

Análisis y optimizado de maquinillas de cubierta en buques arrastreros mediterráneos.

Martínez, A.V.^(P); Sánchez, A.; Colomer, V.; Sánchez, S.

Abstract

Due to the deep economical crisis which involves the estuary-fishing sector nowadays, new technical solutions has been searched and developed in order to reduce the manpower aboard in fishing manoeuvres.

The Research Group from the Design Group for Automated Production and Manufacturing Institute of the Polytechnic University of Valencia, in collaboration with the naval industry "Basilio Martínez S.L.", has analyzed and optimized the manoeuvre on deck of trawler boats fishing in the Mediterranean fishing ground.

The increasing fixed costs and the lack of manpower have immersed the estuary-fishing sector in a deep economical crisis. New technical solutions have been developed in order to reduce the manpower aboard in fishing manoeuvres, concluding that the most effective key is the design of a new purse seine winch which substitutes the current ones.

Nowadays, an excessive number of men is needed for the set out and recovery manoeuvre of fishing gear. Since the staff technical level in this sector is not quite good, the possibilities of failure repairing on service are reduced.

New purse seine winches have been proven in several boats of the fisheries sector in the Mediterranean Coast, with successful results. Our study has improved the crew security, has reduced the number of person needed for the operation and the time required for fishing.

Keywords: Trawler winch, trawler boats, optimization

Resumen

Un grupo de investigadores del Instituto de Diseño para la Fabricación y Producción Automatizada de la U.P.V., en colaboración con la empresa auxiliar naval "Basilio Martínez S.L.", ha analizado y optimizado la maniobra sobre cubierta en pesqueros de la modalidad de arrastre que faenan en el caladero mediterráneo.

Ante el incremento notable de costes fijos y la falta de mano de obra, este sector se encuentra inmerso en una grave crisis económica. Por ello, se han desarrollado soluciones técnicas eficientes para la reducción de mano de obra en la pesca de arrastre mediterránea, llegando a la conclusión de que la más adecuada es una maquinilla automatizada que sustituya a la maquinaria actual.

Para el desarrollo correcto de la maniobra de virado y largado del arte de arrastre a bordo de un arrastrero típico es necesario un número excesivo de operarios, con poca cualificación y escasas posibilidades de reparación de averías in situ.

El funcionamiento de las nuevas unidades ha sido verificado a bordo de varios pesqueros de la costa alicantina, con gran éxito de resultados. Nuestro estudio ha incrementado la seguridad de la tripulación, ha permitido la reducción de marineros implicados y la disminución del tiempo de faenado.

Palabras clave: Maquinilla de arrastre, barcos arrastreros, optimización.

1. Introducción

Se describen como Sistemas de Pesca Activos a todas aquellas modalidades en las que se captura el pescado yendo a buscarlo donde se halle.

Se describirán diversos procedimientos de pesca con la característica común a todos ellos de que lo que se pretende es rodear cardúmenes de especies, por lo general pelágicas, obligándolas a permanecer dentro del círculo formado al efecto.

Como Arte de Arrastre se define, en términos generales, al conjunto o aparejo constituido por cables, puertas, malletas, flotadores, plomos y redes de grandes dimensiones, que se arrastra por el fondo (arrastre de fondo) o a media agua para recoger peces que viven sobre el fondo o en sus proximidades.

La boca de la red tiene forma ovalada con dos alas a los lados para aumentar el área barrida y guiar a los peces hacia el fondo. A lo largo del borde superior de la boca está la relinga de flotadores, a lo largo del borde inferior una relinga provista de plomos o lastres que mantiene el contacto con el fondo o la apertura vertical de la boca del arte en los artes de media agua. Los lastres pueden ser cadenas o bolas metálicas. Normalmente el borde superior de la red está más adelantado que el inferior en el sentido de avance del pesquero para impedir la huida hacia arriba del banco de peces. La apertura horizontal de la boca del arte la realizan las puertas de arrastre, sujetas entre cable y malleta, que con un cierto ángulo de ataque y la velocidad de arrastre provocan una fuerza sustentadora horizontal dirigida hacia los lados. Las malletas se unen a las alas de la red mediante unos dispositivos de engrilletado rápido llamados calones también utilizados para sujeción a las puertas referidas. El final de la red se denomina copo y es un saco casi cilíndrico cerrado en su extremo posterior por un cabo que pasa a través de las mallas o de unas anillas al que se le hace un nudo fácil de deshacer.

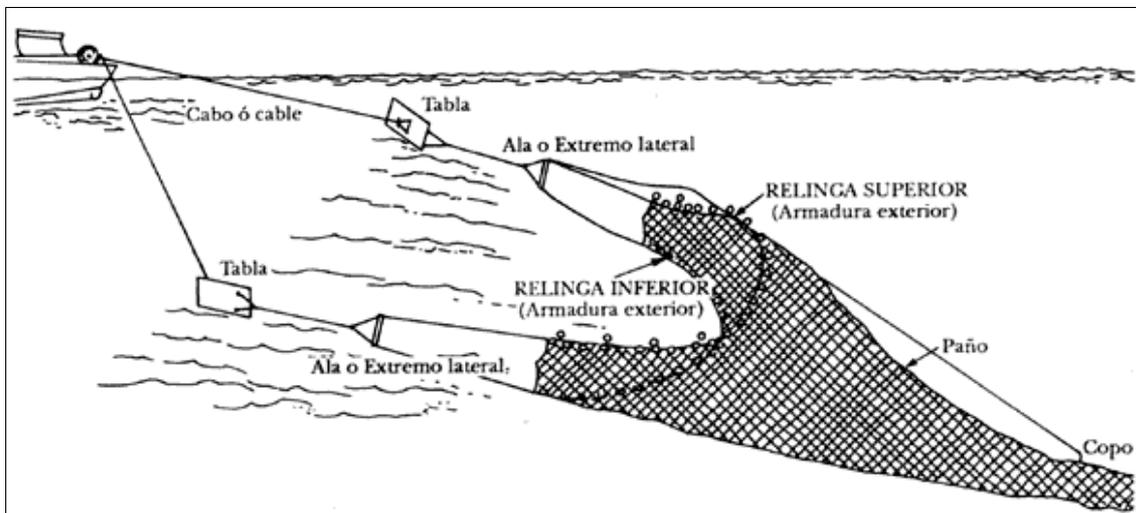


Figura 1. Elementos de un arte de arrastre de fondo mediterráneo.

El arte de arrastre mediterráneo se comporta de forma distinta según las condiciones del mar y según la combinación de elementos que la forman. Esto significa que ajustar de forma correcta a la fuerza disponible se considera un problema muy complejo que debe ser analizado de forma profunda y depende de una combinación de factores interrelacionados como son:

- Velocidad de arrastre.
- Longitud del cable de arrastre en relación a la profundidad de pesca.

- Tipo de portones o puertas y su correspondiente ángulo de ataque.
- Combinación de aparejo: patentes, bridas, relingas.
- Tipos de flotadores y plomos.
- Filtrado de la red.
- Tipo de captura.

Para dar una imagen del problema real, se comenta un ejemplo: Si se larga menos cable de arrastre del que se requiere normalmente para una profundidad de pesca definida, las consecuencias que se pueden producir con dicho cambio son:

1. Disminución de la separación entre puertas de arrastre.
2. Disminución de la abertura horizontal de la boca de la red.
3. Incremento de la apertura vertical de la referida boca.

Con la acción realizada, la efectividad de la red para la captura de especies bentónicas mientras que para especies pelágicas incrementaría su eficiencia en capturas. En este ejemplo se observa lo complejo del sistema a optimizar.

La velocidad de arrastre en el Mediterráneo varía dependiendo de la especie a capturar, normalmente entre 3 y 5 nudos. Por tanto, el diseño del arte de arrastre ha de tener en cuenta la velocidad de arrastre que se vaya a emplear: para un red de arrastre tipo, una velocidad excesivamente baja provocaría que las puertas, responsables de la apertura horizontal adecuada, no trabajasen adecuadamente cerrando el arte y evitando la captura de peces, mientras que el caso contrario, es decir velocidad de arrastre excesiva, obligaría a despegarla del fondo escapando el cardumen por abajo.

El cálculo del arte de arrastre, con el peso de la red y de las relingas, debe efectuarse cuidadosamente, de forma que el conjunto se largue correctamente a la mayor velocidad posible y que pueda ser halada o virada con los medios a bordo objeto de este estudio.

1.1. Estimación de la Resistencia total del equipo de pesca, de acuerdo con la potencia de máquinas disponibles y las condiciones de calamento. .

Este es el problema más complejo de la tecnología pesquera ya que depende de una gran diversidad de factores:

- Velocidad de arrastre aplicada.
- Peso y dimensionado del equipo de pesca.
- Forma hidrodinámica del casco del pesquero.
- Sistema de propulsión y potencia efectiva del equipo propulsor.
- Estado del mar y características del viento circulante: fuerza y dirección.

Se observa que los factores son muy variables, algunos de ellos (vientos y corrientes marinas) se pueden sumar o restar de acuerdo con la situación local del caladero variando su intensidad dentro de los lances en el mismo día. Por todo ello, el procedimiento de cálculo siempre debería referirse a las condiciones más desfavorables que se presentan, buscando los límites operativos del pesquero y a los ángulos máximos de ataque de trabajo de las puertas de arrastre que se vayan a seleccionar, para obtener un margen de reserva en las pruebas de mar a realizar por la empresa colaboradora.

En la actualidad, las empresas de construcción pesquera utilizan 3 métodos de cálculo estimativo de la resistencia total de equipo de pesca:

- Método de Hamuro.
- Método de Dickson
- Método de Friedman
- Combinaciones de los anteriores.

1.2. Cálculo de la potencia necesaria para cada arte de arrastre.

Los factores que más influyen en la eficiencia del motor propulsor para remolcar el arte de pesca son:

- Las condiciones del mar y de la pesca a capturar.
- La potencia máxima continua del motor propulsor.
- Velocidad de giro del motor propulsor durante los lances.
- Tipo de propulsor (hélice, tobera-hélice) utilizada.
- La potencia efectiva que necesita el motor propulsor para remolcar dicho arte.

Según Hamuro,

$$PS= NHP * CUMP *CP *CEM \quad (1)$$

Siendo:

PS: Potencia efectiva necesaria para remolcar el arte.

NHP: Potencia máxima continúa del motor propulsor (ver placa identificativa).

CUMP: Coeficiente de utilización del motor propulsor.

CP: Coeficiente de propulsión.

CEM: Coeficiente del estado del mar

Los coeficientes antes indicados son de naturaleza empírica y están basados en cálculos y experiencias prácticas ampliamente probadas, aunque por las condiciones especiales del Mar Mediterráneo no se obtienen resultados fácilmente extrapolables en los arrastreros actuales españoles que pescan en este caladero.

1.3. El arrastre en el caladero mediterráneo.

El sistema de pesca de arrastre es el más utilizado comercialmente y el que más detractores tiene. Algunas de las características más importantes del mismo son:

- Es una modalidad que permite un gran número de capturas por maniobra o lance. Normalmente se realizan de dos a cuatro lances diarios, de ahí la importancia de maniobras sencillas y rápidas. Su capacidad de captura diaria viene determinada por la habilidad de los patrones y marineros, la potencia y velocidad de la maquinilla de arrastre, los equipos electrónicos de detección del cardumen y la providencia.
- Es un sistema que los arrastreros españoles mediterráneos emplean para la pesca de diversas especies como son: gamba, cigala, pescadilla, salmonete, bacaladilla, pulpo, pargo, las cuales viven en el fondo o cercano a él. La captura en cada lance no es selectiva por lo que se considera un arte muy destructivo por los conservacionistas mientras que se ha observado que este tipo de arte funciona en las zonas arenosas como verdaderos arados marinos, permitiendo la regeneración de especies de alto valor añadido como es la gamba y el camarón en las zonas

donde faenan y en aquellas arenosas que ya no lo hacen se han convertido en inmensos eriales sin vida marina.

- El grado de mecanización que se alcanza en este tipo de buques es elevado. Como consecuencia de ello, el número de tripulantes es, normalmente, de 3 a 5 marineros.
- La inversión inicial es alta, no sólo por el buque en sí, sino también por la necesidad de equipos robustos, resistentes a la corrosión, redes de gran tamaño,....
- Este tipo de modalidad se realiza de forma diaria en los caladeros cercanos a la costa y de lunes a jueves, de forma interrumpida, en el caladero de Ibiza y Alborán.

2. Objetivos

Este estudio técnico surge de la petición de los clientes habituales a la empresa **Basilio Martínez S.L.**, empresa auxiliar naval alicantina, debido a la crisis económica que está soportando este sector, necesitan reducir los elevados costes fijos que soportan, por tanto, el número de operarios que trabajan en las maniobras de largado y virado. Además de cumplir con la nueva normativa de seguridad a bordo específica de estos pesqueros con competencia del Ministerio de Fomento, Inspección de buques de la zona.

3. Caso de estudio

Resumiendo, los requerimientos analizados de la maquinilla de arrastre tipo para la zona mediterránea son:

- Velocidad de giro media entre 50 y 130 rpm.
- Potencia efectiva máxima de 150 CV (obtenida de las diferentes mediciones realizadas a bordo de varios arrastreros santa poleros y de las limitaciones establecidas por la reglamentación pesquera actual.
- Adaptación a la nueva normativa de obligado cumplimiento en breves fechas de prevención y riesgos laborales.
- Mandos de la maquinilla en cubierta y puente de mando.
- Vida útil mínima 8 años del conjunto.
- Manga promedio de este tipo de pesqueros entre 5,50 m y 6 m (dimensiones de los elementos medidas a bordo de varios arrastreros)
- Capacidad promedio para almacenar, en cada tambor, 1800 m de cable de acero inoxidable de diámetro 15 mm y 350 m de malleta de diámetro 40 mm (dimensiones de los elementos medidas a bordo de varios arrastreros)
- Acoplamiento directo al motor propulsor del pesquero (limitado por normativa su potencia) y/o motor auxiliar.

Basándonos en las maquinillas de arrastre construidas por la empresa colaboradora, fabricante de muchos modelos para la zona mediterránea, caladeros marroquí, mauritano y argelino, el objetivo principal ha sido diseñar y construir una variante optimizada tanto en mano de obra como en tiempo de ejecución de la maniobra de pesca, lo cual supondrá un ahorro considerable de capital. Por tanto, consiste en un máquina automática para almacenar el arte de pesca, halado a la hora de hacer las maniobras de pesca (lance) y servir de punto de anclaje para el tiro del mismo durante el arrastre por el pesquero.

Para conseguir dicho objetivo se ha tenido que realizar un estudio comparativo de las diferentes maquinas que existen en el mercado y nuevas posibles variantes de maquinillas de arrastre.



Figura 2. Maquinilla tipo de arrastre actual.

4. Resultados

A continuación, se resumen las diferentes posibilidades que se han obtenido por el Grupo de Investigación:

FRENO MANUAL EMBRAGUE MANUAL	FRENO MANUAL EMBRAGUE AUTOMÁTICO
Simplicidad Máxima de fabricación Construcción muy económica El sistema no es automático	Simplicidad y coste bajo del freno El sistema no es automático
FRENO AUTOMATICO - EMBRAGUE MANUAL	FRENO AUTOMAT - EMBRAGUE AUTOMAT
Simplicidad y bajo coste del embrague El sistema no es automático	Sistema automático Se puede comandar a distancia Elevada inversión económica

Tabla 1. Alternativas de acoplamiento-frenado aplicables a este tipo de máquinas.

FRENO EN EL INTERIOR DEL CARRETEL	FRENO EN EL EXTERIOR DEL CARRETEL
No está en un lugar de paso Ahorra espacio necesario para el carretel Mala refrigeración	Próximo a un lugar de paso Buena accesibilidad Elevada refrigeración forzada ambiental
EMBRAGUE EN EL INTERIOR DEL CARRETEL	EMBRAGUE EN EL EXTERIOR DEL CARRETEL

Zona de paso libre	De fácil acceso para su instalación
Mala refrigeración	Elevada refrigeración forzada ambiental
De difícil acceso	Cercano a la zona de paso

Tabla 2. Posibilidades constructivas analizadas y comparadas aplicables.

Se han utilizado para su dimensionado, comprobaciones y optimizado los programas siguientes:

- ProeWildfire 2.0 (dimensionado).
- AnsysWorkbench (elementos finitos).
- Automation Studio (circuitos oleohidráulicos y eléctricos). En la Figura 3 se puede observar el esquema oleohidráulico de los circuitos principales y auxiliares de accionamiento del prototipo construido.

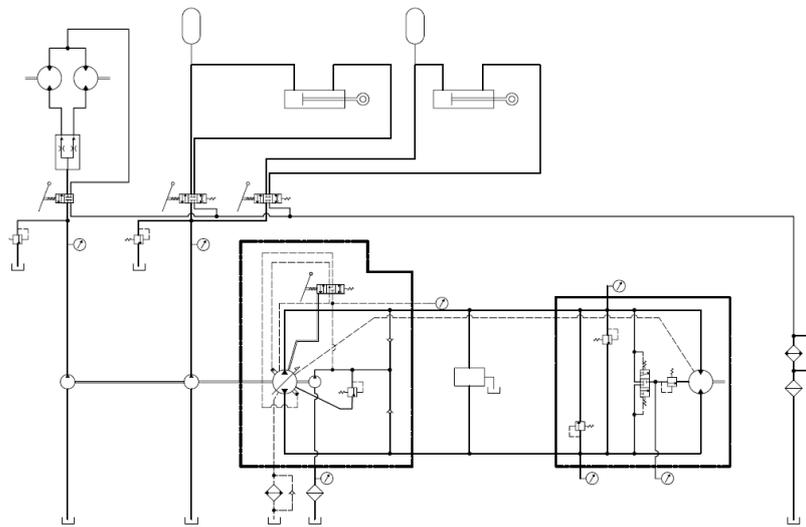


Figura 3. Accionamiento oleohidráulico del prototipo.

5. Conclusiones

Se ha realizado un prototipo de la maquinilla de arrastre diseñada, el cual se ha montado en un arrastrero puntero en la localidad alicantina de Santa Pola para su verificación "in situ" en las maniobras de pesca habituales del referido pesquero. Hasta la fecha funciona correctamente y las galgas colocadas para la verificación de esfuerzos sobredicho prototipo no han sobrepasado los límites calculados por el grupo de investigadores. La máquina objeto de estudio se ha optimizado para las siguientes combinaciones, realizándose el dimensionado pormenorizado de cada una de ellas.

SISTEMA	SOLUCIÓN ELEGIDA
Sistema de frenado de los carreteles	Frenos de cinta individuales con accionamiento oleohidráulico (Figura 4)
Sistema de embragado	Embragues individuales multidiscos (Figura 5)
Sistema de embragado	Husillo con rosca cuadrada y doble inclinación Accionamiento del husillo mediante accionamiento oleohidráulico(Figuras 3 y 6)

Tabla 3. Conclusiones generales del estudio.

Se han seleccionado los frenos de cinta acero-ferodo (Figura 4) por ser económicos, muy fiables ante cargas elevadas, fácilmente desmontables. Se les ha colocado un equipamiento oleohidráulico para convertirlos en automáticos y tener además la posibilidad de accionamiento manual por imposición de la normativa del Ministerio de Fomento.

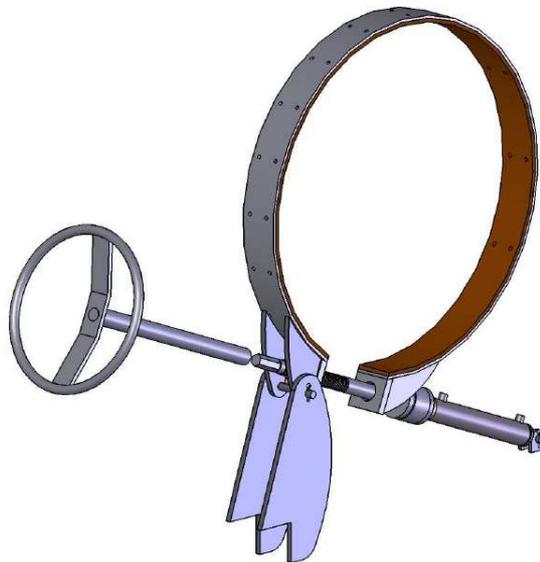


Figura 4. Sistema de frenado del prototipo.

Se han sustituido los típicos embragues manuales de trócolas por embragues multidiscos individuales (Figura 5) accionados oleohidráulicamente e independientes en cada carretel para poder accionar la maquinilla de forma automática y manual desde el puente de mando si fuera necesario en caso de emergencia, reduciendo así el número de operarios y la peligrosidad de la maniobra.



Figura 5. Sistema de embragado del prototipo.

Se ha colocado un husillo de rosca cuadrada de doble inclinación (Figura 6) accionado por motor oleohidráulico para aprovechamiento del circuito oleohidráulico existente y comandar este subsistema de forma automática y a distancia.

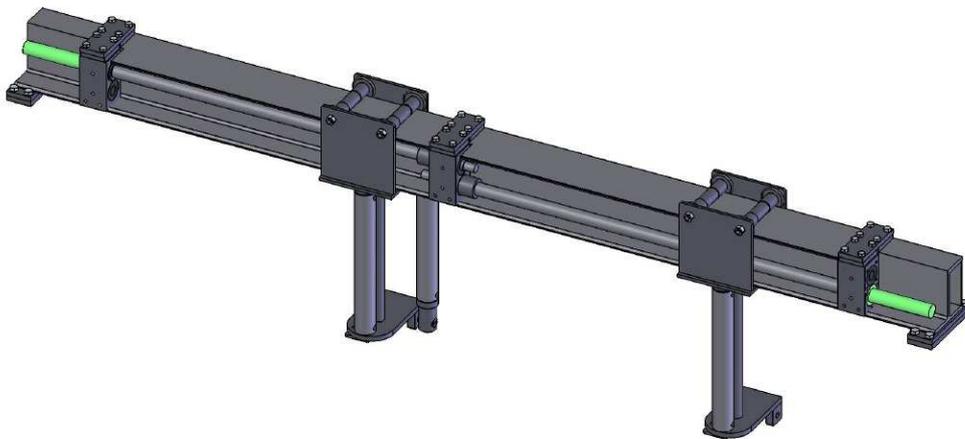


Figura 6. Sistema de guiado del prototipo.

Todos los sistemas analizados se han optimizado teniendo en cuenta su fiabilidad extrema, la escasez de espacio, la corrosión marina, la escasa cualificación profesional de los pescadores en materia de maquinaria y las nuevas normativas de seguridad e higiene a aplicar con un coste aceptable para la empresa colaboradora, entorno a los 8.000 euros por cada nueva unidad a construir (Figura 7).



Figura 7. Prototipo construido.

Referencias

- [1] Carbajales Pereira R., “*Tecnología Mecánica Naval. Tomo 1 y 2*”, Sistemas y Arte S.L., 1995.
- [2] Hamuro C., “Studies on automation of fishing with other trawls, Danish seines, midwater trawls and purse seines”, *Fish finding, purse seining and aimed trawling*. FAO Tech.Rep., 1971, p. 504-508.

Agradecimientos

A reseñar por su activa y asidua colaboración de la empresa del sector naval “BASILIO MARTINEZ S.L.” en este tipo de proyectos de investigación con nuestro grupo de trabajo que permiten la interacción empresa-UPV de forma tan fructífera. Dicha empresa se halla situada en el Puerto Pesquero s/n (zona Poniente) de Alicante (España).

Correspondencia (Para más información contacte con):

Antonio Vicente Martínez Sanz, Instituto de Diseño para la Fabricación y Producción Automatizada, Universidad Politécnica de Valencia, Departamento de Ingeniería Mecánica y de Materiales, Plaza Ferrandiz y Carbonell 2, 03801 Alcoy, Alicante, Spain.

Phone: +34 96 652 85 75

Fax: +34 96 652 84 09

E-mail: anmarsan@mcm.upv.es