

MOTOR "STIRLING" PARA SUBMARINOS

J. Miguel Torres
Ingeniero Naval

Desde 1914 el astillero sueco Kockums, ubicado en la ciudad de Malmö, se encuentra dedicado a la ingeniería, diseño y producción de submarinos. En 1950, Kockums fue designado Autoridad Sueca de Diseño de Submarinos y desde entonces ha diseñado y construido cinco nuevos tipos de submarino y un sumergible para rescate de submarinos.

En junio de 1987 la Armada de Australia firmó un contrato para la construcción de seis submarinos tipo 471, de 2.400 toneladas, diseñados por Kockums. En la propuesta participaron todos los astilleros constructores de submarinos convencionales de Occidente, lo que pone de manifiesto la excelencia tecnológica de Kockums en la materia.

Actualmente, el astillero está abocado a la construcción de los submarinos australianos y se encuentra en conversaciones finales con Malasia para la construcción de dos submarinos tipo A-19 (que es un modelo con que cuenta la Armada de Suecia). Existe también una orden de tres submarinos tipo 90 para la Armada de Suecia.

Un hecho destacable es la posibilidad ofrecida por Kockums de dotar los submarinos con un sistema de energía independiente de aire, basado en el motor Stirling.

Sistema Híbrido de Potencia Stirling

La tecnología del motor Stirling ha sido investigada por Kockums desde comienzos de la década de los años 60. Hace algunos años el

motor Stirling V4-275R, una máquina independiente de aire para submarinos, fue desarrollada exitosamente.

En 1988 el primer motor Stirling fue instalado en el submarino *Näcken*, de la Real Armada Sueca. Dicha unidad se convirtió así en el primer submarino convencional dotado de un sistema de energía independiente de aire que le permite aumentar su autonomía en condición sumergida.

El sistema es conocido como Sistema Híbrido de Potencia Stirling y se compone de los siguientes tres elementos (figura 1):

— Una fuente de baja potencia independiente de aire, basada en el motor Stirling, y un sistema de almacenamiento de oxígeno líquido.

El nivel de potencia requerido es bajo, correspondiendo a operaciones de patrullaje submarino a baja velocidad.

— Un banco de baterías de plomo-ácido de alta potencia, que permite al submarino navegar sumergido a alta velocidad y le provee de amplia energía para operaciones ultrasilenciosas y supervivencia.

— Una planta diesel de alta potencia, para recarga rápida y para tránsito prolongado en condiciones de bajo riesgo de ataque antisubmarino.

En la figura 2 se aprecia un perfil de operación teórica correspondiente a un submarino implementado con el sistema híbrido de energía Stirling. Las operaciones comienzan a baja velocidad con 100% de oxígeno almacenado y 100% de carga en las baterías.

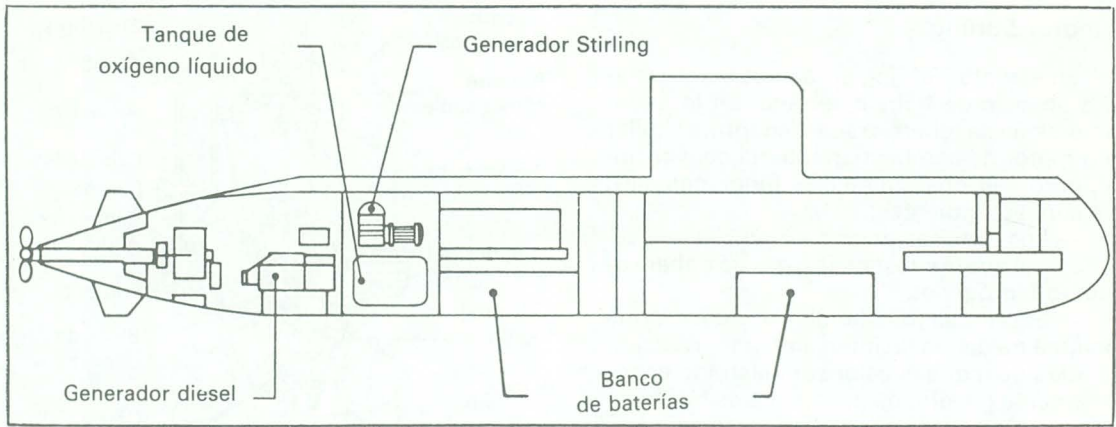


Fig. 1. SISTEMA HIBRIDO DE POTENCIA STIRLING

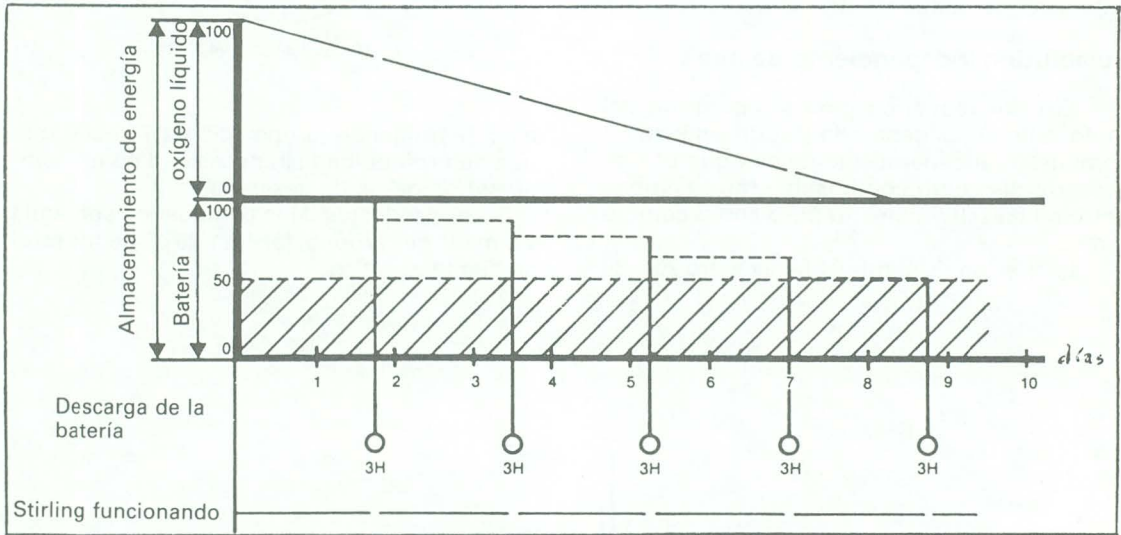


Fig. 2. PERFIL DE OPERACION TEORICA

Las baterías no sufren descarga hasta el segundo día en que un blanco es detectado. Terminadas las acciones de rigor con el blanco, el suministro de potencia es nuevamente efectuado por el motor Stirling durante el período de vigilancia que antecede a la detección de un nuevo blanco.

En esta forma, las baterías se descargan solamente durante el tiempo en que el submarino efectúa las acciones de rigor con el blanco detectado. En la figura citada se aprecia que las baterías son descargadas hasta un nivel de reserva táctico de 50%, luego de alrededor de nueve días de operación sumergida y de la detección de cuatro blancos. Todo lo anterior sin

necesidad de aflorar el tubo *snort*.

Una vez que todo el oxígeno ha sido consumido, el submarino puede continuar sus operaciones como un submarino convencional.

El sistema de potencia Stirling completo, incluyendo estanques internos de almacenamiento de oxígeno líquido, estanques de agua de compensación y auxiliares, puede ser implementado en una sección de casco autónoma lista para ser adherida a submarinos existentes o integrada en el diseño de nuevos submarinos. En esta forma todas las virtudes de un submarino convencional se mantienen luego de la instalación del sistema de potencia independiente de aire Stirling.

El motor Stirling

En el motor Stirling el calor es suministrado a un ciclo de trabajo cerrado. En lo que a compresión se refiere, trabaja en forma similar a un motor de combustión interna convencional, pero con dos diferencias fundamentales, que son las siguientes:

— Los pistones operan en un sistema cerrado en el que la substancia o gas de trabajo es helio (o hidrógeno).

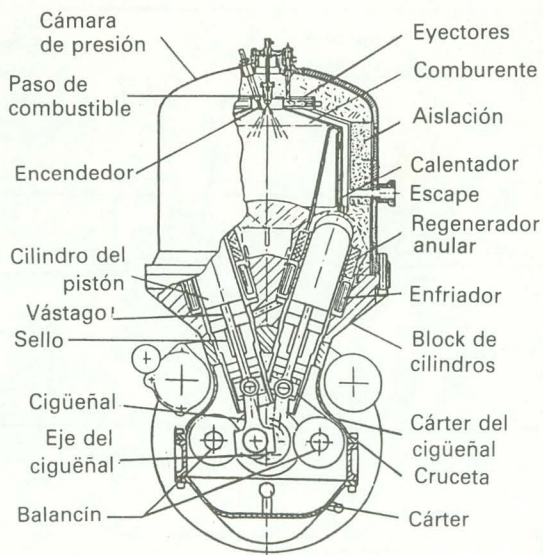
— El calor es transferido al ciclo en forma continua mediante un intercambiador de calor.

Debido a que el calor suministrado es externamente generado, la máquina es fácilmente adaptable a gran variedad de combustibles y fuentes de calor. Además, la transferencia de calor continua y la ausencia de válvulas aseguran variaciones de presión cíclicas suaves y bajo nivel de ruidos y vibraciones.

Combustión independiente de aire

El calor requerido para la operación del motor Stirling es generado por un sistema de combustión independiente de aire que usa hidrocarburos como combustible (por ejemplo, petróleo diesel) y oxígeno puro como comburente.

La presión de combustión es entre 20 y 30



MOTOR SUBMARINO V4-275R

bars, permitiendo la operación a 200-300 metros de profundidad sin necesidad de un compresor de gases de descarga.

Los productos de la combustión son agua y dióxido de carbono, fácilmente disueltos en el ambiente acuático.

