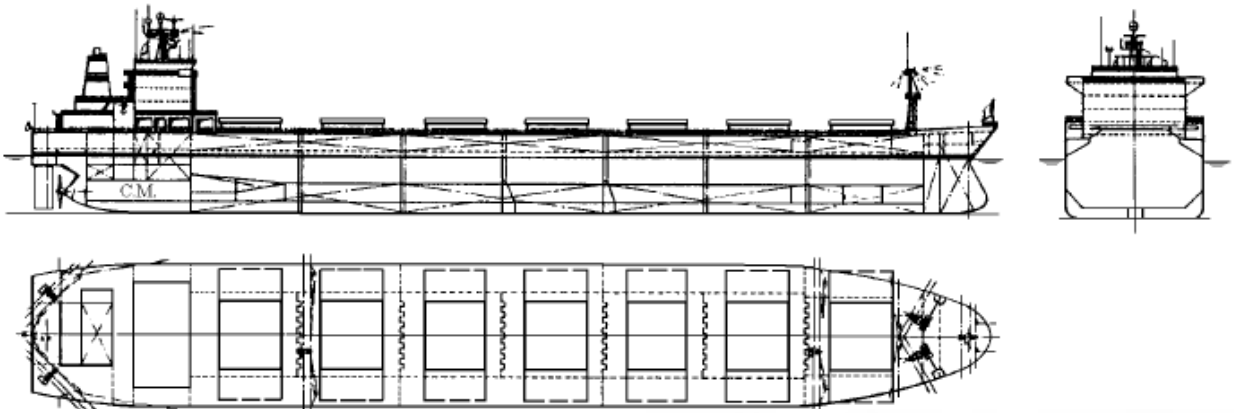
UNIVERSIDAD
POLITÉCNICA
DE CARTAGENA



Trabajo de propulsión marina

AstillerosBulk38000

Thibaut Jobbé-duval
3° curso de Ingeniería Técnica naval, intercambio Erasmus

30/05/04

UNIVERSIDAD POLITECNICA DE CARTAGENA
Anno MCMXCIII
Fechos Allend Mar

SUMARIO:

DATOS DEL BUQUE.....4
PARTE RESISTENCIA 5
SELECCIÓN DEL MOTOR.....7
SELECCIÓN DE LA HÉLICE.....8
SELECCIÓN DEL TIMÓN 9
MANIOBRABILIDAD 11
RESUMEN 13

DATOS DEL BUQUE

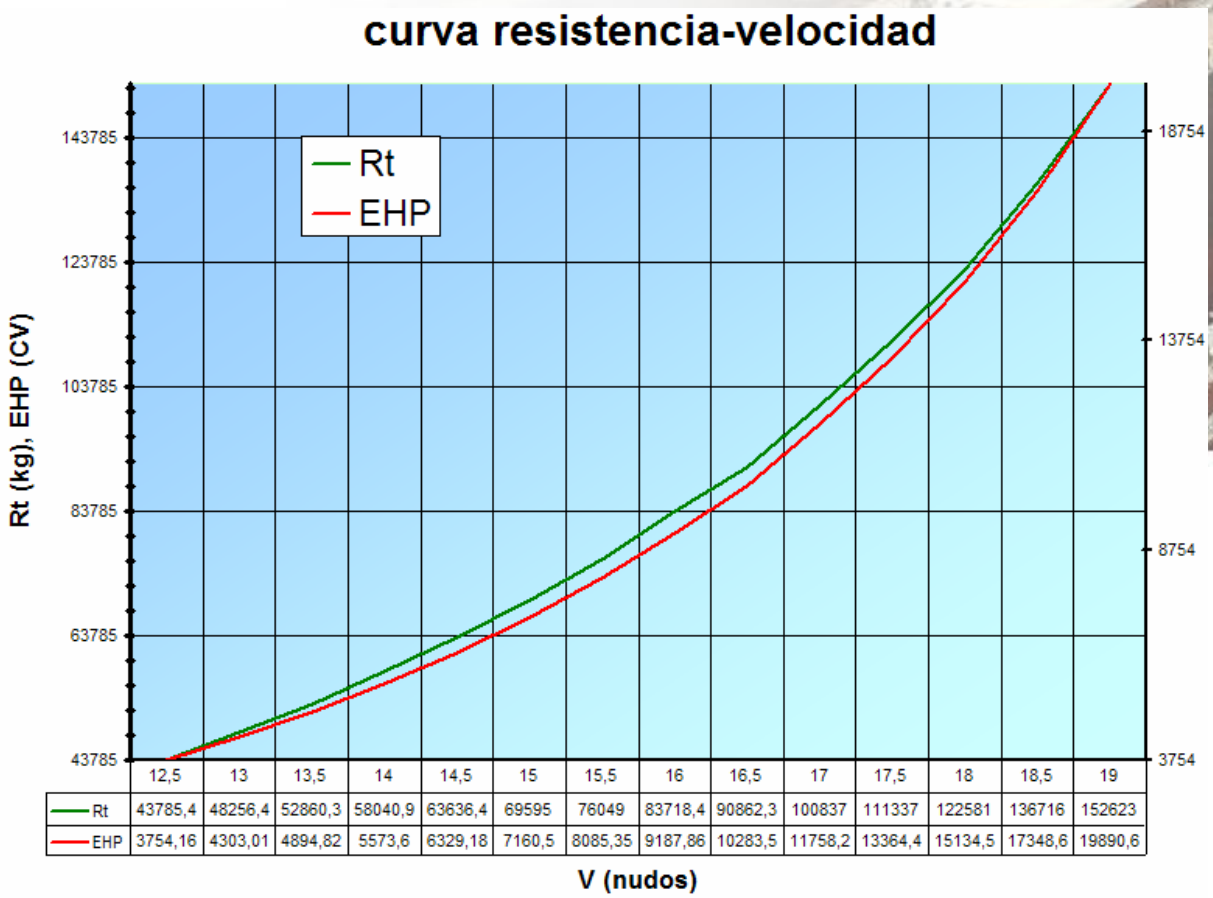
PARTE RESISTENCIA

En esta parte hemos hecho una estimación de la resistencia al avance del buque con métodos derivados de cálculos estadísticos o resultados obtenidos de series sistemáticas. Hemos usado dos métodos para los cuales las características de ASTILLEROSBULK38000 entraban dentro de las limites de validez de estos métodos. Estos métodos son:

- **Método de Guldhamer y Harvald**
  Se uso la descripción de este método en los apuntes de clase

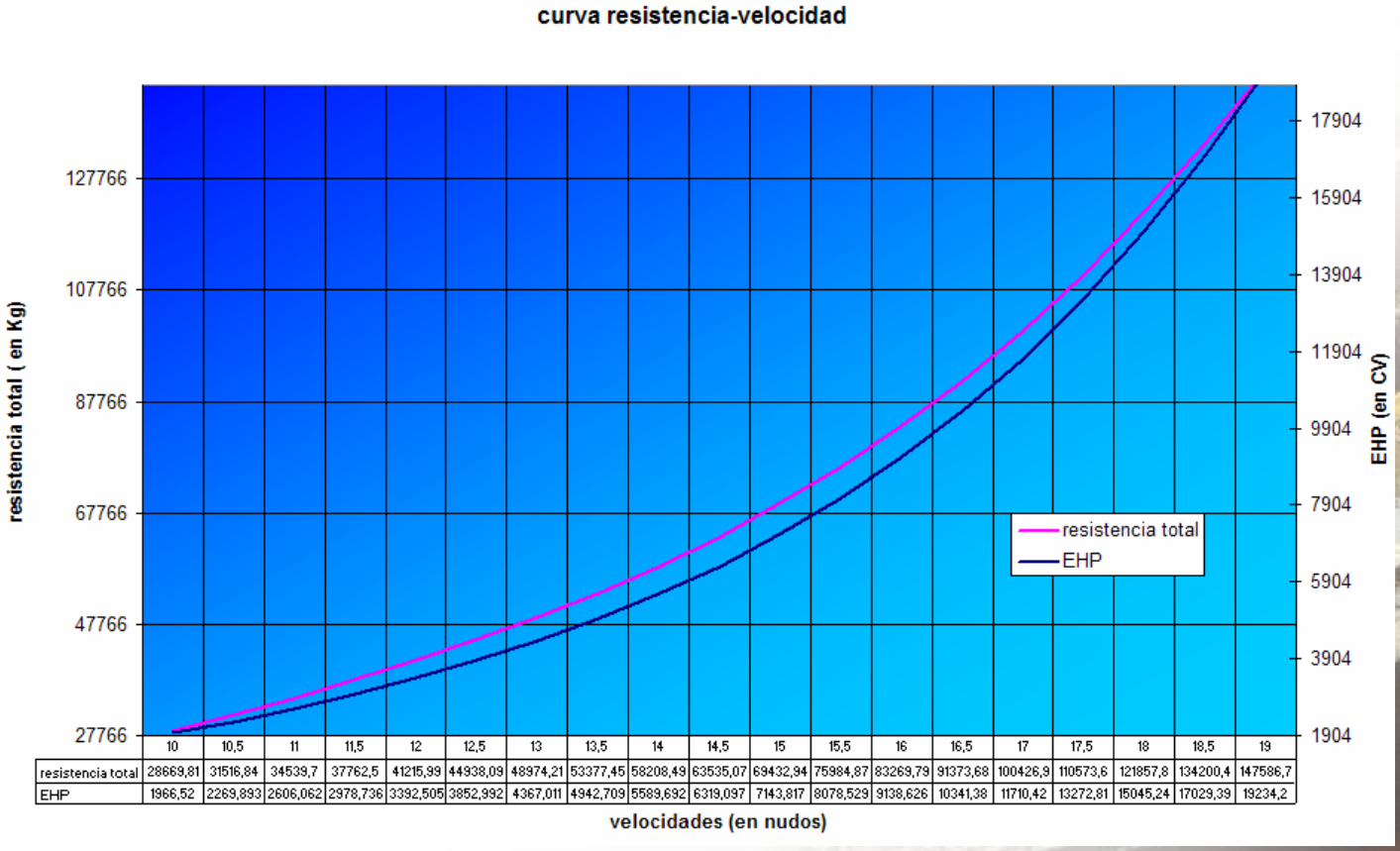
- **Método de Holtrop y Mennen**
  Se usaron para esto los artículos": ***an approximate power prediction mathod"***(1982) escrito por J Holtrop y G G J Mennen y ***"A statistical Re-analisis of resistance and propulsion data"*** escrito por J Holtrop.

Programando estos métodos en hojas Excel se sacan las curvas Rt, EHP-velocidad



	12,5	13	13,5	14	14,5	15	15,5	16	16,5	17	17,5	18	18,5	19
Rt	43785,4	48256,4	52860,3	58040,9	63636,4	69595	76049	83718,4	90862,3	100837	111337	122581	136716	152623
EHP	3754,16	4303,01	4894,82	5573,6	6329,18	7160,5	8085,35	9187,86	10283,5	11758,2	13364,4	15134,5	17348,6	19890,6

curvas obtenidas por el método de Guldhamer y Harvald



	10	10,5	11	11,5	12	12,5	13	13,5	14	14,5	15	15,5	16	16,5	17	17,5	18	18,5	19
resistencia total	28669,81	31516,84	34539,7	37762,5	41215,99	44938,09	48974,21	53377,45	58208,49	63535,07	69432,94	75984,87	83269,79	91373,68	100426,9	110573,6	121857,8	134200,4	147586,7
EHP	1966,52	2269,893	2606,062	2978,736	3392,505	3852,992	4367,011	4942,709	5589,692	6319,097	7143,817	8078,529	9138,626	10341,38	11710,42	13272,81	15045,24	17029,39	19234,2

Curva obtenida por el método de Holtrop y Mennen

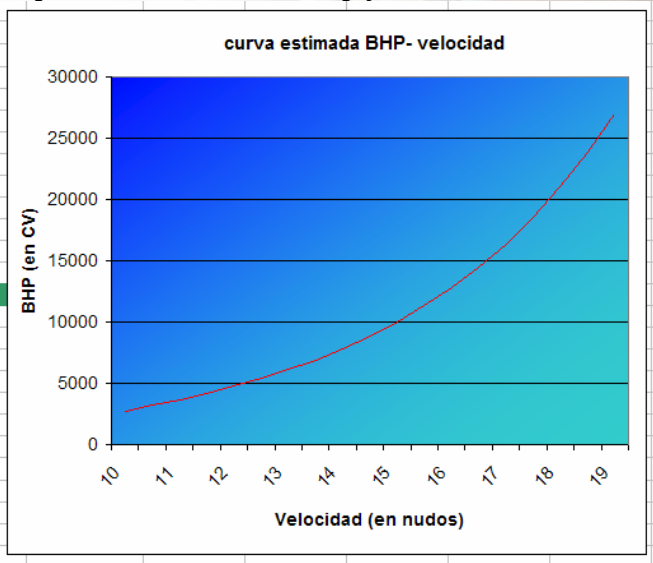
SELECCIÓN DEL MOTOR

Una vez obtenidas las curvas Rt EHP-velocidad, se estimo el rendimiento casi propulsivo por la formula del canal del Pardo (CEHIPAR, Madrid):

$$\eta p = 0.943 - 0.000187 \times N \times \sqrt{L_{PP}} + 0.023B \div T - 0.2 \times C_b + 0.00013 \times N \times C_b \times \sqrt{L_{PP}}$$

Y con este dato se obtuvo la curva BHP-velocidad, que nos proporciono para la velocidad de proyecto 15 nudos, la potencia a instalar en el buque conforme con la estimación que hicimos antes de la potencia efectiva del buque por el método de Holtrop y Mennen.

Velocidad	EHP holtrop	BHPholtrop	
10	1966,519875	2754,271279	
10,5	2269,893144	3179,170256	
11	2606,061756	3650,001781	
11,5	2978,736419	4171,963005	
12	3392,504885	4751,479447	
12,5	3852,991505	5396,428471	
13	4367,010581	6116,354058	
13,5	4942,70875	6922,666241	
14	5589,691745	7828,818629	
14,5	6319,096888	8850,40995	
15	7143,816562	10005,49704	velocidad de proyecto
15,5	8078,528943	11314,63787	
16	9138,625797	12799,38987	
16,5	10341,38117	14483,94675	
17	11710,42413	16401,40293	
17,5	13272,81325	18589,65618	
18	15045,24438	21072,09035	
18,5	17029,38926	23851,04689	
19	19234,2017	26939,06632	



Con este dato seleccionamos el motor siguiente:

*(información sacada de "Ingeniería naval, suplemento al N°778 enero 2001, **tablas de motores diesel marinos**")*

Modelo	Empresa	BHP [CV]	N [r.p.m]
7L RTA 52U R4	SULTZER (2tiempos)	10659,42	110

En la parte siguiente veremos que después de la selección de la hélice, se encontró que esta potencia no era suficiente para propulsar este buque a 15 nudos, probablemente por haber hecho malas suposiciones en la evaluación de la resistencia por Holtrop y Mennen.

Por esto el motor seleccionado al final fue el siguiente:

Modelo	Empresa	BHP [CV]	N [r.p.m]
6L RTA 62U R2	SULTZER (2tiempos)	13052,35	115

SELECCIÓN DE LA HÉLICE

La selección de la hélice se hizo a partir de las curvas Bp-deltas para hélices de 5 palas.

Para poder utilizar los datos en una hoja de calculo Excel hemos utilizado las expresiones poli nómicas de estas curvas. Se sacaron los datos del articulo: ***"Expressions of th Bp-δ Diagrams in polinomial for marine propeller"*** *escrito por Yide Shen y professor J L J Marchal (1993).*

A partir de la potencia instalada se calculo el parámetro Bp para entrar en las expresiones poli nómicas y determinar el δ. Con el valor de δ se calculo el valor del diámetro optimo. Se eligió el diámetro mínimo entre el diámetro optimo y el diámetro máximo de hélice que cabía.

Entrando en las expresiones poli nómicas se determinaron también Kt y por consecuencia T, el rendimiento del propulsor aislado, y la relación Paso diámetro de la hélice.

Se calculo la potencia necesaria para el propulsor teniendo del método de Holtrop: η_R, t y w, y por el ultimo calculo η_0

$$BHP^{necesaria} = \frac{EHP}{\eta_0 \times \eta_R \times \eta_M \times \frac{(1-t)}{(1-w)}}$$

Al final del primero intento ocurrió que la potencia necesaria era superior a la potencia instalada, por esto elegimos, como lo dijimos en el apartado anterior, un motor más potente.

Entrando de nuevo en las expresiones poli nómicas determinamos las características del propulsor pertenecientes a la serie B de wangeningen y de 5 palas a elegir:

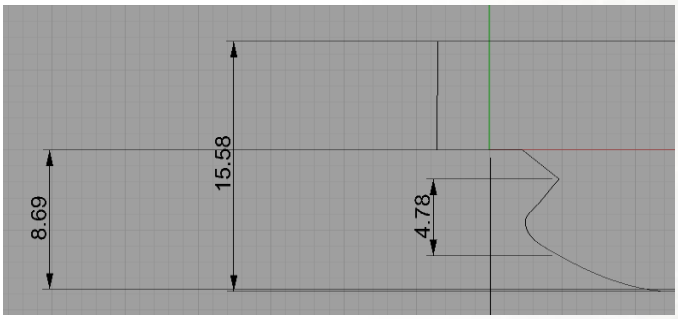
Hélice resultante				
Diámetro	**D**	**5,0000**	[m]	
Paso diámetro	**H/D**	**1,1671**	[-]	
Área expandida área disco	**Ae/A0**	**0,6250**	[-]	
Área expandida área disco mínima	**Ae/A0min**	**0,6184**	[-]	
rendimiento del propulsor aislado	**ETA0**	**0,4082**	[-]	
rendimiento propulsivo	**ETAp**	**0,5725**	[-]	
Empuje	**T**	**95069,6893**	[Kg]	
potencia instalada disponible	**BHP disponible**	**13052,3500**	[CV]	
potencia instalada necesaria	**BHP necesaria**	**12478,6157**	[CV]	4,40 %

SELECCIÓN DEL TIMÓN

Para definir el timón necesitamos definir :

- tipo de timón
- superficie de la pala
- la compensación
- la relación de alargamiento
- la geometría del contorno
- la sección, relación de espesor

Para determinar el tamaño del timon, hemons dibujado a escala el perfil de la popa del bulkcarrier que esta en la pagina de cuvertura.



Hemos tomado, respecto e los ordenes de magnitud que salian:

Altura del vano de codaste = 8.5 m
Diametro maximo de la helice = 5 m

Dado el tamaño del timón y su peso, hemos elegido un timón semicolgado.

La área mínima de la pala se determino con la formula de la sociedad de clasificación del Det Norske Veritas:

$$A_T = \frac{L \times T}{100}\left(f + 25 \times \left(\frac{B}{L} \right)^2 \right)$$

Para elegir la relación de compensación nos hemos basado en las tablas de FUJI que dan intervalos de valores para la relación de compensación según el coeficiente de bloque del buque.

Para la relación de alargamiento, dado que tenemos un buque que seria mas de formas llenas, tendrá mas dificultades para tener estabilidad de ruta. Por eso hemos proyectado el timón privilegiando la estabilidad de ruta.

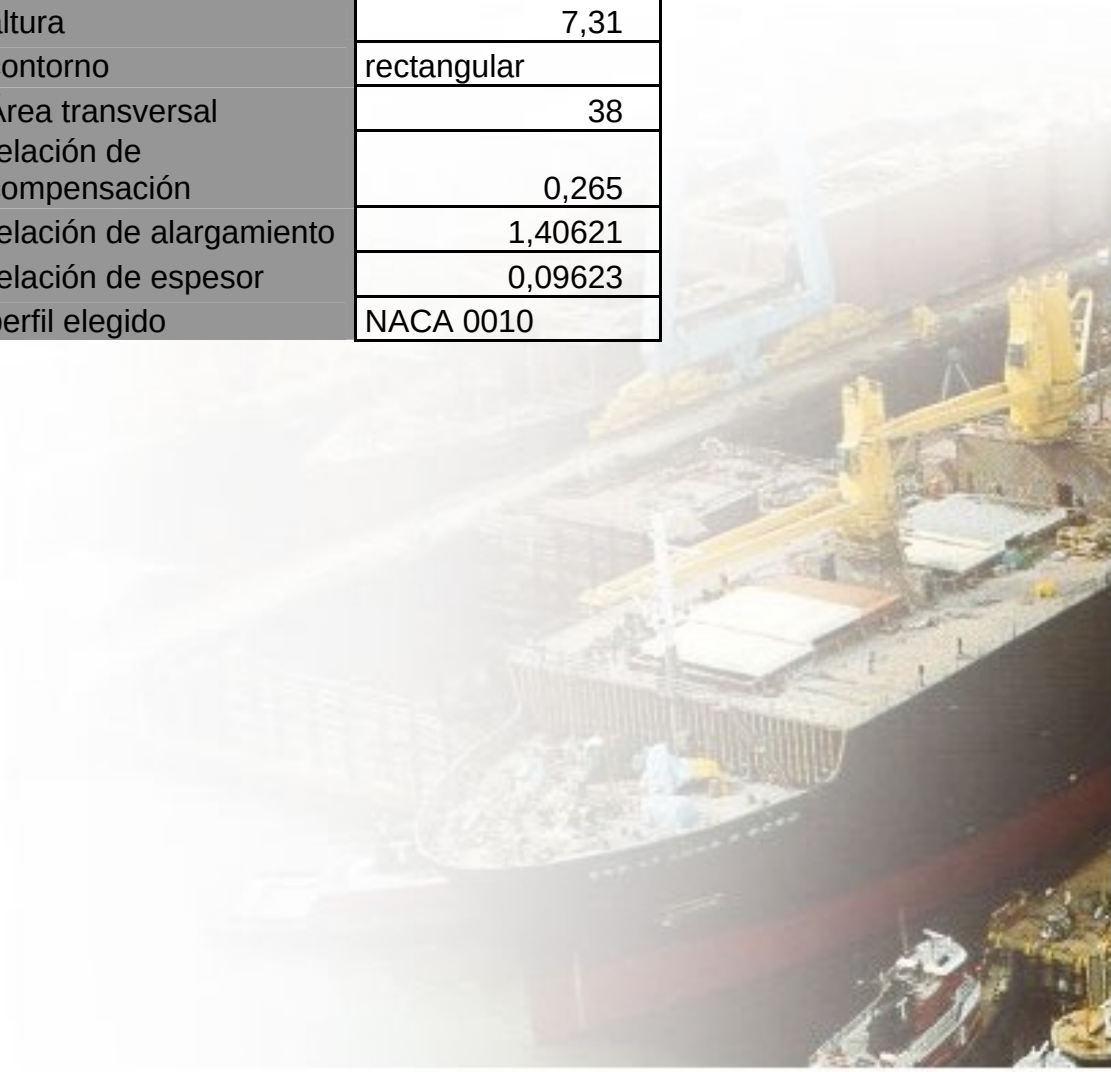
El contorno elegido ha sido el más sencillo, el rectángulo.

Por fin la relación de espesor se calculo para que el ángulo de desprendimiento sea mayor de 35°.

Como no cumplía todos los criterios de maniobrabilidad, hemos modificado en segundo tiempo el área transversal de la pala para satisfacerlos todos.

Características del timón:

tipo de timón	timón semicolgado
cuerda	5,19836
altura	7,31
contorno	rectangular
Área transversal	38
relación de compensación	0,265
relación de alargamiento	1,40621
relación de espesor	0,09623
perfil elegido	NACA 0010



MANIOBRABILIDAD

El timón que acabamos de seleccionar debe permitir al buque tener una buena maniobrabilidad. Hemos visto en clase que la maniobrabilidad de un buque se cuantifica averiguando el valor de ciertos parámetros:

- facilidad de evolución : se cuantifica con el calculo del diámetro de giro Dg
- estabilidad de ruta : se cuantifica con el calculo de la anchura del ciclo de histéresis
- facilidad de cambio de rumbo : se cuantifica con el calculo del avance y del numero P

criterios que se adoptan para determinar la bondad de la maniobrabilidad del buque:

aplicando el criterio de Geltler:

diámetro de evolución : D/L<= 3.2 para Cb=0.8
D/L<=4.2 para Cb=0.6
Interpolando para otros valores del coeficiente de bloque

Anchura del ciclo de histéresis a < 4°

Avance Av/L <= 4.2 para Cb = 0.8
Av/L <= 4.8 para Cb = 0.6
Interpolando para otros valores del coeficiente de bloque

Numero P

El criterio de Norbin y Nomoto siendo muy exigente para buques llenos, vamos a adoptar el criterio de Getler :

$$P > 0.2$$

Programamos las formulas vistas en clase en la hoja de calculo Excel del proyecto del timón.

Obtenemos los valores siguientes para la cuantificacion de la maniobrabilidad :

Diametro de giro	**D/L**	3,357104472
Estabilidad de ruta	**a**	2,305167486
Cambio de rumbo	**P**	0,509796463
Cambio de rumbo	**Av/L**	-0,420541241

Conforme con estos valores, este buque con est timon tendra una muy buena capacidad al cambio de rumbo, una estabilidad de ruta conveniente y un diametro de giro dentro del criterio de la assaciacion. Por esto damos el ultimo timon por valido y nos quedamos con el.

Numéro P de Norrbin

Para calcular K' en Excel, hemos transformado un poco las expresiones:

$$\frac{K'}{T'} = 0.18 \times \frac{\frac{dFt}{d\delta}}{M \times V^2} \times \frac{L}{K^2}$$

$$T' = Tm$$

$$K' = 0.18 \times \frac{\frac{dFt}{d\delta}}{M \times V^2} \times \frac{L}{K^2} \times Tm$$

$$K' = K \times \frac{L}{V}$$

$$\Rightarrow K^2 = K'^2 \times \left(\frac{V}{L}\right)^2$$

$$\Rightarrow K'^3 = 0.18 \times \frac{\frac{dFt}{d\delta}}{M \times V^2} \times \frac{L^3}{V^2} \times Tm$$

RESUMEN

resistencia total y potencia efectiva :

- método de Guldhamer y Harvald: a 15 nudos : - Rt = 68595 Kg
  -EHP =7109.5 CV
- método de Holtrop y Mennen a 15 nudos : -Rt = 69432.94 Kg
  -EHP = 7142.82 CV

potencia a instalar y elección del motor:

A 15 nudos por el método de Holtrop y Mennen se calculo: BHP= 10005.49 CV se eligió después comprobación tras la elección de la hélice el motor:

Modelo	Empresa	BHP [CV]	N [r.p.m]
6L RTA 62U R2	SULTZER (2tiempos)	13052,35	115

Elección de la hélice:

Hélice resultante				
Diámetro	D	5,0000	[m]	
Paso diámetro	H/D	1,1671	[-]	
Área expandida área disco	Ae/A0	0,6250	[-]	
Área expandida área disco mínima	Ae/A0min	0,6184	[-]	
rendimiento del propulsor aislado	ETA0	0,4082	[-]	
rendimiento propulsivo	ETAp	0,5725	[-]	
Empuje	T	95069,6893	[Kg]	
potencia instalada disponible	BHP disponible	13052,3500	[CV]	
potencia instalada necesaria	BHP necesaria	12478,6157	[CV]	4,40 %

Elección del timón:

tipo de timon	timon semicolgado
cuerda	5,19836
altura	7,31
contorno	rectangular
Area transversal	38
relacion de compensation	0,265
relacion de alargamiento	1,40621
relacion de espessor	0,09623
perfil elegido	NACA 0010

Maniobrabilidad:

El timon elegido da al buque una buena maniobrabilidad: el diametro de giro es justo inferior al requerido por la associacion (D/L=3.35 < 3.39), parece tener una buena estabilidad de ruta(a=2.5<4°), lo que esta bueno para un buque lleno como el bulkcarrier. Tiene una buena capacidad al cambio de rumbo (numero P bastante alto y Av/L bastante bajo). Pienso que se podria mejorar aun mas bajando un poco el area transversal sin que D/l supere los 3.39.

Ce document à été crée avec Win2pdf disponible à http://www.win2pdf.com/fr
La version non enregistrée de Win2pdf est uniquement pour évaluation ou à usage non commercial.