

# SISTEMA DE CONTROL PARA LAS MAQUINAS DE PROPULSION DE BUQUES DE GUERRA

(Cortesía de "Shipping World and Shipbuilder").



Puesto de control en el puente de una fragata CODOG de dos hélices.

La substitución del vapor por sistemas combinados de propulsión en los modernos buques de guerra ha creado la necesidad de un nuevo tipo de sistema de control de las máquinas y, al mismo tiempo, ha facilitado su implantación. Como grupos motrices individuales, las turbinas a gas y los motores diesel de hoy día son más fáciles de gobernar que

las grandes máquinas de vapor; en cambio su combinación con arreglo a las diversas disposiciones vigentes, impone la necesidad de una exacta coordinación de la regulación de los diferentes grupos motrices.

La amplia gama de velocidades exigida a un buque de guerra moderno, a lo que se debe en gran parte el empleo de

las instalaciones combinadas, favorece también el uso de hélices de paso regulable, lo que garantiza que la hélice se adapte a la velocidad del barco para obtener el mejor rendimiento en toda la gama de funcionamiento. Las hélices de paso regulable proporcionan, también, un medio fácil de maniobra, utilizando bien turbinas a gas intensificadoras de gran potencia, o las propias máquinas principales. La admitida complicación de la instalación de la hélice de paso regulable queda contrarrestada por la eliminación de la necesidad de cajas de marcha atrás que, aunque factibles para las potencias de las máquinas normales, plantean graves problemas en el caso de la elevada potencia generada por turbinas a gas de 25.000 HP al freno o más. Cuando fuese preciso efectuar una parada de emergencia, navegando a una velocidad de 40 nudos, es menester evitar la necesidad de tener que esperar hasta que se embraguen las máquinas principales para disponer de potencia de retroceso. En la etapa actual de desarrollo, la hélice de paso regulable, con facilidad de marcha atrás, constituye la única solución práctica del problema.

Por consiguiente, en el caso de una instalación en que cada eje (normalmente habrá dos) lleve una hélice de paso regulable y quede accionado, por intermedio del tren reductor, por una turbina a gas intensificadora de alta potencia y una máquina principal (diesel o de turbina a gas), conectadas ambas por medio de embragues de cambio auto-sincronizante, los mandos de la maquinaria tendrán las siguientes funciones:

1. Regulación de la máquina principal.
2. Regulación del motor intensificador.
3. Embrague y desembrague del motor intensificador.
4. Regulación del paso de la hélice, proporcionando una adaptación continua a la potencia exigida a los motores, con facilidad de marcha atrás.
5. Accionamiento del machón del acoplamiento hidráulico (solamente en caso de máquinas principales diesel).

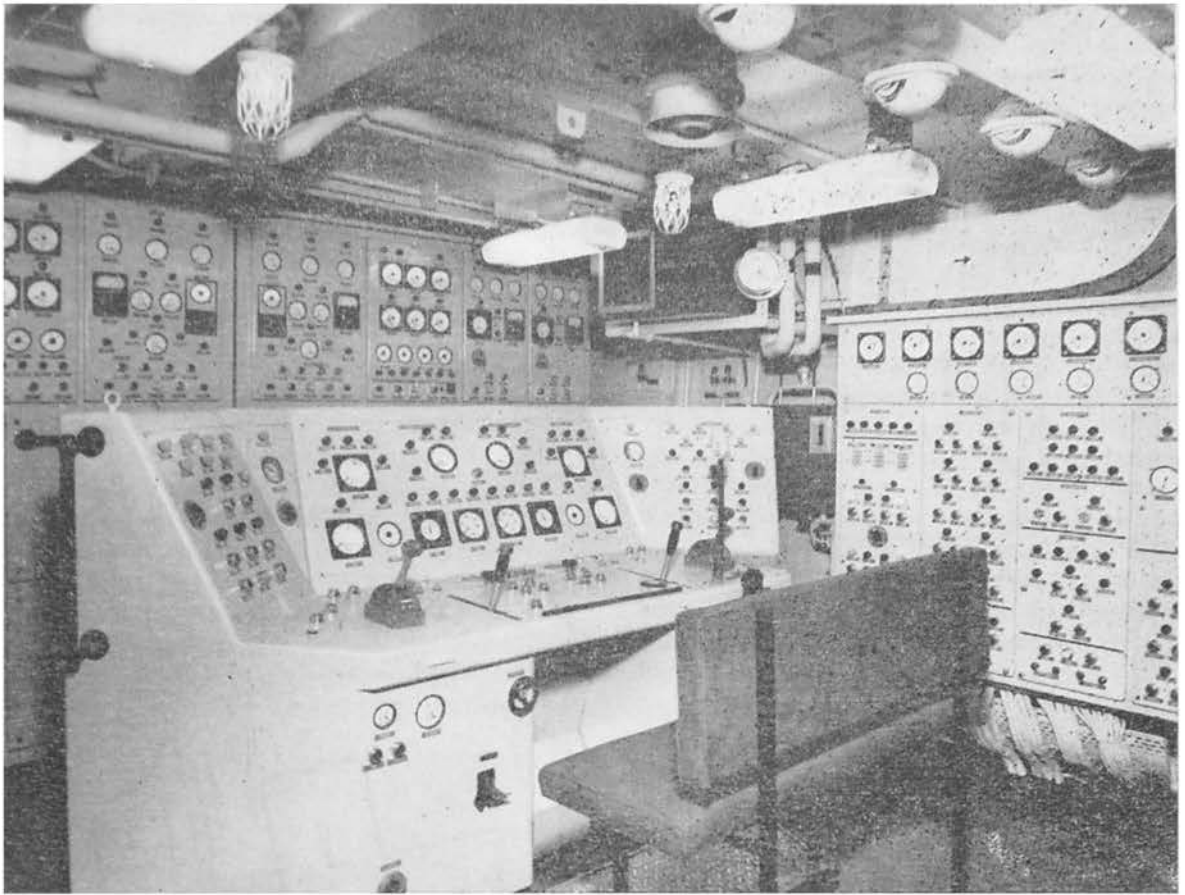
El embrague y desembrague de la máquina principal se producen automática-

mente, y no exigen señales de control. Se ha previsto independientemente el arranque y parada de los motores. Cuando se utilizan máquinas principales diesel, se acostumbra intercalar un acoplamiento hidráulico entre el motor diesel y la caja de engranajes, lo que facilita la aceleración de la gran masa de la transmisión por el motor relativamente pequeño, y ayuda a aislar las vibraciones torsionales.

La División de Sistemas de Control de la Vosper Thornycroft Ltd., de Portsmouth, diseña y fabrica, desde hace algunos años, sistemas de control de maquinaria de propulsión para realizar las funciones señaladas anteriormente. Equipo para el control por palanca única de la maquinaria principal, ya sea desde la sala de control de máquinas o desde el puente, se encuentra en servicio en los barcos de 40 nudos de velocidad de los tipos Mark 5 y Mark 7 de la Vosper Thornycroft. Entre estos barcos figuran el "I.I.S. Saam" y el "I.I.S. Zaal" de la Marina Imperial del Irán, que se encuentran ahora en ruta hacia dicho país. Este equipo ha demostrado ser confiable, y la valiosa experiencia adquirida en este contexto se ha incorporado a un sistema perfeccionado que se instalará en las fragatas Mark 10 que la Vosper Thornycroft construye para Brasil. También resulta adecuado para otros tipos de buques muy diversos.

El nuevo sistema está constituido por una serie de unidades normalizadas, y la normalización se extiende también a los proyectos preliminares, dibujos, programas de construcción, etc. Esto permite diseñar y construir un sistema de regulación para cualquier combinación de maquinaria al mínimo costo posible, utilizando equipo de comprobada confiabilidad.

Al proyectar los elementos fundamentales del sistema, la División de Sistemas de Control de la Vosper Thornycroft ha colaborado estrechamente con la División de Construcciones Navales de la compañía, estableciendo el mejor equilibrio posible entre eficacia y costo. La complejidad innecesaria en sistemas de esta clase tiende a conducir a problemas en el servicio. Para la evaluación completa del rendimiento, se recurre plenamente a la simulación, tanto en la eta-



Sala de control de máquinas de una fragata CODOG de dos hélices.

pa del anteproyecto como en las etapas finales de diseño del equipo destinado a un barco particular.

La siguiente descripción se refiere al sistema de control Vosper Thornycroft para maquinaria de propulsión. Se trata de un sistema de bucle cerrado, que regula la velocidad del eje de la hélice. Hay puestos de control en la sala de control de máquinas y el puente. El sistema normalizado incluye medios para arrancar, parar y seleccionar los motores de propulsión, bien desde la sala de control de máquinas bien localmente, en la propia sala de máquinas, junto al motor particular.

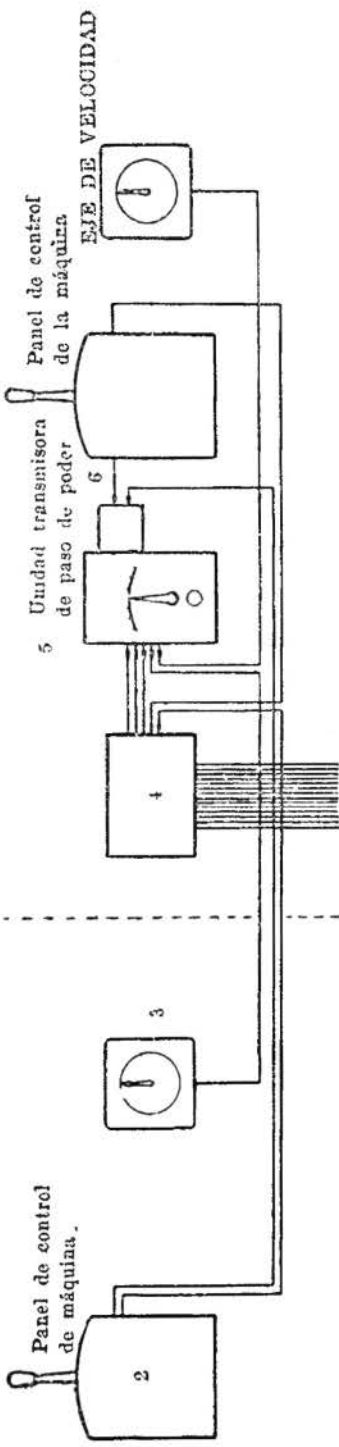
En la sala de control de máquinas y en el puente hay unas consolas con palancas de mando únicas para cada uno de los conjuntos de máquinas del eje principal. Estas palancas accionan los sistemas de propulsión en toda la gama prevista de potencias de avance y marcha atrás. Las palancas de la consola de la sala de control de máquinas constituyen

el sistema maestro y permanecen siempre conectadas. El sistema normalizado incluye medios para la conexión de palancas de mando adicionales en caso necesario como, por ejemplo, en las alas del puente.

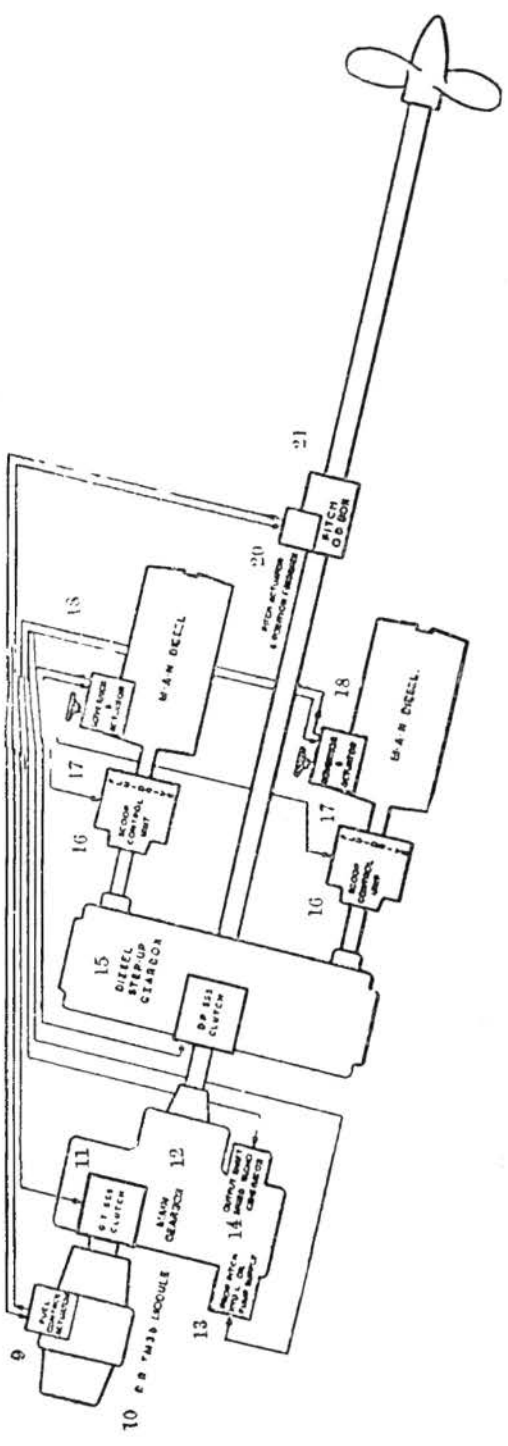
Las palancas, que se parecen a las universales de rótulo, regresan a la posición central accionadas por muelle sirviendo para accionar conmutadores eléctricos. La gama total de movimiento es de unos  $15^\circ$  a ambos lados de la posición central. Los 10 primeros grados de desplazamiento a cada lado se efectúan venciendo la resistencia de un muelle ligero, y los 5 grados restantes contra una resistencia mayor. La palanca pone en movimiento una unidad transmisora accionada por un motor eléctrico reversible, de dos marchas; la presión ligera selecciona la marcha lenta del motor, y la presión mayor la velocidad máxima. Las posiciones hacia proa proporcionan un incremento de la velocidad de avance o una reducción de la velocidad de

# CENTRO DE CONTROL DEL BUQUE

1.—PUENTE



# SALA DE MAQUINAS DE PROPULSION



marcha atrás, mientras que las hacia popa, a partir del punto central, dan una reducción de la velocidad de avance o un incremento de la de marcha atrás. La unidad transmisora acciona unos potenciómetros correspondientes a los mandos de los reguladores, en cada uno de los motores de propulsión, y el control de paso de la hélice. Las señales eléctricas se aplican a las unidades locales de accionamiento en la maquinaria.

La unidad transmisora, accionada por motor, está acoplada, también, a un sincrotransmisor provisto de receptores que accionan unos indicadores de "velocidad deseada" instalados en las consolas. Durante el uso, la palanca de control se mueve hacia proa o hacia popa, en mayor o menor grado, según la medida de cambio de velocidad requerida. La palanca se mantiene en su posición hasta que el indicador de "velocidad deseada" señale la marcha requerida, soltándose a



Disposición esquemática de los componentes principales del más moderno sistema de la Vosper Thornycroft para el control de maquinaria de propulsión.

1. Puente
2. Panel de control del motor
3. Velocidad requerida del eje
4. Unidad de control electrónico
5. Unidad transmisora de poder y paso de la hélice
6. Motor impulsor de la unidad
7. Centro de control del buque
8. Salas de maquinaria de propulsión
9. Accionador de regulación del combustible
10. Módulo RR TM3b
11. Embrague
12. Caja de cambio principal
13. Bomba de alimentación de aceite hidráulica del paso de la hélice
14. Medidor generador de velocidad del eje de salida
15. Caja multiplicadora del motor diesel
16. Unidad reguladora del machón.
17. Transmisión hidráulica
18. Regulador accionador
19. Motor diesel MAN
20. Accionador del paso de la hélice y retroalimentación de la posición
21. Caja de paso de la hélice

continuación para que vuelva a la posición central. El sistema de control acciona automáticamente, entonces, el regulador del motor en servicio, así como el paso de la hélice, para conseguir la deseada velocidad de avance o marcha atrás.

Los medios de regulación del sistema Vosper Thornycroft de control de maquinaria son eléctricos, electrónicos, neumáticos e hidráulicos. Las señales de gobierno entre la sala de control de máquinas, el puente, y los emplazamientos de las máquinas son puramente eléctricas. En los emplazamientos de las máquinas, estas señales eléctricas se aplican a unidades convertidoras electro-neumáticas que transforman la entrada eléctrica proporcional en una salida neumática también proporcional. Existen convertidores independientes para cada motor y regulador de paso de la hélice.

Las señales neumáticas se aplican directamente a los accionadores de control de la velocidad en los reguladores de los motores diesel, al sistema de control de combustible del generador de gas de las turbinas, a los accionadores hidráulicos primarios de las unidades de control del paso de la hélice, y a los reguladores de los acoplamientos hidráulicos o embragues de fricción, si los hubiese.

En el caso del sistema de control del paso de la hélice, la señal neumática impulsa un accionador hidráulico primario que, a su vez, actúa sobre la válvula de carrete del accionador hidráulico principal de cambio de paso.

En los motores propiamente dichos, el sistema utiliza, en la medida de lo posible, los accionadores originarios provistos por los fabricantes de las máquinas.

Las señales de retroalimentación para cerrar el bucle de control, mediante la retransmisión de información sobre la posición desde los accionadores de regulación de la maquinaria hasta las consolas de control, se generan y transmiten eléctricamente.

El sistema eléctrico incorpora equipo electrónico de estado sólido, que establece la debida relación entre la potencia del motor y el paso de la hélice, y gobierna el traspaso desde los motores

intensificadores a los principales, y viceversa. En los circuitos de arranque y parada de los motores se incorporan unos relés de lógica, que proporcionan también los necesarios enclavamientos de seguridad.

En la medida de lo posible, todo el equipo se suministra en forma de unidades completas, en calidad de consolas de control, bastidores electrónicos normalizados y paneles para montaje sobre los mamparos.

Las ventajas de un sistema de control híbrido de esta clase pueden resumirse del modo siguiente:

El incremento de la automatización proporciona economías de mano de obra, suprime virtualmente todo retardo en la transmisión y, por consiguiente, aumenta el rendimiento;

El equipo está fabricado para soportar rigurosas condiciones ambientales de servicio;

Incorpora "equipo de supervivencia contra fallos";

El equipo es muy accesible, y se presta a la realización de pruebas y al diagnóstico de averías;

Las necesidades de entretenimiento preventivo son menores, y las reparaciones fáciles;

El equipo es más compacto que otros sistemas equiparables puramente hidromecánicos o neumáticos;

Los cables con baja intensidad de corriente substituyen a las tuberías, y el consumo de energía eléctrica es reducido.

Aparte de sistemas de control para la maquinaria principal de propulsión, la División de Sistemas de Control de la Vosper Thornycroft diseña y fabrica una gama de equipo para arrancar, parar y vigilar por telecontrol el funcionamiento de maquinaria auxiliar, incluyendo medios de parada automática en caso necesario, así como instrumental para los motores y cuadros de distribución modulares.