusivamente a vapor en las Armadas modernas, salvo con propulsión nuclear, es un hecho, también puede obtenerse como conclusión que es necesario abocarse a la adopción de un sistema de propulsión combinado, en el

cual por fuerza aparece la turbina a gas. Por esta razón, a continuación se analizan muy brevemente las ventajas y conveniencias de otros sistemas combinados para nuestra Armada.

### Sistema CODOG

Como se ha visto, hasta el momento los diseños existentes contemplan el montaje de motores diesel con una potencia adecuada para andares de crucero, es decir, hasta los 17 nudos. Esta limitación obligaría al empleo frecuente de las turbinas a gas para desarrollar andares de entrenamiento de conjunto mayores, con lo cual se caería en la desventaja de la adopción del sistema de reparación por reemplazo para las turbinas, hecho que ya se analizó en párrafo anterior.

Por otra parte aparece como factor de dependencia extranjera la provisión de repuestos para la maquinaria diesel, y mientras no exista una fuente de abastecimientos confiable de estos repuestos a costos razonables, no resulta conveniente que la propulsión de buques de línea esté sujeta a las posibles limitaciones del mercado internacional.

### Sistema COSAG

Este sistema se basa en el uso combinado de una planta a vapor y en el empleo de turbinas a gas para la obtención de la potencia total. Por ser la planta propulsora a vapor el sistema tradicional de propulsión de nuestros buques de línea, no se entrará a discutir sus ventajas y desventajas por ser éstas ampliamente conocidas.

La planta combinada COSAG tiene, desde el punto de vista de la Armada de Chile y según el criterio del autor, las siguientes ventajas:

1. Andares de crucero y de estacionamiento pueden ser obtenidos con la planta a vapor.
2. La mantención y reparación de la planta a vapor no presenta problemas

técnicos mayores, por ser ampliamente conocidas por nuestro personal.

3. Gran porcentaje de su vida, el buque será propulsado por su planta a vapor, teniéndose entonces pocas horas de trabajo para las turbinas a gas, pudiéndose incluso programar su empleo de manera que en la vida del buque sólo sea necesario recorrerlas una o dos veces, lo que indudablemente aliviana las necesidades de la infraestructura de apoyo terrestre, el requerimiento de grandes stocks de repuestos y la dependencia del extranjero.

4. Disponibilidad inmediata de poder propulsor para zarpes de emergencia al ser factible el desplazamiento inicial del buque mediante sus turbinas a gas, mientras la planta a vapor sigue su rutina de preparación normal.

5. En lo que a la planta a vapor se refiere, la experiencia ha demostrado que a pesar de seguir existiendo una gran dependencia foránea para el suministro de repuestos, en casos de emergencia o problemas de mercado, la tecnología del país permite la confección de las piezas de repuesto que se requieren.

6. Siendo la generación de poder eléctrico del buque un factor vital, se puede aprovechar la ventaja que significa obtener este poder a través de turbogeneradores con su tradicional confiabilidad y flexibilidad.

### APRECIACION FINAL

De la lectura de los antecedentes expuestos, puede llegarse a la conclusión que la propulsión de los buques de línea de la Armada de Chile debe ser planificada para un futuro mediato en base a un sistema COSAG y la próxima generación de buques podrían equiparse con COGOG, condicionado al nivel tecnológico que desarrolle el país en ese período.

Traducido y extractado por el capitán de fragata Jorge Hadermann Valenzuela, Armada de Chile, con una apreciación personal del traductor.