

XI CONGRESO PANAMERICANO DE INGENIERIA NAVAL,
TRANSPORTE MARITIMO E ING. PORTUARIA

"Incremento de potencia en olas para buques
de pequeño porte"

Nº 23

N. Pérez

Octubre de 1989

XI CONGRESO PANAMERICANO DE INGENIERIA NAVAL
TRANSPORT MARITIMO E INC. PORTUARIA

El desarrollo de potencia en obra para potencia
de potencia de potencia

U. 23

A. Torres

Guatemala de 1959

UN-113
F 23/10
requiere
Med 29
p21
- F R / 9

INCREMENTO DE POTENCIA EN OLAS PARA BUQUES DE PEQUEÑO PORTE

por Nelson Pérez M., Universidad Austral, Chile

F 13/9 9/11

INTRODUCCION

La determinación de la potencia propulsiva en el buque se hace normalmente a partir de la información de potencia requerida en aguas tranquilas.

Dentro de los objetivos de diseño de un buque, la capacidad de mantener su velocidad en el mar, es uno de los primarios.

Sin embargo, cuando el estado de mar es demasiado desarrollado, el problema de mantener la velocidad deja de ser relevante y la seguridad operativa del buque obligará a reducir voluntariamente la velocidad (Ej. excesivo slamming, embarque excesivo de agua en cubierta, aceleraciones excesivas. etc.).

Pero, si el estado de mar es de magnitud baja y/o compatible con la operación segura de la nave, ella debe tener capacidad propulsiva para mantener la velocidad

¿Cuánto incremento de potencia se requiere en el mar?. Esto no es un problema fácil, más aún, el problema general del comportamiento del buque en olas está todavía lejos de soluciones sencillas y precisas.

A pesar de esto, se sabe que la pérdida de velocidad en un determinado estado de mar, es una cuestión que tiene diversas causales componentes (todas ellas complejas), por ejemplo (1) :

- 1.1. Aumento de resistencia hidrodinámica por efecto de las olas.
- 1.2. Aumento de resistencia al avance debido al viento.
- 1.3. Aumento de resistencia al avance debido a los movimientos (especialmente heave y Pitch).
- 1.4. Aumentos causados por efecto de guiñadas y derivas (YAW y SWAY) al ser actuado el buque por viento y olas y con el consiguiente efecto de timoneo.
- 1.5. Pérdida de rendimiento propulsivo en general, etc.

Nelson A. Pérez Meza
Instituto de Ciencias Navales y Marítimas
Facultad de Ciencias de la Ingeniería
Universidad Austral de Chile

INTRODUCTION

La determinación de la potencia propulsiva en el buque se hace normalmente a partir de la información de potencia requerida en aguas tranquilas.

Uno de los objetivos de diseño de un buque, la capacidad de mantener su velocidad en el mar, es uno de los primeros.

En cambio, cuando el estado de mar es demasiado pesado, el problema de mantener la velocidad de la nave se vuelve y la seguridad operativa del buque obliga a reducir la velocidad. Aumento de la velocidad (i.e., excesivo slowing) en buques oceánicos de alta velocidad, aceleraciones excesivas, etc.).

Por lo tanto, el estado de mar es de gran importancia y/o necesidad. En la operación segura de la nave, esta debe tener una velocidad propulsiva para mantener la velocidad.

Cuando incrementa la potencia se requiere en el mar, esto no es un problema fácil, más aún, el problema general del comportamiento del buque en olas está todavía lejos de ser totalmente conocido y preciso.

A pesar de esto, se sabe que la pérdida de velocidad en un determinado estado de mar, es una cuestión que tiene diversas causas componentes (todas ellas complejas), por ejemplo:

- 1.1. Aumento de resistencia hidrodinámica por efecto de las olas.
- 1.2. Aumento de resistencia al avance debido al viento.
- 1.3. Aumento de resistencia al avance debido a los movimientos (especialmente heave y pitch).
- 1.4. Aumento causado por efecto de guías y derivas (yaw y sway) al ser sometido al buque por viento y olas y con el consiguiente efecto de los cambios.
- 1.5. Pérdida de rendimiento propulsivo en general, etc.

Walter Jones, Jr., University of California, San Diego
Instituto de Estudios Navales y Marítimos
Escuela de Ingeniería de la Universidad
Laboratorio de Estudios de la U.C.S.D.

Por otro lado, el que un determinado estado de mar sea a no muy desarrollado para efectos del comportamiento del buque en él, no es una cuestión absoluta, sino esta en relación con el "porte" de la embarcación. Como sabemos, una embarcación "pequeña" es mucho más drásticamente afectada por un dado estado de mar que una "grande". Sin embargo, la mayor cantidad de información existente, así como las investigaciones al efecto, son para buques "grandes", podríamos decir que en general aquellos mayores de 100 ó 120 metros de eslora.

El procedimiento más tradicional para determinar el incremento de potencia requerido para la condición de servicio en embarcaciones de "pequeño porte" es el de aumentar la potencia calculada para aguas tranquilas en un cierto porcentaje, en general en torno de 20 a 30%. Esto, por que en este tipo de embarcaciones, con esloras de entre 12 y 24 mt. (a veces 30 mts. y más), por diversas razones en la etapa de proyecto no realizan una determinación más precisa de este aumento de resistencia hidrodinámica en condición de servicio.

El incremento de resistencia al avance en olas, se puede determinar por métodos analíticos o por métodos experimentales. En este último caso, se mide la resistencia al avance en aguas tranquilas, remolcando el modelo a escala, en un canal de pruebas; y se mide luego la resistencia de ese modelo en olas regulares (o en olas irregulares), comparándose ambos resultados, a partir de lo cual es posible predecir una respuesta de aumento de resistencia del buque en olas, con razonable precisión. Los resultados con métodos analíticos, hasta aquí, no muestran siempre buena concordancia cuando son comparados con resultados experimentales y reales.

Resultados para un pesquero de pequeño porte -

En la Figura 1 se puede apreciar los resultados de ensayos de remolque para una embarcación pesquera de 18 mts. de eslora, cuyo modelo fue ensayado en escala 20 en el Canal de Pruebas de Valdivia. Se presenta la curva de resistencia total al avance para el buque en condición de aguas tranquilas y curvas de resistencia total en olas regulares por proa de diversas longitudes (es decir diversas frecuencias), todo en función de la velocidad (desde $F_n = 0,270$ a $0,387$).

Esta información ha sido procesada usando los procedimientos de la teoría espectral de olas del mar para obtener la respuesta del buque en cuanto a incremento de resistencia por olas, al enfrentar éste un estado de mar irregular, razonablemente bajo a fin de determinar las magnitudes que

pueden esperarse de estos aumentos de resistencia y la probabilidad que tendrían de ocurrir en el corto plazo. Esto, como sabemos, basado en las hipótesis de superposición y linealidad, es decir, que la respuesta del buque a un mar irregular se puede representar por la sumatoria de las respuestas del buque a olas regulares componentes, en que la sumatoria de estas alturas regulares constituye la superficie de alturas irregulares del mar, y que la respuesta del buque crecerá linealmente con el crecimiento de la altura de ola, al cuadrado.

Las características principales de la carena de estudio, cuyas secciones se observa en Figura 2, son :

$$\begin{array}{ll} L = 18 \text{ m.} & C_p = 0,591 \\ B = 6,136 \text{ m} & C_x = 0,8 \\ T = 2,367 \text{ m} & \\ \Delta = 126,6 \text{ ton.} & \\ S = 117,1 \text{ m}^2. & \end{array}$$

Los valores de función de transferencia usada en este caso o R.A.O. (Response Amplitud Operator), obtenida para los diferentes números de Froude, F_n , se presenta en la Fig. 3, en términos de la frecuencia de encuentro para llevar en cuenta la velocidad de avance del buque en sentido contrario al de las olas en cada caso.

$$W_e = W \left(1 - \frac{W V_b}{g} \cos u \right)$$

$$\text{aquí } u = 180^\circ$$

Como se observa, la influencia del F_n , en este tramo de velocidades no genera diferencias sustanciales al R.A.O. Así entonces, se ha utilizado una función de transferencia común, única, como la trazada en Figura 3, o sea trazada por los puntos más bajos, con lo cual se está tomando el mejor de los casos para el buque, ya que lo que aquí se desea es sólo mostrar el orden de magnitud a que estarían expuestos buques pequeños, en el caso de incremento de potencia en olas del mar.

Como sabemos, la función espectro de respuesta del buque para incremento de resistencia en olas del mar se podrá obtener con la expresión :

$$S_{\Delta R}(W_e) = S(W_e) \cdot \frac{\Delta R}{h a^2} \quad 1.-$$

en que :

En primer lugar, se debe tener en cuenta que la función de transferencia de un sistema, en el dominio de la frecuencia, es una representación de la respuesta del sistema a una entrada sinusoidal. En el dominio del tiempo, la respuesta del sistema a una entrada sinusoidal es una función sinusoidal con una amplitud y una fase que dependen de la frecuencia de la entrada. La función de transferencia, por lo tanto, es una representación de la respuesta del sistema en el dominio de la frecuencia.

Las características principales de la función de transferencia son:

$$\begin{aligned} G(s) &= \frac{Y(s)}{U(s)} \\ G(s) &= \frac{Y(s)}{U(s)} \\ G(s) &= \frac{Y(s)}{U(s)} \end{aligned}$$

La función de transferencia de un sistema es una representación de la respuesta del sistema en el dominio de la frecuencia. En el dominio del tiempo, la respuesta del sistema a una entrada sinusoidal es una función sinusoidal con una amplitud y una fase que dependen de la frecuencia de la entrada. La función de transferencia, por lo tanto, es una representación de la respuesta del sistema en el dominio de la frecuencia.

$$G(s) = \frac{Y(s)}{U(s)}$$

$$G(s) = \frac{Y(s)}{U(s)}$$

Como se observa, la función de transferencia de un sistema es una representación de la respuesta del sistema en el dominio de la frecuencia. En el dominio del tiempo, la respuesta del sistema a una entrada sinusoidal es una función sinusoidal con una amplitud y una fase que dependen de la frecuencia de la entrada. La función de transferencia, por lo tanto, es una representación de la respuesta del sistema en el dominio de la frecuencia.

Como sabemos, la función de transferencia de un sistema es una representación de la respuesta del sistema en el dominio de la frecuencia. En el dominio del tiempo, la respuesta del sistema a una entrada sinusoidal es una función sinusoidal con una amplitud y una fase que dependen de la frecuencia de la entrada. La función de transferencia, por lo tanto, es una representación de la respuesta del sistema en el dominio de la frecuencia.

La función de transferencia de un sistema es una representación de la respuesta del sistema en el dominio de la frecuencia. En el dominio del tiempo, la respuesta del sistema a una entrada sinusoidal es una función sinusoidal con una amplitud y una fase que dependen de la frecuencia de la entrada. La función de transferencia, por lo tanto, es una representación de la respuesta del sistema en el dominio de la frecuencia.

La función de transferencia de un sistema es una representación de la respuesta del sistema en el dominio de la frecuencia. En el dominio del tiempo, la respuesta del sistema a una entrada sinusoidal es una función sinusoidal con una amplitud y una fase que dependen de la frecuencia de la entrada. La función de transferencia, por lo tanto, es una representación de la respuesta del sistema en el dominio de la frecuencia.

La función de transferencia de un sistema es una representación de la respuesta del sistema en el dominio de la frecuencia. En el dominio del tiempo, la respuesta del sistema a una entrada sinusoidal es una función sinusoidal con una amplitud y una fase que dependen de la frecuencia de la entrada. La función de transferencia, por lo tanto, es una representación de la respuesta del sistema en el dominio de la frecuencia.

COMENTARIOS :

1. La respuesta del buque en incremento de resistencia al avance por olas del mar (de acuerdo a la Fig. 8), en este caso sólo ha incluido el efecto del oleaje irregular; no se ha adicionado los correspondientes efectos de aumento de resistencia al avance causado por el viento sobre la obra muerta, ni efectos de timoneo o de los movimientos eventuales de SWAY o YAW, todo lo cual deberá incrementar el aumento de resistencia.
2. A pesar de lo anterior, en la Figura 8 se puede observar que en el caso de este buque (que puede ser cualitativamente representativo de la situación general de embarcaciones pequeñas), se produce en estado de mar Beaufort 3 y 4, una alta probabilidad de encontrar en el corto plazo (0,5 a 1 hora), incrementos de resistencia por olas del mar de magnitud 40 a 60% del valor de R_T de aguas tranquilas.
3. En estados de mar producidos por viento de entre 7 y 17 KN, las curvas de estos aumentos de R_T , tienen pendientes muy altas, lo que sería indicativo de que estas magnitudes podrían ser notablemente diferentes con leves cambios en la magnitud del estado de mar.
4. Los estados de mar, referidos aquí como Beaufort 3, que incluye velocidades de viento de 7 a 10 KN, se desarrollan en tiempo relativamente corto ante estos vientos (de 1,7 a 2,4 horas, de acuerdo a The Navy Oceanographic Office), con un fetch corto, del orden de 10 millas náuticas, con lo que es fácil notar que aunque estas embarcaciones operen próximas a la costa, estarán frecuentemente encontrando estas condiciones.
5. Parece entonces razonable que la potencia propulsiva en estos tamaños de embarcaciones menores, no debería apenas ser incrementada con márgenes globales de servicio de 20 a 30% de la potencia calculada para viaje de pruebas, si no que bastante superiores. ¿En que porcentaje podría incrementarse?, no es fácil sugerirlo con un caso. Debe realizarse mayores mediciones para estos tamaños (los cuales cada vez navegan más lejos de costa). Los resultados parecen ser en principio bastante diferentes que los usados en naves mayores, como es lógico.

Así, si se considera la existencia de otros efectos, que incrementan la R_T , en el mar, como los mencionados en la introducción, la potencia de viaje de pruebas en buques pequeños debería incrementarse probablemente del orden de 60 a 80% para una adecuada capacidad de mantener la velocidad en servicio.

El presente informe tiene por objeto dar a conocer los resultados de las investigaciones realizadas en el laboratorio de Física durante el año 1950. En el presente informe se describen los trabajos realizados en el laboratorio de Física durante el año 1950. En el presente informe se describen los trabajos realizados en el laboratorio de Física durante el año 1950.

En el presente informe se describen los trabajos realizados en el laboratorio de Física durante el año 1950. En el presente informe se describen los trabajos realizados en el laboratorio de Física durante el año 1950. En el presente informe se describen los trabajos realizados en el laboratorio de Física durante el año 1950.

En el presente informe se describen los trabajos realizados en el laboratorio de Física durante el año 1950. En el presente informe se describen los trabajos realizados en el laboratorio de Física durante el año 1950. En el presente informe se describen los trabajos realizados en el laboratorio de Física durante el año 1950.

En el presente informe se describen los trabajos realizados en el laboratorio de Física durante el año 1950. En el presente informe se describen los trabajos realizados en el laboratorio de Física durante el año 1950. En el presente informe se describen los trabajos realizados en el laboratorio de Física durante el año 1950.

En el presente informe se describen los trabajos realizados en el laboratorio de Física durante el año 1950. En el presente informe se describen los trabajos realizados en el laboratorio de Física durante el año 1950. En el presente informe se describen los trabajos realizados en el laboratorio de Física durante el año 1950.

En el presente informe se describen los trabajos realizados en el laboratorio de Física durante el año 1950. En el presente informe se describen los trabajos realizados en el laboratorio de Física durante el año 1950. En el presente informe se describen los trabajos realizados en el laboratorio de Física durante el año 1950.

SIMBOLOGIA

L	= eslora en flotación
B	= manga en la flotación
T	= calado medio
Δ	= desplazamiento
S	= superficie mojada
Fn	= N° de FROUDE
Cp	= coeficiente prismático
Cx	= coeficiente de sección maestra
R _T	= resistencia hidrodinámica en aguas tranquilas
ΔR	= incremento de resistencia hidrodinámica en olas
S _(ω)	= espectro de energía en el dominio de la frecuencia de ola
S _(ω_e)	= espectro de energía en el dominio de la frecuencia de encuentro
S _{$\Delta R(\omega_e)$}	= espectro de respuesta del buque de incremento de resistencia hidrodinámica en olas del mar
Vb	= velocidad del buque
Vv	= velocidad del viento
ω	= frecuencia angular de la ola
ω_e	= frecuencia de encuentro
g	= aceleración de gravedad
λ	= longitud de la ola
ha	= amplitud de la ola
hw	= altura de la ola
α	= ángulo de incidencia de las olas

