

SISTEMA AUTOMÁTICO DE MANIOBRA PARA REMOLCADORES DEL TIPO ESCOLTA

Luis Carral Couce – Dr. Ingeniero Naval – Universidad de La Coruña ()*

Juan Carlos Carral Couce – Ingeniero Industrial – Talleres Carral

José Luis Fernández Soto – Dr. Ingeniero Naval

Carlos Álvarez Feal – Dr. Ingeniero Industrial – Universidad de La Coruña

()LCarral@udc.es*

Resumen

El final del siglo XX, nos ha dejado una creciente preocupación de las organizaciones marítimas en reforzar la seguridad de los buques en sus aproximaciones a las costas. Dentro de este contexto motivado por el refuerzo en la concienciación medioambiental, el remolque de escolta determina una reducción significativa, en los riesgos presentes durante las aproximaciones de los buques, que transportando mercancías peligrosas, deben descargar éstas en las terminales marítimas.

El nuevo concepto de remolcador que “escolta” a un buque, unido a los avances habidos en el diseño de los remolcadores, conduce al nacimiento de un tipo de buque remolcador altamente especializado, cuyo proyecto presenta particularidades de interés para el técnico naval. En particular el desarrollo del remolque de escolta a alta velocidad: del tipo dinámico o indirecto, ha traído consigo el diseño específico de equipos que, de forma trascendental, contribuyen a que el buque pueda realizar la función que se le encomienda. Un claro ejemplo de ello lo tendremos en el diseño del chigre de remolque.

Tradicionalmente los chigres de remolque utilizados en remolcadores de puerto, no han sido equipos de elevada complejidad tecnológica. Un papel muy distinto corresponde a este equipo cuando se trata del remolque activo dinámico. Ahora el chigre se configura como el equipo que permite mantener en movimiento, la unión entre el remolcador y el buque remolcado (la velocidad de la operación oscila entre los 8 y 10 Kn). Aspectos tales como: el largado en emergencia, la tensión constante, y la elevada densidad de potencia al que obliga la elevada tracción del equipo como consecuencia del alto Bollard Pull del buque, constituyen importantes retos para el diseño de estos equipos.

*Finalmente la incorporación de la electrónica al control de estos equipos, nos posibilita el disponer de “sistemas automáticos de maniobra”, como el que nos ocupa. Se trata de una aplicación que supervisa y controla los parámetros más característicos de los chigres de remolque utilizadas en remolcadores del tipo escolta. En particular el Sistema permite la **realización de la maniobra de***

remolque de escolta del tipo directo o indirecto (dinámica) de forma automática. Para ello el sistema deberá mantener constante la tensión del cable de remolque, así como mantener la longitud de cable y, por tanto, la distancia entre el remolcador y el buque remolcado entre unos valores preestablecidos.

El trabajo describirá en detalle el control de la maniobra de remolque, indicando, tanto, los parámetros a controlar como las variables sobre las que actúa.

1. INTRODUCCIÓN

La segunda parte del pasado siglo XX ha significado una creciente concienciación de las organizaciones marítimas en el sentido del refuerzo de la seguridad marítima y la prevención de los vertidos al mar.

Como consecuencia de ésta creciente concienciación surge el remolque del tipo escolta que se introduce en las operaciones portuarias en la búsqueda de estándares más elevados de seguridad en las aproximaciones de los buques petroleros a puerto. De este modo los remolcadores escolta tratarán de actuar en casos de fallos en la propulsión principal o en el gobierno de los buques remolcados.

El remolque de escolta surge en las operaciones de petroleros en los puertos del estado de Washington en 1975, donde las autoridades marítimas implementan en las regulaciones para el acceso de buques mayores de 40.000 Tpm.: el necesario auxilio de remolcadores escolta. La medida determinaba la necesidad de que la potencia de ellos (expresada en Cv)., debería de alcanzar al menos el 5% del valor del peso muerto.

El accidente sufrido frente a las costas de Alaska por el petrolero Exxon Valdez en 1989, determina un “aluvión” de exigencias legales para los buques petroleros y gaseros a la hora de atracar en los puertos estadounidenses, todo ello se refleja en la bien conocida OPA 90, la cual consagra definitivamente el concepto de remolque de escolta para aquellos buques que, transportando mercancías peligrosas, deban atracar en puertos con canales de acceso angostos.

Otro aspecto relevante lo constituye el avance tecnológico habido en los remolcadores de puerto, nos referimos en concreto al desarrollo que se produce en los sistemas propulsivos de los remolcadores: la propulsión omnidireccional. Bien sea ésta acimutal o cicloidal, la propulsión permitirá la posibilidad de prestar asistencia de escolta con el buque asistido navegando a alta velocidad.

Precisamente este último factor mencionado: la velocidad, determina las dos categorías bajo las que se puede realizar la asistencia. La primera en áreas interiores del puerto, en las que las distancias reducidas indican la restricción de la velocidad del buque por debajo de los 6 Kn. El segundo caso se presentará en aquellos puertos de amplitud considerable en la vía de navegación, amplitud que se traducirá en una velocidad elevada en el tránsito (alrededor de 10 Kn), circunstancia que necesita del apoyo de remolcadores especialmente diseñados para actuar a esa velocidad (excepcionalmente potentes).

Ambos conceptos de asistencia conducen a la consideración de los **métodos de escolta del tipo directo** (“direct arrest modes”), o el **método de escolta indirecto** (“dynamic arrest modes”), cuyas particularidades se detallarán en el documento.

2. LOS MÉTODOS DE ASISTENCIA DEL REMOLQUE DE ESCOLTA

2.1 Concepto amplio de remolque de escolta

Nadie duda de las bondades que el concepto de remolque escolta aporta a las maniobras de buques en sus aproximaciones portuarias. Aportaciones que, sin duda, se verán incrementadas, cuando las aproximaciones correspondan a buques de gran eslora, cargados con mercancías peligrosas, y en puertos con dificultades inherentes del tipo geográfico o climatológico, De hecho existen autores que no dudan en situar la reducción en los riesgos presentes en un 80 %, cuando se emplean remolcadores capaces de realizar la “escolta” del buque. Ref. 10

De la mano del desarrollo del concepto de Seguridad Marítima y Portuaria, cada vez más puertos han intentado reducir los márgenes de error presentes en las operaciones, dando lugar a un cambio sustancial en el diseño y maniobra de los remolcadores portuarios. Tal y como se indica en la ref.4

“en la actualidad la escolta de buques podría considerarse aplicable también a la asistencia portuaria de los remolcadores, pero que tiene lugar en el exterior del puerto, extendiéndose a las proximidades de acceso a la misma”

De este modo, la irrupción en la escena del remolque portuario de remolcadores de pequeño porte, pero con una doble función de asistencia de escolta y maniobras en el interior del puerto, determina el que los diseñadores navales han de tener en cuenta aspectos tales como : el **diseño de las carenas** para crear la correspondiente sustentación hidrodinámica, necesaria en la asistencia de escolta a alta velocidad, unido al comportamiento en mar abierta, y el diseño de la maniobra para el manejo de la sirga de remolque.

En la ref.4 se determina los principios básicos de operación sobre los que se sustenta el “concepto amplio de remolque de escolta”:

- El remolcador trabajará en popa del buque remolcado, unido a éste mediante la sirga. De este modo puede prestar una mayor asistencia a la hora de frenar la arrancada y actuar en el gobierno.
- Mantener una baja velocidad del conjunto remolcador- buque remolcado, de modo que se sitúe este valor en el entorno de los 7 Kn.
- Capacidad de actuar con rapidez ante una situación de emergencia, para ello el remolcador deberá estar unido a l buque a remolcar de forma permanente a través de la línea de remolque firme.

De los requerimientos operacionales indicados se podrá deducir las diferencias significativas entre un remolcador del tipo escolta y otro de puerto convencional:

- Necesidad de generar una importante sustentación lateral debido a la acción hidrodinámico de su casco y en especial del apéndice o quillote, de los que se les dota.

- Un bollard pull (BP) elevado (60-80 Tn-f), que les permita el manejo de grandes buques.
- Un par adrizante superior, capaz de contrarrestar el par escorante que se genera con la línea de remolque. Ello se traduce en una altura metacéntrica (GM) superior.
- Necesidad de trabajar de forma adecuada la sirga de remolque, lo cual se traducen unos requerimientos adicionales para el chigre de gobierno. (necesidad de control del tiro y alta velocidad lineal de largado del cable)

Todo lo anterior se traducen en un buque de **mayor desplazamiento** (debido a la necesidad de un potencia elevada y peso del chigre de remolque) y una **eslora en la flotación mayor** que proporcione una mayor superficie lateral conducente a la necesaria sustentación.

Algunos autores se refieren a una doble posibilidad en el remolque de escolta al considerar el acompañamiento **pasivo** del buque remolcado como una posibilidad, frente a la más habitual de escolta **activo**. La consideración de una u otra concepción dependerá de la existencia de una línea de remolque firme a la popa del buque escoltado. La adopción de una u otra posibilidad dependerá de cada caso concreto, pero a efectos de este estudio entendemos que la escolta activa será la que proporcione al remolcador la posibilidad de mostrar sus verdaderas prestaciones en la asistencia.

Dentro de la consideración de los métodos activos, se puede indicar que las circunstancias dispares de servicio han propiciado la consideración de dos métodos de trabajo diferenciados; **el método directo**, y **el método indirecto o dinámico**.

La diferencia en la concepción de ambos métodos va a residir en el origen de la fuerza de tracción que tensiona la línea de remolque. En el primer caso la tracción se debe exclusivamente a la acción de los propulsores del remolcador. En el segundo caso, y apoyándonos en la elevada velocidad a la que se produce la asistencia, tendremos que la línea de remolque se tensiona en buena medida, mediante la acción de las fuerzas hidrodinámicas que genera la obra viva del buque. En concreto se propicia este hecho al incorporar perfiles

hidrodinámicos, que maximizando la sustentación, penalizan de forma mínima la resistencia al avance del buque.

2.2 Método directo

En resumen tendremos que el método directo:

- Se realiza a baja velocidad
- El remolcador se mantiene en línea con la estacha
- La tracción sobre la estacha de remolque se produce en base al empuje del propulsor del remolcador.
- El detener o aminorar la arrancada del buque, así como asistir al gobierno de éste se realiza en base a mantener al remolcador en la prolongación de la línea de crujía del buque, o abierto a la banda que proceda.
- Imposibilidad de actuar a altas velocidades, debido a la falta de empuje adicional al propulsivo que presenta el remolcador.
- Se utiliza para aminorar la arrancada del buque escoltado, a la vez que este incrementa las revoluciones de su propulsor para mejorar el efecto de maniobrabilidad del timón.

Se ha mencionado con anterioridad, el efecto que sobre el desarrollo de estos sistemas de remolque de escolta activo había tenido la adopción de sistemas de propulsión alternativos al conjunto hélice tobera fija. La incorporación de las transmisiones azimutales ha posibilitado el realizar la acción de retenida mediante la oposición del empuje de las hélices a la dirección de desplazamiento (**método Reverse arrest**) o bien cuando los propulsores acimutales se orientan formando un ángulo de 90° respecto a la crujía del buque, y hacia el exterior. En este caso la fuerza de retardo se produce mediante la aceleración de la componente transversal de la estela (**método Transverse arrest**) , ver FIG 2.2.1

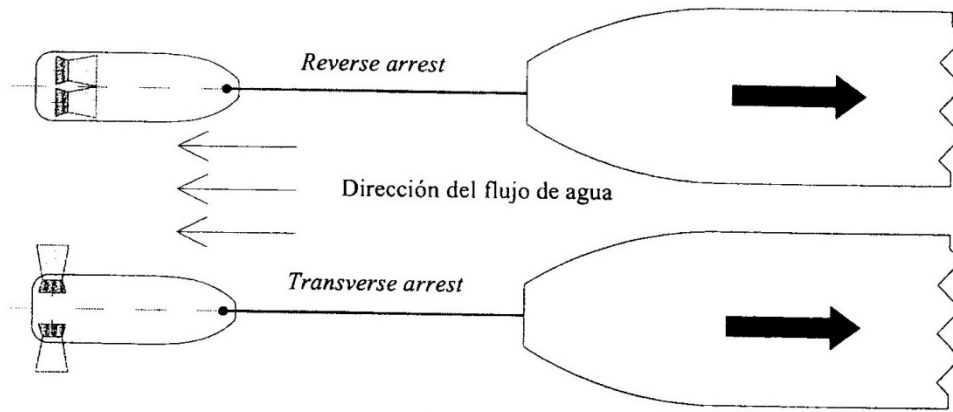


Fig. 2.2.1 métodos de remolque directo (ref. 4)

Con los métodos directos de escolta se puede alcanzar una fuerza de retenida que podrá situarse en el entorno de 1.5 veces el BP. Tal y como se aprecia en la gráfica adjunta el método reverse será utilizable por debajo de 7 nudos de velocidad, ya que por encima de este valor los motores se sobrecargarán, disminuyendo de forma clara la tracción. El sistema transverse se empleará a partir de esta velocidad, ver FIG. 2.2.2.

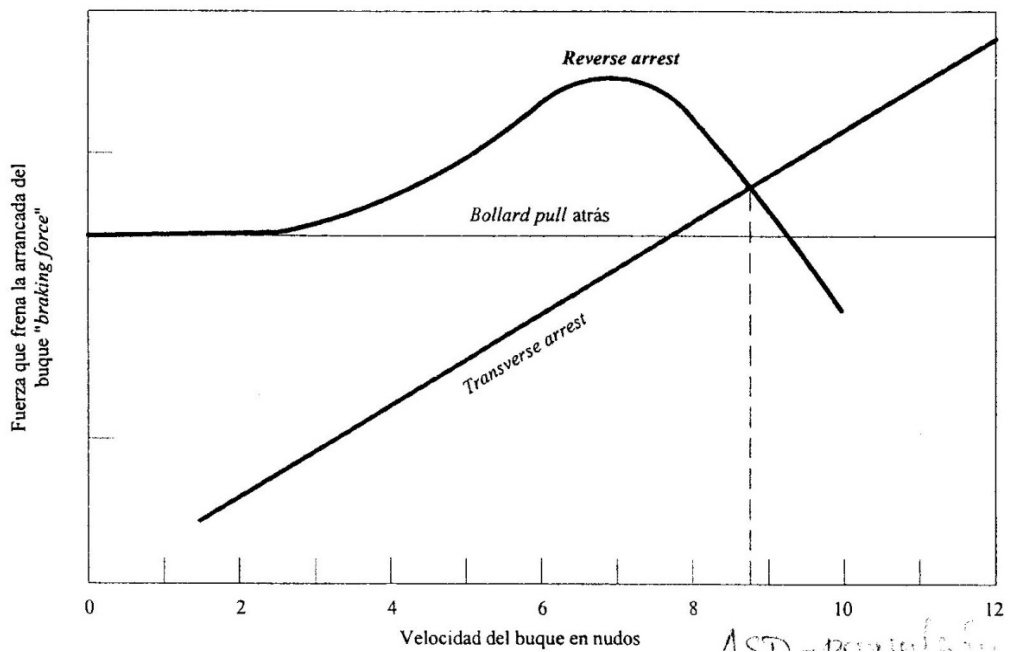


Fig. 2.2.2 Variación del B.P. con la velocidad, dependiendo del método de remolque directo empleado (ref. 4)

2.3 Método indirecto o dinámico:

- De utilización a altas velocidades
- El remolque indirecto, implica el que el remolcador gobierne para mantenerse a un determinado ángulo relativo con dirección al flujo de agua que es opuesta al rumbo del buque remolcado.
- Las fuerzas hidrodinámicas creadas por el casco se utilizan para determinar grandes fuerzas de retardo y de gobierno del buque.
- La propulsión del remolcador se emplea, en situar este en la posición propicia para generar las fuerzas de sustentación que se transmiten a través de la estacha de remolque.FIG. 2.3.1 y 2.3.2

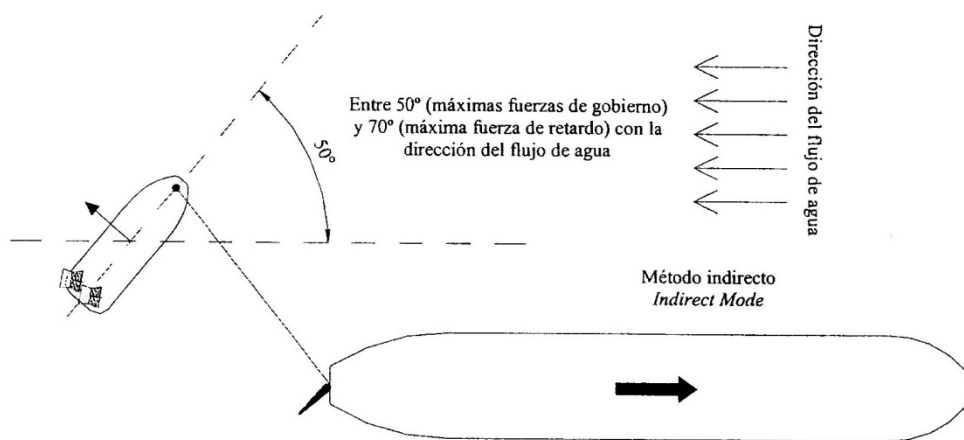


Fig. 2.3.1 Método indirecto de remolque para remolcadores acimutales (ref.4)

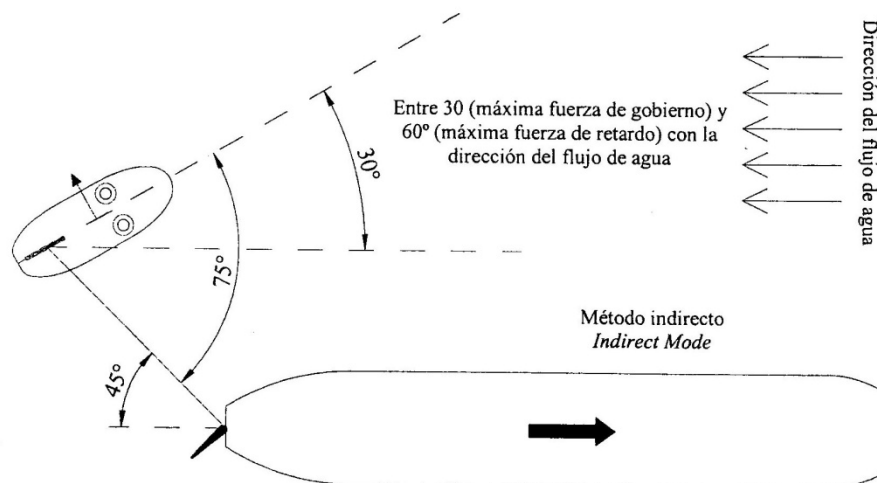
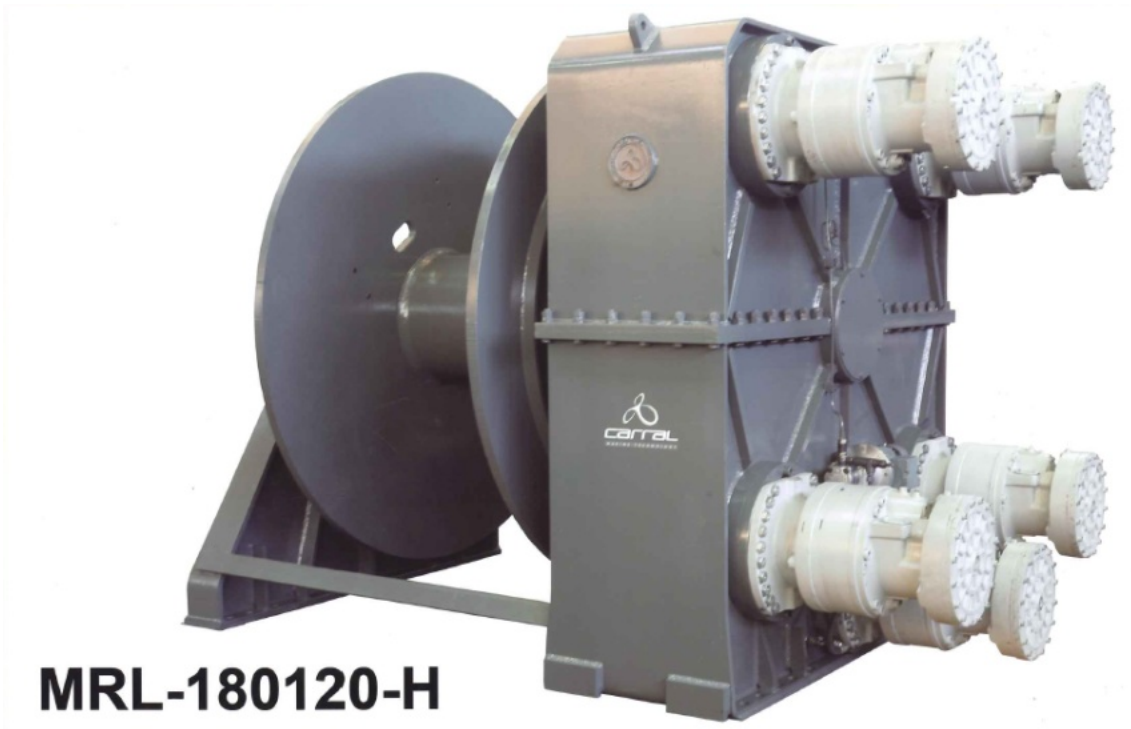


Fig. 2.3.2 Método indirecto de remolque para remolcadores del tipo cicloidal (tipo Voith) (ref. 4)



MRL-180120-H

Fig. 2.1 Chigre de remolque de 120 Tn. de tracción para remolcador escolta (Talleres Carral)

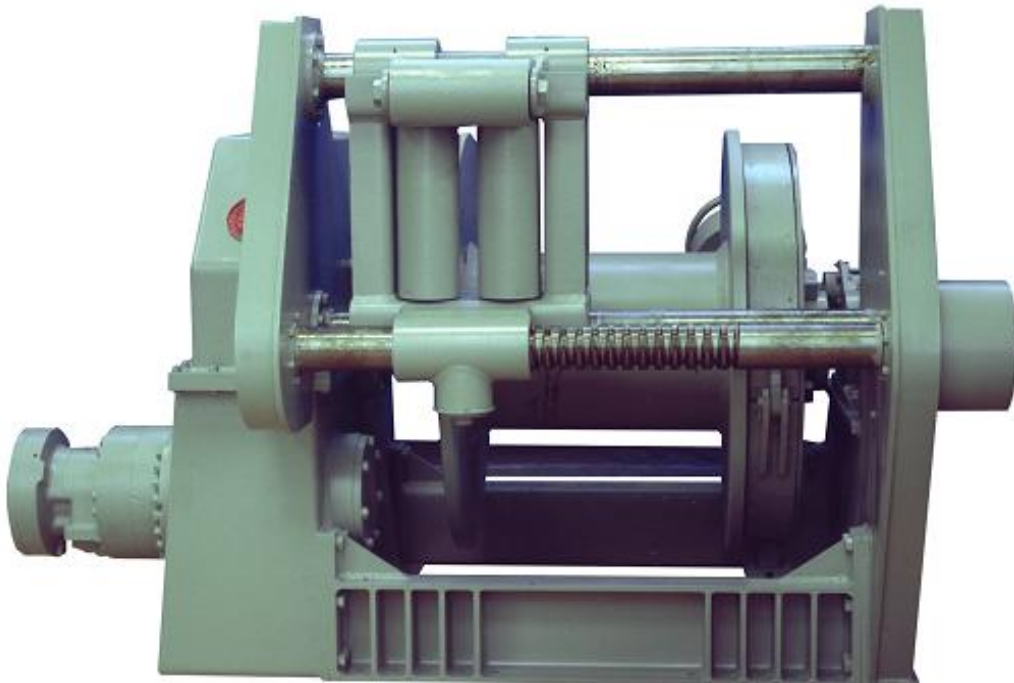


Fig. 2.2 Chigre de remolque de 40 Tn de tracción para remolcador convencional (Talleres Carral)

3. EL CONTROL DE LA MANIOBRA DE REMOLQUE

3.1 Exigencias en la operación

Cualquier aplicación de control de la maniobra de remolque, a la vez que permitirá la visualización y el control de los parámetros más característicos del chigre de remolque utilizado en estos buques, **perseguirá tres objetivos fundamentales:**

1º.- **Simplificar la operativa para el Patrón**, en el marco de una tripulación reducida y altamente cualificada.

2º.- **Realización de la maniobra de remolque de escolta del tipo directo o indirecto (dinámica) de forma automática.** Para ello el sistema deberá mantener constante la tensión del cable de remolque, así como mantener la longitud de cable y, por tanto, la distancia entre el remolcador y el buque remolcado entre unos valores preestablecidos.

3º.- **Optimizar el consumo de energía durante las maniobras**, lo que repercute en el consiguiente ahorro de combustible y en un beneficio al medio ambiente.

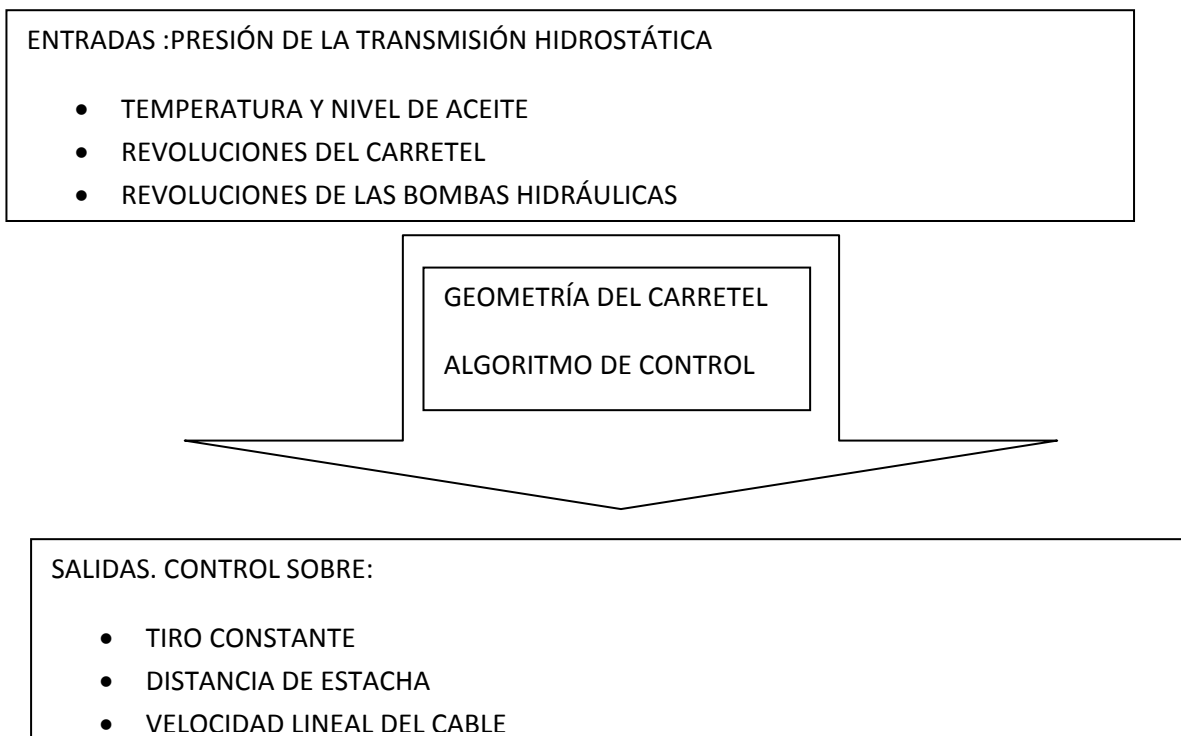


Fig. 3.1 Diagrama de flujo del sistema



Fig. 3.2 Pantalla del sistema de control (Carral- Silecmar)

3.2 Descripción del equipo de remolque

La serie de remolcadores escolta construido por el astillero Zamacona S.A. para la firma española Reyser, consta de 4 unidades del tipo acimutal de 26,5 m. de eslora y 71,5 Tm de BP. Todas ellas operan en la actualidad en terminales portuarias españolas. (Fig. 3.3)

El equipo de remolque ha sido diseñado y fabricado por la firma Carral Marine, correspondiendo el control del sistema al desarrollo conjunta de dicha empresa con la ingeniería Silecmar. El chigre de remolque está accionado mediante cinco motores hidráulicos acoplados a la misma corona. En caso de fallo de uno de los motores, el sistema permitirá continuar trabajando con los cuatro restantes manteniendo el 100% de la carga, modificando el caudal y la presión nominales.

Los motores van movidos por dos bombas hidráulicas (circuito cerrado) acopladas a los MMPP mediante una toma de fuerza en el reductor.



Fig. 3.3 Remolcador Eliseo Vázquez

El funcionamiento del chigre permite trabajar en operativa normal con una velocidad de largado y recogida de 9,5 m/min. Las 120 Tn se consiguen siempre con una sola Bomba con un régimen de giro del motor propulsor desde las 600 rpm. Para conseguir la velocidad sin carga de 60 m/min, se anulan automáticamente cuatro motores y queda trabajando uno en la cilindrada pequeña.

Para realizar el arriado de emergencia se convierten en rueda libre los cinco motores y se desembraga el carretel mediante el cilindro hidráulico correspondiente.

El tambor tendrá una capacidad de 200 metros de cabo de \varnothing 64 mm y 50 metros de \varnothing 120 mm

3.3 Parámetros a controlar

El sistema dispone de un autómata programable (PLC) que recibe las señales de los **sensores**: (ver fig. 3.4)

- De presión de la transmisión hidrostática
- De temperatura del aceite
- De nivel del aceite en la HPU
- Inductivo, con las RPM del carretel

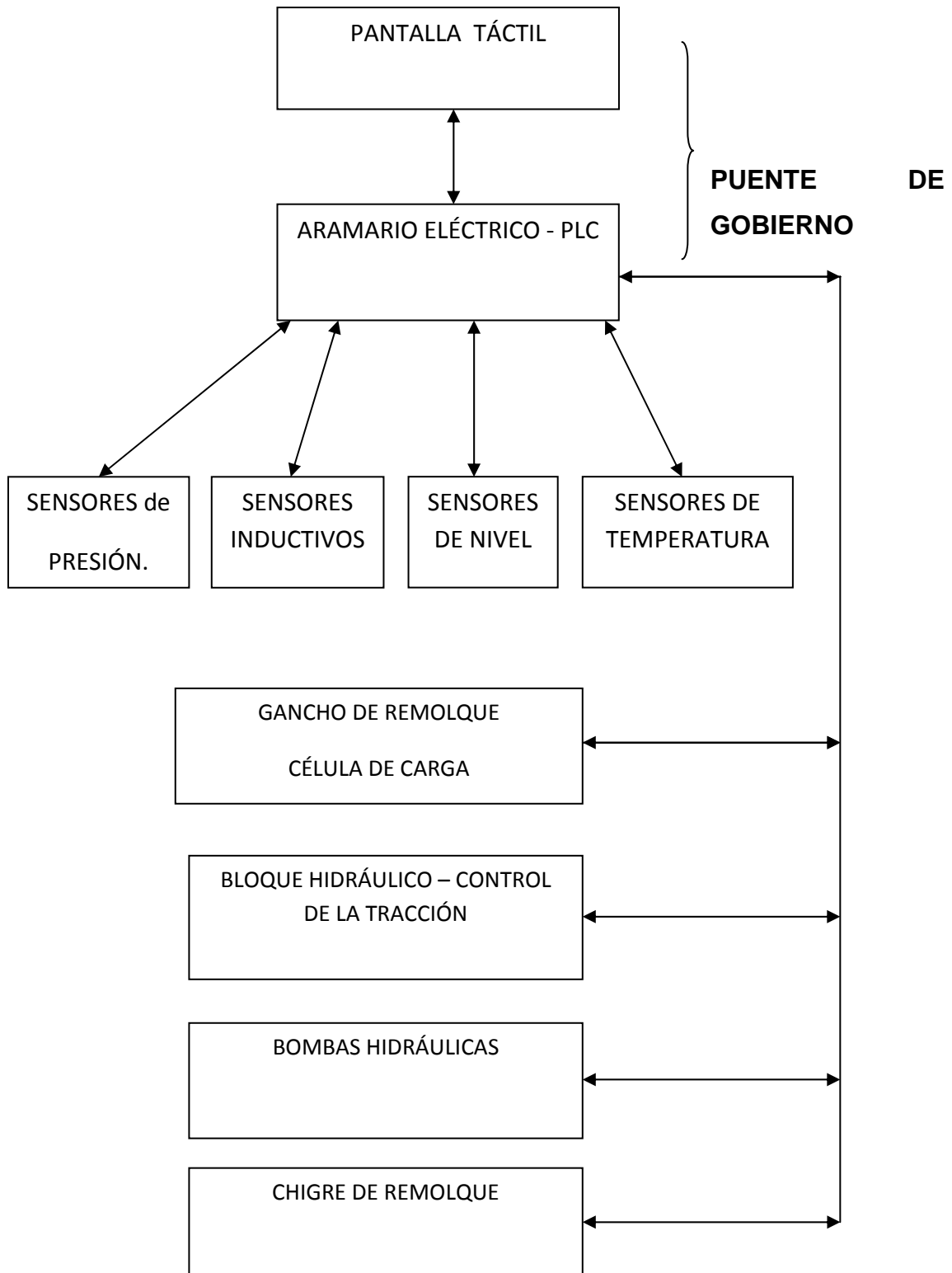


Fig.3.4 Diagrama de flujo del sistema de control de la maniobra

Y en base a los datos introducidos de la geometría del carretel y al algoritmo de control desarrollado, podemos saber en todo momento:

- **El tiro**
- **La distancia**
- **La velocidad lineal del cable.**

El PLC procesa las señales y realiza el control actuando: sobre el servo de las bombas para regular el caudal y el sentido de giro, y sobre la limitadora de presión proporcional para regular el tiro deseado. De este modo se puede controlar automáticamente la tensión en el cable con el fin de compensar los movimientos del buque y sobrecarga en los mismos, a la vez que permite mantener una distancia prefijada por el Patrón.

La pantalla es gráfica y táctil, y desde ella se realiza la parametrización, la gestión y el control del proceso. Ofrece múltiples opciones de monitorización de los parámetros basándose en una interface de usuario visual. A través de la pantalla táctil, podemos visualizar todos los parámetros que afectan a dicha maniobra: Longitud de cable, Velocidad del chigre (rpm y m/min de cable), Tiro en el cable, Presión del circuito hidráulico, etc. pero también podemos visualizar otros parámetros como son: Revoluciones de las bombas, Temperatura de aceite en tanque, Alarma de nivel del tanque, etc..

3.4 Descripción de la aplicación de control de la maniobra

El sistema se compone básicamente de armario eléctrico dotado del PLC, pantalla táctil (situada en el puente), sensores de presión (bar), sensores inductivos (RPM), sensores de nivel y temperatura, células de carga (tiro estático), bloque hidráulico de control de la tensión, bombas hidráulicas y maquinilla de remolque

El sistema de control al que vamos a referirnos permite las siguientes operaciones:

- **REMOLQUE AUTOMÁTICO:** Se permiten dos modos de trabajo:
 - o **Tensión constante:** Se mantiene una tensión establecida por el usuario.

- **Escolta:** Se establece un control de la maniobra a través de la tensión del cable y una distancia dentro de un margen ajustable
- **ARRIADO DE EMERGENCIA:** El sistema permite el giro libre del carretel.
- **VELOCIDAD SIN CARGA:** Seleccionada esta opción conseguiremos la mayor velocidad de arriado o virado en vacío.
- **LARGADO AUTOMÁTICO:** Se indicarán los metros de cable a largar y podremos controlar la velocidad a la que se realiza la maniobra.
- **VIRADO AUTOMÁTICO:** Seleccionando esta opción viraremos el cable a bordo pudiendo regular la velocidad de la operación.

Además de las aplicaciones de visualización y control, el sistema presenta distintas funcionalidades como pueden ser la opción de comprobación de averías, históricos de alarmas, de tiro y del funcionamiento de los motores, duplicación hardware de salida de control válvula proporcional, planos eléctricos , hidráulicos integrados,...

3.4.1 Pantalla de inicio de la aplicación

El sistema permite el control de los siguientes elementos:

- Remolque automático: controla el chigre de remolque
- Bombas: accionamiento del chigre, arranque y parada de las bombas de la central hidráulica que alimenta a los motores del equipo
- Gancho de remolque: información relativa a la medida de la célula de carga del equipo
- Molinete: información sobre los metros de cadena largada y la velocidad de giro del equipo

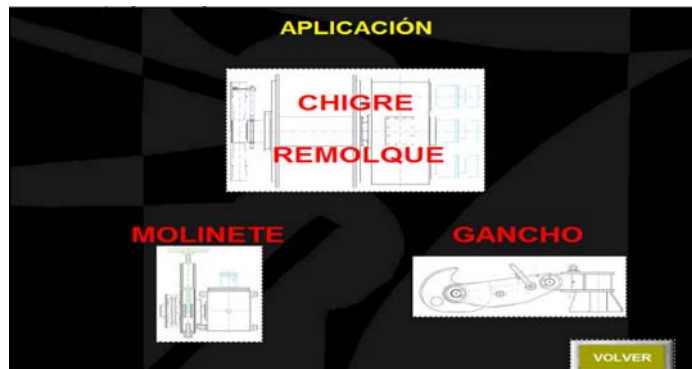


Fig. 3.5 Pantalla de inicio de la aplicación(Carral- Silecmar)

3.4.2 Pantalla bombas

Tenemos que activar al menos una bomba si queremos acceder a la pantalla de control del chigre de remolque. Cuando accedemos al control de bombas nos encontramos la siguiente pantalla.

Para arrancar las bombas existe la condición de que las RPMs de los motores estén por debajo de lo configurado en el apartado de “RPMs máximas para el acople de bombas”. Mediante un indicador luminoso debajo del indicador numérico de revoluciones, el sistema nos indicará si la bomba está preparada para embragarse.



Fig. 3.6 Pantalla gestión bombas(Carral- Silecmar)

Podemos arrancar una sola bomba (Estribor o Babor) o arrancar ambas a la vez. Los indicadores luminosos de la parte inferior derecha nos indicaran que bomba se encuentra embragada. Por otro lado también existen indicadores que nos indican si las condiciones hidráulicas son las adecuadas (indicadores de “Nivel de Aceite” y “Temp. de aceite”).

3.4.3 Pantalla molinete

Otro de los elementos que visualiza el sistema es el MOLINETE. En ella

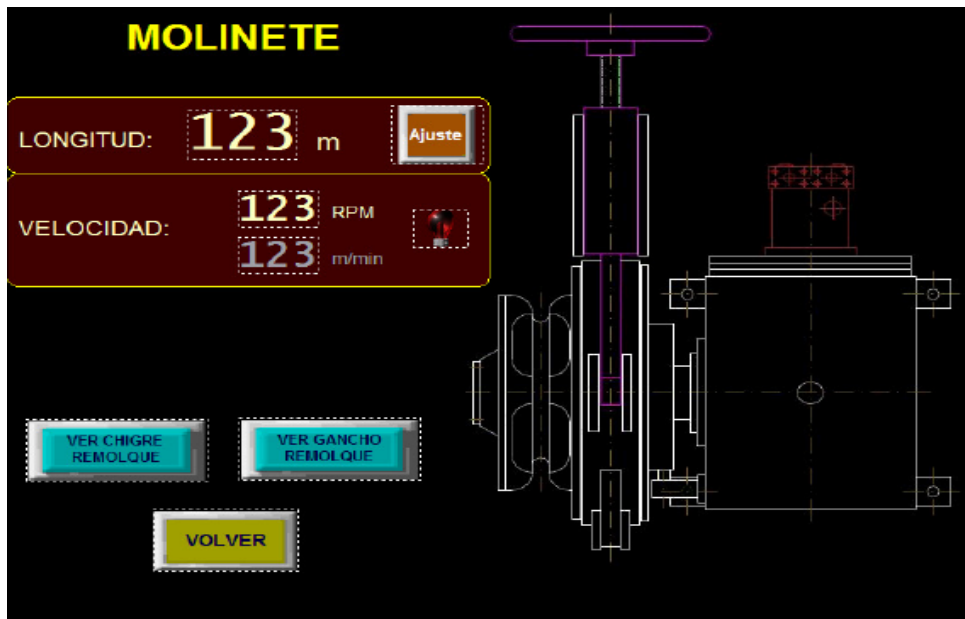


Fig. 3.7 Pantalla molinete (Carral- Silecmar)

podemos ver como se visualiza la longitud de cadena largada y la velocidad de giro del molinete.

3.4.4 Pantalla gancho

La pantalla que corresponde al Gancho de Remolque visualiza el tiro que soporta, y mediante un indicador luminoso, mostramos si se encuentra por encima del valor configurado como “Alarma de tiro máximo en gancho”.

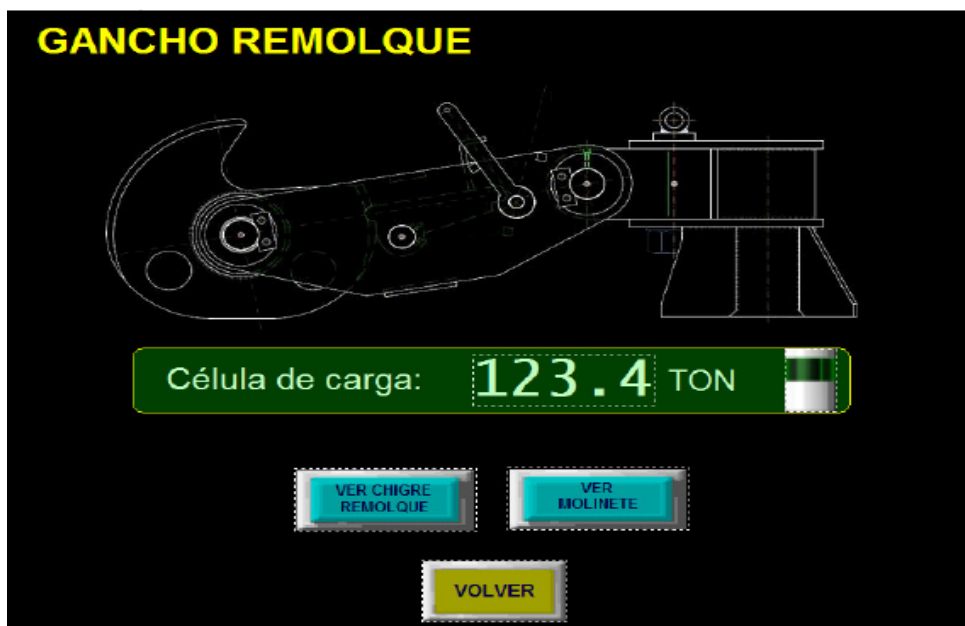


Fig. 3.8 Gancho de remolque (Carral- Silecmar)

Podemos navegar entre las pantallas de aplicación (Molinete, Gancho, remolque) ya que disponen de botones para ir de una pantalla a otra de forma directa, sin pasar por menú.

3.4.5 Pantalla remolque

Es la pantalla de control más importante del sistema, y por tanto a la que prestaremos mayor atención en nuestro estudio. Constituirá la pantalla de trabajo normal del usuario, ya que es la que atiende expresamente a la maniobra de remolque.

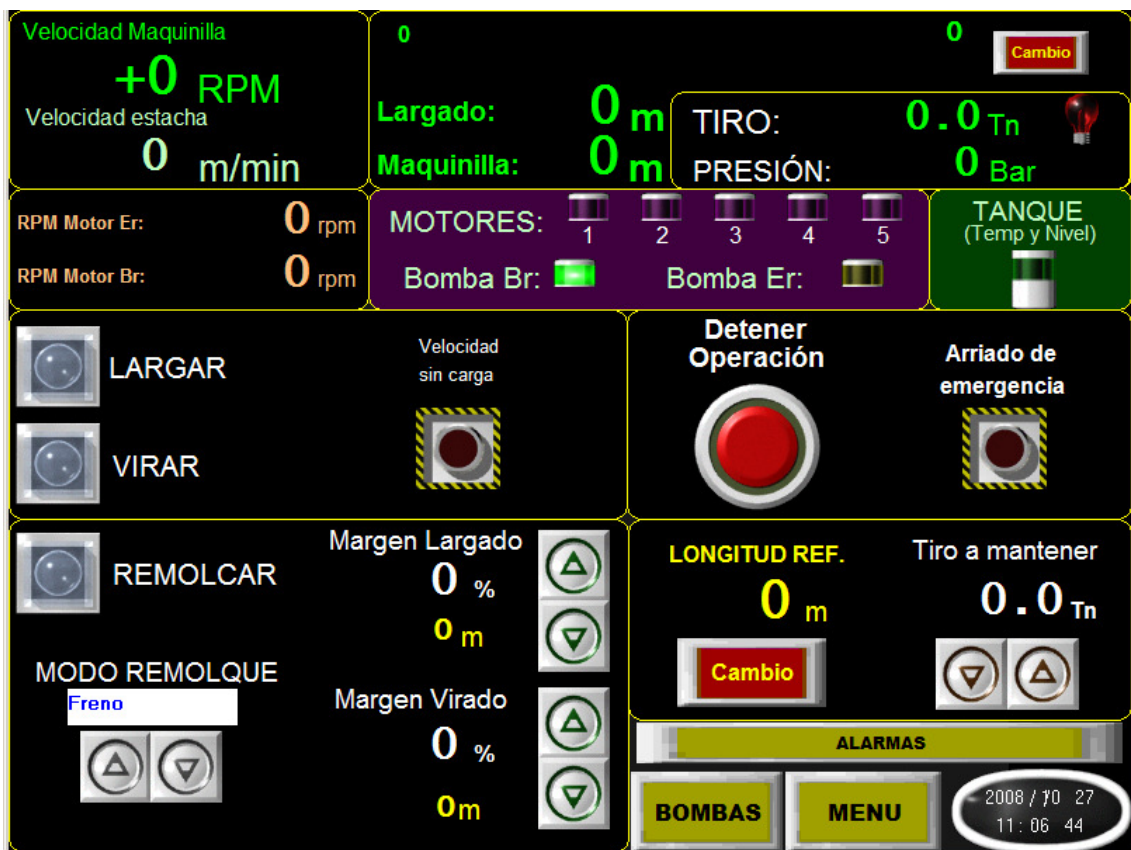
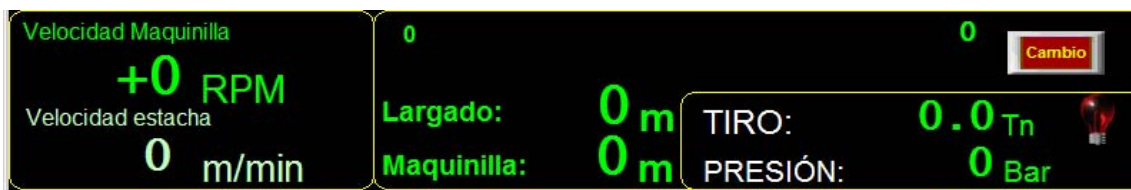


Fig. 3.9 Pantalla de control del remolque (Carral- Silecmar)

3.4.5.1 Visualización

En la parte superior nos encontramos con la información del remolque:



Se muestra el régimen de giro de la maquinilla con la correspondiente velocidad de salida de estacha en metros por minuto. A su derecha, aparece los metros largados (LARGADO) así como los metros aún restantes en el Chigre. De igual manera, se muestra la presión que hay el circuito hidráulico y consecuentemente el valor del tiro que está ejerciendo el barco. Hay que señalar que mientras el sistema no tenga seleccionado como opción el modo de remolque SCORT o PRESIÓN, no se mostrarán los datos relativos al tiro.

Además de la información comentada, se presenta en la zona inmediatamente inferior más información sobre el sistema hidráulico y el chigre:



En esta área se presentan indicadores numéricos de las RPM a las que giran los motores diesel (parte izquierda). En la zona central se presentan mediante indicadores luminosos los motores y bombas que se encuentran activos. Por último, en la parte derecha, un indicador luminoso que muestra el estado de nivel y temperatura del tanque de aceite.

3.4.5.2 Control

Presentada la visualización, el resto de la pantalla atiende al control de las maniobras (**Largado, Virado y Remolque**).

Largado/Virado sin carga: Si tenemos seleccionado velocidad sin carga, el sistema alcanzará las revoluciones máximas de referencia pero no tendrá ninguna consigna de distancia a la que ceñirse. Aunque hay unos límites máximos configurados para el cable fuera y dentro, el usuario es responsable de detener la maniobra en cualquier momento, ya que el sistema sólo se detendría al alcanzar esos límites.

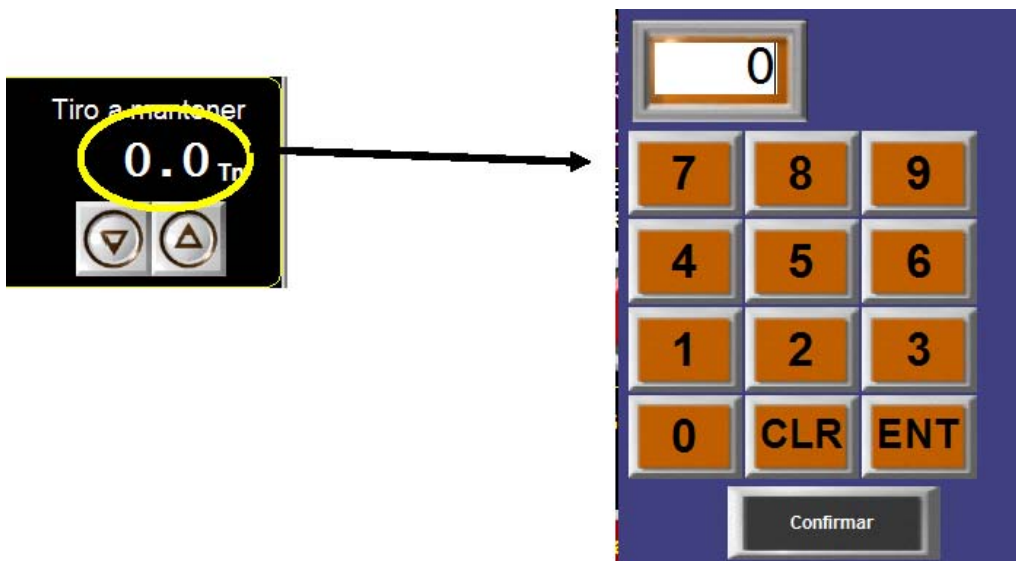
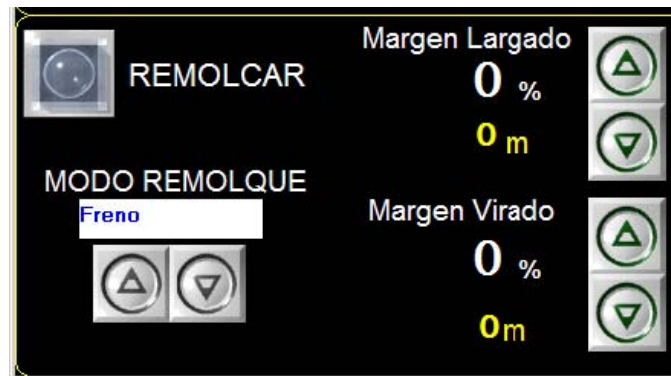
Largado/Virado automático: El sistema tendrá en cuenta la longitud de referencia introducida. Comenzará a subir lentamente de revoluciones el chigre hasta el máximo permitido y, al alcanzar la distancia configurada, se detendrá

la maniobra automáticamente. Hay que señalar que si se introduce alguna incongruencia como una orden de largar a una distancia inferior a la que tenemos, por ejemplo, el sistema nos avisará con una alarma.



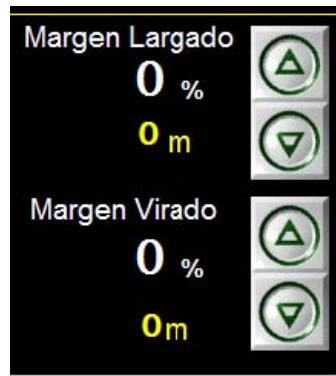
Remolque: Este modo será el seleccionado para realizar la maniobra de remolque. Antes de comenzar a remolcar deberemos seleccionar el modo en el que se va a realizar dicho remolque: **PRESIÓN o SCORT**. Esta selección la realizaremos con los dos botones situados debajo de “Modo Remolque”.

Remolque en presión: Significa seleccionar el valor numérico de la tracción a mantener durante la maniobra (tensión constante).



El chigre comenzará a virar hasta alcanzar el tiro de consigna y a partir de ahí empezará a realizar el control del tiro largando o virando según las necesidades de mantener la tracción. En cualquier momento se podrá variar el tiro, ajustándose el sistema a la nueva configuración de manera automática.

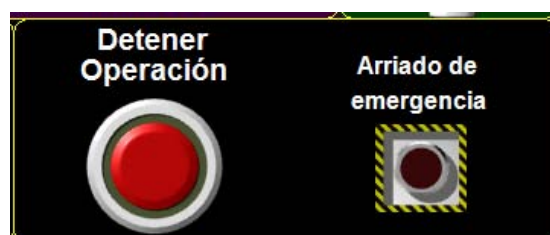
Remolque en SCORT: La configuración para este modo es similar al modo PRESIÓN, con el añadido que la maquinilla intentará mantener el tiro configurado pero, a su vez, vigilará la distancia de maniobra. Esta distancia vendrá determinada por los metros que tengamos en la referencia y el tanto por ciento que introduzcamos de margen de virado y largado.



Durante la maniobra el sistema no permitirá virar la estacha más de lo que tengamos configurado como distancia mínima a barco, de manera que mantengamos la distancia de seguridad.

Detener operación y arriado de emergencia

Cualquier maniobra que tengamos en marcha puede ser detenida en cualquier momento pulsando sobre el botón rojo situado en la zona central-derecha de la pantalla. Una vez pulsado, el sistema quedará detenido con los platos de las bombas cerrados y los frenos aplicados



En el caso del arriado de emergencia, una vez se pulse se solicitará al usuario la confirmación de dicha maniobra para evitar su activación involuntaria. Una vez confirmada, se liberarán frenos y se desembragará el carretel

3.4.6 Pantalla menú históricos

Desde el menú general podemos acceder a la zona de históricos. En esta zona nos encontramos un nuevo menú, desde el que podemos acceder a cada área.



Fig. 3.10 Pantalla históricos alarmas (Carral- Silecmar)

- *Pantalla históricos alarmas*

En esta zona se registran las alarmas producidas o detectadas por el sistema indicando la alarma concreta, fecha y hora en la que se ha producido y se ha reconocido.

- *Pantalla históricos tiro*

En esta zona se presenta una gráfica de tiro con una escala de tiempo de 10 minutos. Debido a que se considera el tiro uno de los factores más importantes de la maniobra de remolque se presenta al usuario esta gráfica para que pueda estudiar la evolución del mismo. Al igual que la pantalla de alarmas, cuenta con una opción que permite guardar una copia de la imagen en una tarjeta compact flash.

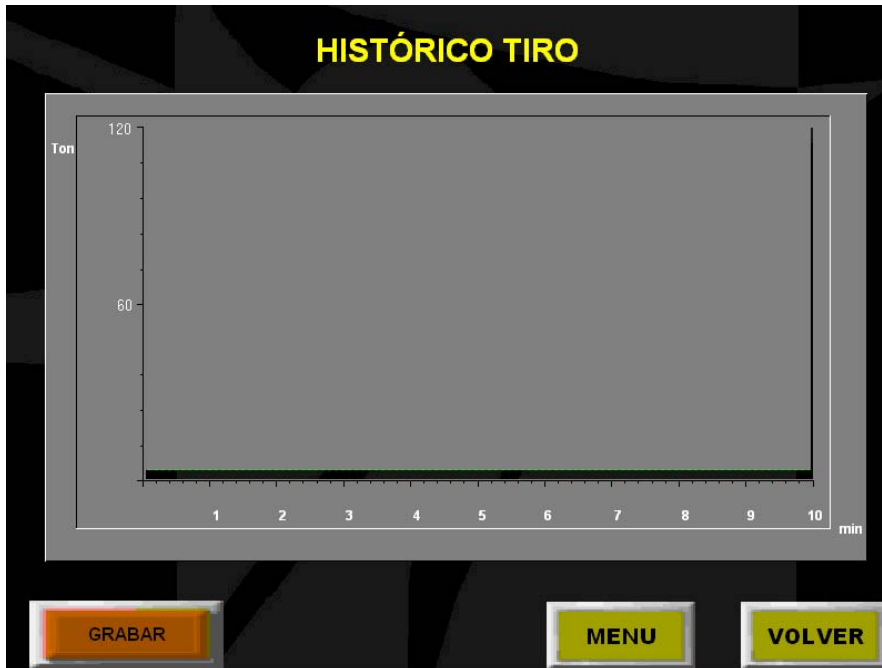


Fig. 3.11 Pantalla históricos tiro (Carral- Silecmar)

- Pantalla históricos motores

En esta pantalla se registra el tiempo de funcionamiento de cada motor. El sistema en modo automático repartirá el tiempo de funcionamiento de los motores para que estos tengan un uso equilibrado. Por otro lado, este registro permitirá prever un mantenimiento y alargar la vida de uso de los motores.



Fig. 3.12 Históricos motores (Carral- Silecmar)

4. CONCLUSIONES

- ✓ De la mano del desarrollo del concepto de Seguridad Marítima y Portuaria, cada vez más puertos han intentado reducir los márgenes de error presentes en las operaciones, dando lugar a un cambio sustancial en el diseño y maniobra de los remolcadores portuarios.

- ✓ Se determina los principios básicos de operación sobre los que se sustenta el “concepto amplio de remolque de escolta”:
 - El remolcador trabajará en popa del buque remolcado, unido a éste mediante la sirga. De este modo puede prestar una mayor asistencia a la hora de frenar la arrancada y actuar en el gobierno.
 - Mantener una baja velocidad del conjunto remolcador- buque remolcado, de modo que se sitúe este valor en el entorno de los 7 Kn.
 - Capacidad de actuar con rapidez ante una situación de emergencia, para ello el remolcador deberá estar unido a l buque a remolcar de forma permanente a través de la línea de remolque firme.

- ✓ De los requerimientos operacionales indicados se podrá deducir las diferencias significativas entre un remolcador del tipo escolta y otro de puerto convencional:
 - Necesidad de generar una importante sustentación lateral debido a la acción hidrodinámico de su casco y en especial del apéndice o quillote, de los que se les dota.
 - Un bollard pull (BP) elevado (60-80 Tn-f), que les permita el manejo de grandes buques.
 - Un par adrizante superior, capaz de contrarrestar el par escorante que se genera con la línea de remolque. Ello se traduce en una altura metacéntrica (GM) superior.
 - Necesidad de trabajar de forma adecuada la sirga de remolque, lo cual se traducen unos requerimientos adicionales para el chigre de gobierno. (necesidad de control del tiro y alta velocidad lineal de largado del cable)

- ✓ El método de maniobra directo:
 - Se realiza a baja velocidad
 - El remolcador se mantiene en línea con la estacha
 - La tracción sobre la estacha de remolque se produce en base al empuje del propulsor del remolcador.
 - El detener o aminorar la arrancada del buque, así como asistir al gobierno de éste se realiza en base a mantener al remolcador en la prolongación de la línea de crujía del buque, o abierto a la banda que proceda.
 - Imposibilidad de actuar a altas velocidades, debido a la falta de empuje adicional al propulsivo que presenta el remolcador.
 - Se utiliza para aminorar la arrancada del buque escoltado, a la vez que este incrementa las revoluciones de su propulsor para mejorar el efecto de maniobrabilidad del timón.

- ✓ Método indirecto o dinámico:
 - De utilización a altas velocidades
 - El remolque indirecto, implica el que el remolcador gobierne para mantenerse a un determinado ángulo relativo con dirección al flujo de agua que es opuesta al rumbo del buque remolcado.
 - Las fuerzas hidrodinámicas creadas por el casco se utilizan para determinar grandes fuerzas de retardo y de gobierno del buque.
 - La propulsión del remolcador se emplea, en situar este en la posición propicia para generar las fuerzas de sustentación que se transmiten a través de la estacha de remolque.FIG. 2.3.1 y 2.3.2

- ✓ Cualquier aplicación de control de la maniobra de remolque, a la vez que permitirá la visualización y el control de los parámetros más característicos de los chigres de remolque utilizadas en estos buques, **perseguirá tres objetivos fundamentales:**

1º.- **Simplificar la operativa para el Patrón**, en el marco de una tripulación reducida y altamente cualificada.

2º.- **Realización de la maniobra de remolque de escolta del tipo directo o indirecto (dinámica) de forma automática.** Para ello el sistema deberá mantener constante la tensión del cable de remolque, así como mantener la longitud de cable y, por tanto, la distancia entre el remolcador y el buque remolcado entre unos valores preestablecidos.

3º.- **Optimizar el consumo de energía durante las maniobras,** lo que repercute en el consiguiente ahorro de combustible y en un beneficio al medio ambiente.

- ✓ El sistema de control dispone de un autómata programable (PLC) que recibe las señales de los **sensores (de presión, de la transmisión hidrostática, de temperatura del aceite, de nivel del aceite en la HPU, inductivo con las RPM del carretel)**. En base a los datos introducidos de la geometría del carretel y al algoritmo de control desarrollado, podemos saber en todo momento:
 - **El tiro**
 - **La distancia**
 - **La velocidad lineal del cable.**
- ✓ El PLC procesa las señales y realiza el control actuando: sobre el servo de las bombas para regular el caudal y el sentido de giro, y sobre la limitadora de presión proporcional para regular el tiro deseado. De este modo se puede controlar automáticamente la tensión en el cable con el fin de compensar los movimientos del buque y sobrecarga en los mismos, a la vez que permite mantener una distancia prefijada por el Patrón.
- ✓ La pantalla es gráfica y táctil, y desde ella se realiza la parametrización, la gestión y el control del proceso. Ofrece múltiples opciones de monitorización de los parámetros basándose en una interface de usuario visual. A través de la pantalla táctil, podemos visualizar todos los parámetros que afectan a dicha maniobra: Longitud de cable, Velocidad del chigre (rpm y m/min de cable), Tiro en el cable, Presión del circuito hidráulico, etc. pero también podemos visualizar otros parámetros como

son: Revoluciones de las bombas, Temperatura de aceite en tanque, Alarma de nivel del tanque, etc..

BIBLIOGRAFÍA

1. Hancox Michael , “Towing” Oilfield Seamanship Volume 4 ISBN 1870945 492
2. Hancox Michael, “Anchor handling” Oilfield Seamanship Volume 3 ISBN
3. Langerak Hans, Escort tug – tow winch load control, Tugology 09
4. Iglesias Baniela Santiago, tesis doctoral Cap. III, “El remolque en España como parte integral del sistema de seguridad del puerto. Criterios, metodología y propuestas de futuro” - 2003
5. Noble Denton, “Aproval of towing vessels” octubre 2006
6. International Standar ISO 7365 – “shipbuilding and marine structures- deck machinery- towing winches for deep sea use”.
7. Det Norske Veritas , “Rules for ships” Pt. 5, Ch 7 Sec.1
8. Carral Couce Luis, “Influencia de la maquinilla de pesca en el buque de arrastre por popa” Copinaval 2007 – Guayaquil
9. Baselga Mario, “El remolque en la mar o remolque transporte, Artes gráficas Salesianas S.A. Sevilla 1981
10. Allan Robert, “First Class Service with escorts”