

Jornadas de Automática

Control y detección de picada en carrete automatizado para bonito

Gil-Vicente, P.^a, Pérez-García, U.^a, Riveiro, E.^a, Silva-Muñiz, D.^a, Garrido, J. ^{a,*}

^aGrupo en Ingeniería Eficiente y Digital (EN.EDI), Dpto. de Ingeniería de Sistemas y Automática, Universidad de Vigo, C/Maxwell, n° 9, 36310, Vigo, España

To cite this article: Gil-Vicente, P., Pérez-García, U., Riveiro, E., Silva-Muñiz, D., Garrido, J. 2026. Automated winch for bonito fishing with bite detection. Jornadas de Automática, 47.
<https://doi.org/10.17979/ja-cea.2026.47.13741>

Resumen

Este trabajo presenta el desarrollo de un carrete automatizado para la pesca del bonito. El sistema reproduce de forma automática las maniobras de largada y recogida de sedal, incorporando detección de picada a partir del par medido por el propio servomotor y sin necesidad de sensores adicionales. A partir de dicha medida, se calculan consignas de funcionamiento adaptadas a la carga detectada y se implementa una regulación PI en velocidad con supervisión de par, permitiendo ajustar el movimiento del carrete al esfuerzo ejercido por la captura. El ciclo operativo, la lógica de control y el proceso de cálculo de consignas se validaron mediante ensayos experimentales con distintas cargas. Los resultados muestran que el sistema identifica la picada, adapta su respuesta a diferentes esfuerzos y realiza transiciones suaves entre maniobras, constituyendo una solución prometedora para automatizar esta modalidad de pesca.

Palabras clave: Sistemas de control del movimiento, sistemas mecatrónicos, percepción y sensorización, supervisión de procesos, controladores lógicos programables.

Automated winch for bonito fishing with bite detection

Abstract

This work presents the development of an automated fishing reel for bonito fishing. The system automatically performs line release and retrieval maneuvers, incorporating bite detection from the torque measured by the servomotor itself and without requiring additional sensors. Based on this measurement, operating setpoints adapted to the detected load are calculated, and a PI speed controller with torque supervision is implemented, allowing the reel motion to be adjusted to the force exerted by the catch. The operating cycle, control logic, and setpoint calculation process were validated through experimental tests with different loads. Results show that the system detects the bite, adapts its response to varying force conditions, and performs smooth transitions between maneuvers, making it a promising solution for automating this fishing method.

Keywords: Motion Control Systems, Mechatronic systems, Perception and sensing, Process supervision, Programmable logic controllers.

1. Introducción

La cacea o curricán constituye uno de los métodos más antiguos empleados en la pesca del bonito en el mar Cantábrico, con referencias a su uso en el golfo de Vizcaya que se remontan al siglo XVI. En Euskadi, la captura de túnidos mediante esta técnica alcanzó su madurez y su mayor extensión durante el último tercio del siglo XIX (AZTI Tecnalia, 2011).

En sus inicios se utilizaban traineras propulsadas por seis u ocho remos (Rubio Ardanaz, 2020) o por vela.

Con el tiempo, la incorporación de embarcaciones de mayor tamaño dio lugar a la utilización de elementos auxiliares. Entre ellos, destacan unas varas largas situadas en los laterales, dispuestas a modo de percha (Rubio Ardanaz, 2020), y otras más cortas ubicadas en la proa, conocidas como *tangones* (AZTI Tecnalia, 2011). Estas estructuras incorporan unas anillas por las que se hacen pasar los aparejos de pesca,

compuestos por sedal y anzuelo, permitiendo mantener las líneas separadas para evitar enredos (Figura 1).

La llegada del barco de vapor (Rubio Ardanaz, 2020), junto con innovaciones como el uso del nylon o el carrete hidráulico, supuso la completa transformación de esta técnica. Las nuevas embarcaciones posibilitaron alejarse de la costa para localizar los cardúmenes y permitieron mantener una velocidad de navegación constante durante las operaciones de pesca (López Losa, 2008). La aparición del carrete hidráulico (Figura 2) incrementó notablemente la eficiencia al permitir que un solo tripulante manejase hasta tres aparejos de forma simultánea (AZTI Tecnalia, 2011). Además, redujo el esfuerzo físico del proceso al encargarse de izar la mayor parte de la carga durante la captura.

El proceso de pesca a la cacea o curricán sigue una secuencia bien definida. Una vez localizado el banco de bonito y largados los curricanes, la embarcación navega de forma continua en sus proximidades, arrastrando los anzuelos cebados (Eyo et al., 1995). Este movimiento imita el desplazamiento de pequeños peces, lo que estimula el comportamiento depredador de esta especie pelágica, habituada a perseguir a sus presas (Eighani et al., 2019). Además, los señuelos pueden arrastrarse a distintos niveles de profundidad, distinguiéndose entre cacea de superficie, de medio fondo y de fondo (Eyo et al., 1995).

Sin embargo, en Euskadi esta técnica ha caído progresivamente en desuso tras la introducción de métodos alternativos, como la pesca con cebo vivo (López Losa, 2000). Entre las causas principales de su sustitución destaca el incremento del precio del gasóleo (Tolosa Bernárdez, 1985), ya que la cacea requiere el desplazamiento continuo de la embarcación, lo que implica mayor consumo de combustible a diferencia de la pesca con cebo vivo, que se practica con el barco en reposo (ICCAT, 2016).

En la actualidad, en el contexto de los objetivos de desarrollo sostenible promovidos por la Agenda 2030 de la Organización de las Naciones Unidas (ONU, 2015), ha surgido el interés por revalorizar artes de pesca selectivas como la cacea o curricán (Eighani et al., 2019). Esta técnica presenta un menor impacto ambiental en comparación a otras modalidades, que implican el arrastre del fondo marino o contribuyen a la sobreexplotación de determinadas especies (Tolosa Bernárdez, 1985). Además, el consumidor promedio contemporáneo muestra una creciente preferencia por productos procedentes de pesquerías sostenibles (Macdonald et al., 2007a).

En este marco, el proyecto TICS-BONITO (Rivera-Andrade et al., 2025) plantea el desarrollo de un dispositivo automatizado con menores exigencias de movimiento (propulsión) de la embarcación, que permita revalorizar la técnica del curricán. Este proyecto se centró en aportar nuevas ayudas tecnológicas a la pesca del bonito en España mediante el desarrollo de soluciones que mejoren la selectividad de las capturas, reduzcan el impacto ambiental y contribuyan a unas mejores condiciones para el sector. La propuesta consiste en adaptar los haladores empleados en la cacea para que desempeñen la secuencia de operaciones propia de esta técnica con la maniobra característica de la pesca al bolentino o *jigging*. Esta última consiste en descender el cebo de forma vertical en las proximidades del

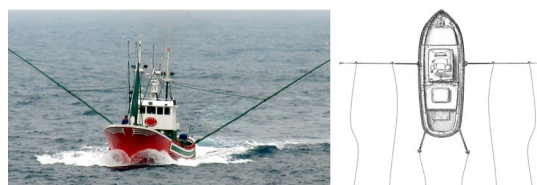


Figura 1: Embarcación para pesca a la cacea, con las perchas desplegadas.

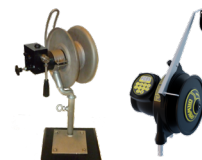


Figura 2: Carrete tradicional pesca a la cacea (izquierda) y halador automático para *jigging* (derecha).

banco y realizar movimientos cortos de ascenso y descenso mediante la recogida y largada del sedal (Eyo et al., 1995).

De hecho, en otras pesquerías pelágicas, como algunas explotadas en Brasil, la cacea ha sido sustituida por el *jigging*, como ocurre en la pesca de la anchoa (Begossi et al., 1991). Si bien, de forma general, la cacea se asocia a la captura de especies de mayor tamaño y el *jigging* a especies de menor talla (Eighani et al., 2019), resulta de interés investigar la viabilidad de aplicar una técnica híbrida a la pesca del bonito.

Actualmente existen dispositivos automatizados para *jigging* (Figura 2), como los haladores desarrollados por las empresas OILWIND (OILWIND, 2022) y Belitronic (Belitronic, 2018). Estos sistemas ofrecen ventajas como la regulación de la profundidad de trabajo y la selección de distintas especies objetivo (Macdonald et al., 2007b). Sin embargo, están diseñados como sistemas multi-anzuelo, lo que dificulta su uso en aguas profundas debido a la captura de múltiples ejemplares. Esta clase de halador es común en la pesquería del calamar (Truno Farm and SmartFarm Insight, 2025) y de la caballa (AZTI Tecnalia, 2006), entre otras. Específicamente, el halador de la empresa Belitronic permite varios modos de funcionamiento, entre los que destaca un modo de pesca al curricán (Belitronic, 2018). No obstante, requiere del movimiento de la embarcación para mover el sedal, de manera que no se evita el consumo del combustible (Tolosa Bernárdez, 1985).

La problemática principal común de estos dispositivos radica en que, aunque permiten detectar la picada, la recogida de sedal se realiza a una velocidad fija previamente programada (Belitronic, 2018), (OILWIND, 2022). Esto puede provocar daños en la captura si la velocidad es excesiva o, por el contrario, facilitar su escape si resulta insuficiente. A ello se suma la escasez de datos sobre la tensión necesaria para izar determinadas especies, como el bonito. El objetivo de este trabajo es el desarrollo de un sistema de control y detección de picada para un halador automatizado, capaz de ajustar de forma dinámica la velocidad de recogida en función de la fuerza ejercida por la captura.

2. Proceso de pesca

2.1. Prototipo

El prototipo utilizado en este trabajo dispone de un servomotor AM3042-1E00 de Beckhoff acoplado a una reductora Neugart de 8 etapas, sobre la cual se monta la bobina

de sedal (Figura 3). El motorreductor se fija a una mesa con el fin de elevar el sistema del suelo, permitiendo así largar y recoger sedal con una carga suspendida en el extremo. Se utiliza el propio servomotor para obtener una medida del par, evitando incorporar dispositivos adicionales que aumenten la complejidad estructural del dispositivo.

El sedal se hace pasar por una polea instalada en una estructura situada en el lateral de la mesa con el objetivo de facilitar el desarrollo del ciclo. Como sedal, se emplea una cuerda de 1.5 mm de diámetro, cuyo extremo dispone de una abrazadera a modo de anzuelo, en la que se pueden acoplar las cargas.



Figura 3: Prototipo de carrete automático.

2.2. Descripción del ciclo de pesca desarrollado

El ciclo operativo desarrollado se divide en 8 fases claramente diferenciadas (Figura 4). El carrete permanece en estado de reposo hasta que se inicia el ciclo mediante el accionamiento de un pulsador (fase 1 en Figura 4). A partir de ese momento, el halador ejecuta el proceso de forma automática, lo que permite al pescador desatenderlo y dedicarse a otras tareas a bordo.

En la siguiente fase, la bobina larga sedal hasta que éste alcanza la superficie del mar (fase 2 en Figura 4). La posición relativa del anzuelo respecto a dicha superficie se mide y se registra en el momento de instalar el dispositivo a bordo, mediante el accionamiento manual de la bobina.

A continuación, se realiza la medición del par en vacío, que en este trabajo se denomina como “cálculo del *offset*” (fase 3 en Figura 4). Cuando el carrete gira, se registra un par distinto de cero debido a las oscilaciones en el extremo de la línea. Este valor se mide y almacena para poder estimar posteriormente la fuerza ejercida por el pez en el momento de la picada. Además, dado que el par en vacío varía en función del sentido de giro del motor, se determina y registra de manera independiente tanto en la maniobra de largada como en la de recogida.

Tras este breve periodo de ajuste, el dispositivo inicia el largado (fase 4 en Figura 4) y la recogida de sedal (fase 5 en Figura 4) de forma cíclica, dentro de los márgenes de profundidad previamente configurados.

En cualquier caso, el sistema puede adaptarse a la velocidad de desplazamiento de la embarcación. No obstante, cuando se trabaja con la embarcación en movimiento, dicha velocidad debe permanecer constante durante todo el proceso, incluidas las fases de ajuste. Asimismo, el dispositivo también puede operar con la embarcación parada. En consecuencia, las longitudes máxima y mínima de sedal largado se ajustan en función de las condiciones de pesca requeridas.

Estas maniobras se repiten hasta que se detecta carga en el extremo de la línea, lo que indica una posible picada (fase 6 en Figura 4). En ese instante, el dispositivo mide el par ejercido sobre la línea y, a partir de esa información, calcula

las consignas de largada y recogida. Dicho proceso de detección de picada y cálculo de consignas se describe en el apartado 2.3.

Una vez definidas las consignas, se realiza una regulación en velocidad con supervisión de par (fase 7 en Figura 4). En este estado, se regula la largada o recogida del sedal en función de la fuerza ejercida por el pez, con el objetivo de acercarlo progresivamente a la embarcación procurando minimizar los daños. Dicho proceso de regulación se desarrolla en profundidad en el apartado 2.4.

Finalmente, tras un periodo en el que el par medido es inferior al umbral establecido, se procede a acercar el bonito a la borda (fase 8 en Figura 4). Una vez recogido todo el sedal, el carrete retorna al estado de reposo, quedando a la espera de una nueva orden de inicio. Esto permite al pescador retirar el ejemplar capturado con un gancho, tal y como se realiza con el equipo de pesca actual (AZTI Tecnalia, 2011).

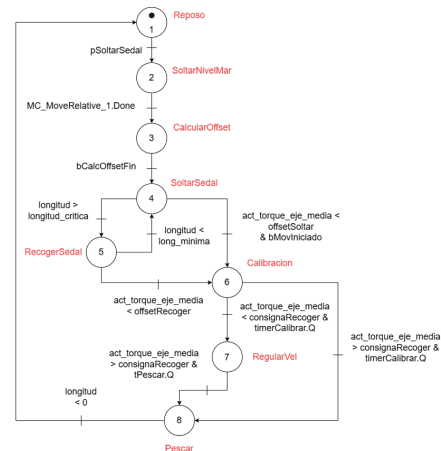


Figura 4: Secuencia del ciclo de pesca.

2.3. Detección de la captura y cálculo de consignas

Se utilizan los parámetros S-0-0084 y P-0-0094 (Beckhoff, 2026), a partir de los cuales se calcula el par detectado (1).

$$Act_{torque} = S-0-0084 \cdot \frac{P-0-0094}{1000} \quad (1)$$

La señal de par en función del tiempo presenta perturbaciones y ruido, por lo que se aplica un filtro de media móvil sobre el par medido, lo que permite obtener una señal suave y estable.

Durante las maniobras de largado y recogida de sedal (fases 4 y 5 en Figura 4), se compara el par medido con un porcentaje del par en vacío correspondiente, registrado en el estado de cálculo de *offsets*. Si el par detectado es inferior, es decir, de signo negativo pero mayor valor absoluto que el umbral establecido (2), se accede al estado de calibración (fase 6 en Figura 4).

$$\begin{aligned} Act_{torque} &< 0.7 \cdot offSoltar \\ Act_{torque} &< 1.3 \cdot offRecoger \end{aligned} \quad (2)$$

El *offset* al soltar sedal es una medida positiva, mientras que al recoger es una medida negativa. Por este motivo, para establecer los umbrales se reduce el valor en el primer caso y se incrementa en el segundo.

Cuando se registra una picada, se activa un temporizador. Durante este periodo de tiempo, la bobina recoge sedal a una velocidad menor que en los estados previos de largada y recogida, con el fin de estimar la fuerza ejercida por el bonito y adaptarse a su comportamiento. Mientras la bobina gira lentamente, se mide y almacena el valor máximo de par detectado. Una vez finalizada la temporización, dicho par máximo se emplea para calcular las consignas.

Debido a que se aplican distintos *offsets* al par detectado según se esté recogiendo o largando sedal, se determinan dos consignas, una para cada maniobra, que se utilizarán en función del movimiento que realice el dispositivo.

El par de pico detectado corresponde a la suma del par ejercido por el pez y el *offset* de recogida, por lo que se puede calcular el par real ejercido por el pez (3).

$$par_{pez} = par_{pico} - offRecoger \quad (3)$$

En la programación de este primer prototipo de carrete, se asume que el par medido durante el estado de calibración es el par máximo que puede ejercer el bonito. En consecuencia, es necesario definir una consigna de valor inferior (4).

$$consignaRecoger = k \cdot par_{pez} + offRecoger \quad (4)$$

De la misma forma, se puede calcular la consigna de largada (5).

$$consignaSoltar = k \cdot par_{pez} + offSoltar \quad (5)$$

El parámetro k se determina tras realizar varios ciclos utilizando cargas de distinta magnitud. Se trata de un valor medio que permite calcular una consigna ajustada al peso de las capturas, incluyendo los valores máximos y mínimos del rango considerado. En este trabajo, el valor de k es 0.6.

Una vez finalizada la temporización, si el par medido en la línea es superior a la consigna de recogida, se inicia la captura del ejemplar (fase 8 en Figura 4). En caso contrario, se transita al estado de regulación en velocidad (fase 7 en Figura 4), manteniendo una supervisión continua del par, con lo que se implementa el control de admitancia.

2.4. Regulación en velocidad con supervisión de par

Se realiza una regulación en velocidad supervisando el par, es decir, un control de admitancia (fase 7 en Figura 4). Este enfoque permite actuar sobre el motor en función de la fuerza que ejerce el bonito en el extremo del sedal.

Dado que el par ejercido por la captura no es un valor constante, si no que varía según el movimiento del pez y la intensidad de sus intentos por liberarse, la velocidad del motor debe ajustarse rápidamente para adaptarse a los tirones que se producen en la línea.

Se implementa una regulación PI, en la que la velocidad objetivo del bucle varía de forma lineal en función del par detectado y de la consigna establecida (según se esté recogiendo o largando sedal). Cuando se larga sedal, interesa mantener una velocidad reducida para que el pez disponga de cierto margen de movimiento sin alejarse excesivamente de la embarcación. En el caso de la recogida, se requieren

velocidades elevadas para acercarse progresivamente la captura, procurando en todo momento evitar daños innecesarios al ejemplar.

Estas relaciones entre velocidad y par deberán ser ajustadas a partir de los ensayos con el dispositivo a bordo, ya que la escasez de estudios sobre el comportamiento de los tñidos durante su captura en modalidades como la caacea o curricán, impide disponer de datos suficientes para adecuar el sistema de control del carrete al esfuerzo realizado por el bonito. Por lo tanto, hasta disponer de datos experimentales en condiciones reales de pesca que permitan refinar los parámetros de la aplicación, las relaciones propuestas se consideran una aproximación inicial adecuada para el desarrollo del sistema de control.

La consigna de velocidad de largada disminuye a medida que aumenta la diferencia entre el par ejercido por el pez y la consigna de largado (6).

$$vel_{soltar} = 150 - 100 \cdot \left| |Act_{torque}| - |consignaSoltar| \right| \quad (6)$$

La consigna de velocidad de recogida aumenta conforme el par medido se aleja de la consigna de recogida (7).

$$vel_{recoger} = 250 + 250 \cdot \left| |Act_{torque}| - |consignaRecoger| \right| \quad (7)$$

Al alcanzarse la consigna correspondiente, se produce el cambio de maniobra. Por este motivo, interesa un movimiento lento cuando se vaya a soltar sedal y uno más rápido cuando se vaya a recoger. Cuando el par medido se aproxima a la consigna de largado, se aleja de la de recogida y viceversa, lo que refuerza el comportamiento deseado del sistema en ambas fases de la operación.

En lo referente a la regulación PI, se calcula el error como la diferencia entre la consigna de velocidad correspondiente, en función de la maniobra que se esté realizando, y la velocidad instantánea del eje. A partir de este error, se obtiene la velocidad de control aplicando las acciones proporcional e integral del regulador, determinadas mediante el método Ziegler- Nichols, ampliamente utilizado en la literatura (Debnath et al., 2022). Cabe destacar que la velocidad se limita para evitar que se supere un determinado umbral durante la maniobra de recogida en (7). Esta restricción resulta necesaria para impedir que el carrete se acelere en exceso en situaciones de bajo par. En la maniobra de largada (6), podría dar lugar a valores negativos no deseables. Para evitarlo, se aplica una saturación inferior que limita la velocidad a un valor mínimo cercano a cero, dado que el bucle de regulación calcula valores absolutos de la consigna y el sentido del movimiento lo determina la supervisión del par: cuando sea necesario largar sedal, la velocidad será positiva, mientras que al recoger será negativa.

Tal y como se indicó anteriormente, el par instantáneo se compara con la consigna de par correspondiente según la maniobra que se está realizando. Por lo tanto, si el dispositivo está largando sedal y el par detectado es menor que $|consignaSoltar|$, se procede a recoger sedal. En caso contrario, se continúa soltando hasta que se cumpla la condición opuesta. Si el carrete está recogiendo sedal y el par detectado supera la $|consignaRecoger|$, se procede a largar sedal. En caso

contrario, se continúa recogiendo. Si en algún momento se alcanza la longitud crítica (máxima cantidad de sedal largado), el carrete recoge automáticamente para no superar este límite. De la misma forma, si se alcanza la longitud mínima, el carrete larga sedal para evitar que el pez emerja del agua durante la regulación en velocidad.

Siempre que se inicia la maniobra de recogida de línea, se activa un temporizador. Si durante este tiempo no se detecta un par mayor que la consigna de recogida y, por lo tanto, no se produce un cambio de maniobra, se procede a la pesca del ejemplar (fase 8 en Figura 4).

3. Validación del dispositivo

3.1. Experimentación

Se realizaron ensayos de laboratorio para verificar el funcionamiento del ciclo, prestando especial atención a los estados de calibración y regulación en velocidad.

Para ello, se ejecutaron varios ciclos, utilizando cargas comprendidas entre 1 y 2.5 kg. Durante las pruebas, se aplicaron fuerzas de distinta intensidad y en intervalos variables sobre dichas cargas. Tras someterlas a tracción de forma aleatoria, se dejaron suspendidas para comprobar que el dispositivo fuese capaz de izarlas correctamente. A lo largo de todo el proceso, se registraron los datos de par y velocidad, junto con sus respectivas consignas. Finalmente, se realizaron ciclos consecutivos para verificar la variación de las consignas ante distintas condiciones de carga.

3.2. Resultados

El par detectado en el eje del motor varía en función de la fase del ciclo operativo del carrete. En la primera gráfica de

la Figura 5, la curva verde corresponde al par medido en el eje, mientras que la curva roja representa la media móvil del par. En condiciones de reposo (previas al inicio del proceso), el par es prácticamente nulo. Durante las fases iniciales, el par medido se mantiene en torno a ± 0.07 Nm, observándose únicamente un cambio de signo en función del sentido de giro: positivo al largar sedal y negativo al recoger. En la fase de calibración (fase 6 en Figura 5) se registra un incremento de la magnitud del par. Posteriormente, en la etapa de regulación en velocidad (fases 7 y 8 de la Figura 5), el par medido oscila entre las consignas establecidas. Durante la fase de pesca, el par presenta un comportamiento uniforme y una magnitud superior respecto a las primeras etapas del ciclo.

En la segunda gráfica de la Figura 5, la curva rosa representa el par real ejercido por la captura en el extremo de la línea. En esta gráfica también se incluyen las consignas de control: la de largada, en azul, y la de recogida, en amarillo. En cuanto a la velocidad del motor, el sentido de giro de la bobina se identifica a partir de la velocidad instantánea del eje, representada en color naranja en la tercera gráfica de la Figura 5. Alcanza valores positivos durante la largada de la línea y negativos durante la recogida. En la fase de regulación, la velocidad del carrete oscila entre 150%/s y -300 %/s. La consigna de velocidad se muestra en color verde, mientras que la curva azul representa la velocidad de actuación del motor tras la aplicación del regulador PI.

3.3. Discusión

Se observa que la estabilidad del par durante las fases iniciales, con valores próximos a ± 0.07 Nm, indica que el sistema presenta un comportamiento constante en vacío. Esto permite establecer una referencia clara para la detección de

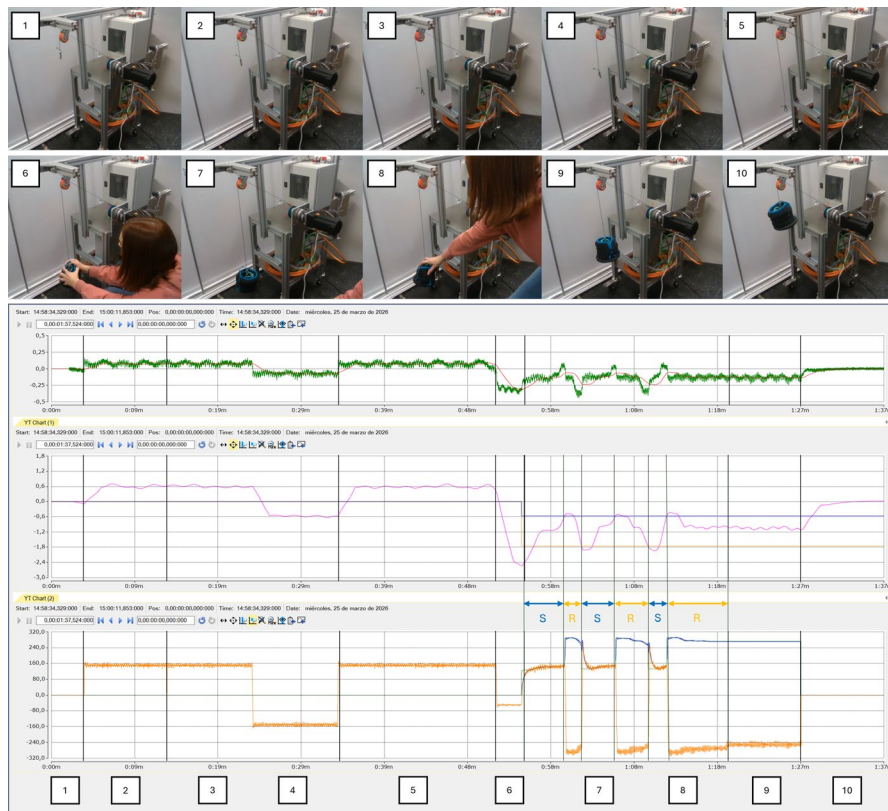


Figura 5: Fases del proceso experimental y resultados obtenidos de par y velocidad a lo largo del tiempo.

capturas, ya que cualquier incremento significativo del par puede asociarse a la aparición de una carga en la línea. Las consignas definidas han permitido validar el funcionamiento del modelo experimental en condiciones de laboratorio. No obstante, sus valores pueden ajustarse tras un periodo con el dispositivo en alta mar, en función del comportamiento de los túnidos y de los datos recopilados durante la operación de pesca. Por otro lado, el aumento de par observado durante la fase de calibración está directamente relacionado con la fuerza ejercida sobre el sistema, la cual depende de factores como el tamaño, el peso o la profundidad a la que se encuentra la captura. Esta fase resulta clave para la correcta definición de las consignas de control (apartado 2.3).

Durante la etapa de regulación en velocidad con supervisión de par, las variaciones registradas en la primera gráfica de la Figura 5 reflejan la interacción entre la fuerza ejercida por el bonito y la velocidad del bobinado. En este contexto, el sistema compara continuamente el par detectado con las consignas establecidas: durante la largada de sedal (con la consigna azul) y durante la recogida (con la amarilla).

La lógica de control provoca que se invierta el sentido de giro para recoger sedal si el par es de menor valor absoluto que la consigna azul durante la largada. En caso de que el par detectado sea mayor que la consigna amarilla durante la recogida, el sistema invierte el sentido de giro para largar sedal. Este mecanismo da lugar a una oscilación del par entre ambas consignas, generando una dinámica de “tira y afloja”. Además, la regulación permite alcanzar la velocidad objetivo de forma progresiva, evitando transiciones bruscas y adaptándose a la magnitud de la fuerza aplicada. También se observa una diferencia de magnitud entre las velocidades, ya que la velocidad de recogida es superior a la de largada.

En conjunto, los resultados evidencian que el sistema es capaz de adaptarse a distintas condiciones de carga, independientemente de la magnitud del par, del instante de aplicación de la carga o de la duración del proceso, manteniendo un comportamiento estable y coherente con la estrategia de control definida.

4. Conclusiones

La principal contribución de este trabajo ha sido la definición de un procedimiento automático para la pesca al curricán, caracterizado por una mayor flexibilidad y capacidad de configuración en comparación a los procedimientos descritos en la literatura y a las soluciones técnicas consultadas. El proceso desarrollado puede adaptarse tanto a la velocidad de desplazamiento de la embarcación como a la ausencia de la misma. Además, el proceso es más elaborado tras la detección de la picada, basado en maniobras de recogida y largado de sedal junto con un control de la velocidad con supervisión de la tensión, con el objetivo de adaptar la respuesta del sistema a cada captura. Para poder validar y modificar el proceso, es fundamental disponer de datos reales de picada del bonito, así como evaluar el comportamiento del ciclo desarrollado. Para ello, los colaboradores del proyecto TICS Bonito (Leartiker y el grupo EN.EDI), con el apoyo de la cofradía de pescadores de Getaria, pretenden optar a nuevas convocatorias con objeto de financiar futuras evaluaciones en condiciones reales de pesca. De esta forma, se monitorizarían datos a bordo de una

embarcación, utilizando el sistema de caña automática desarrollada por los autores con el algoritmo de detección de picada presentado en este trabajo. Queda pendiente la validación experimental y la evaluación del sistema en condiciones reales de pesca al curricán.

Agradecimientos

Este proyecto se desarrolla con la colaboración de la Fundación Biodiversidad, del Ministerio para la Transición Ecológica y Reto Demográfico, a través del Programa Pleamar, y se cofinancia por la Unión Europea por el FEMPA (Fondo Europeo Marítimo, de Pesca y Acuicultura).



Referencias

- AZTI Tecnalia, 2006. Automatización del halador hidráulico Rapp Hydema aplicado a la pesquería de verde. ATM2005168
- AZTI Tecnalia, 2011. Pesca curricán o cacea / Kazan [Archivo de vídeo]. Youtube. <https://www.youtube.com/watch?v=jJjwnc6i9mw&t=299s>
- Beckhoff, 2026. Torque (Force) – Controller Structure https://infosys.beckhoff.com/english.php?content=../content/1033/ax5000_function_doku_hw2/3245661963.html&id=
- Begossi, A., Richerson, P., 1991. The Diffusion of 'Eambreta', an Artificial Lure, at Bizios Island (Brazil). MAST 4, 87-103.
- Belitronic, 2018. English manual for BJ5000 Ex.
- Debnath, D., Malla, P., Roy, S., 2022. Position control of a DC servo motor using various controllers: A comparative study. Materials Today: Proceedings 58, 484-488. DOI: 10.1016/j.matpr.2022.03.008
- Eighani, M., Paighambari, S.Y., Bayse, S.M., 2019. Comparing handline and trolling fishing methods in the recreational pelagic fishery in the Gulf of Oman. Revista Scientia Marina 83, No. 3. DOI: 10.3989/scimar.04864.10A
- Eyo, J.E., Akpati, C.I., 1995. Fishing gears and Methods. Proceedings of the UNDP-Sponsored Training Workshop on Artisanal Fisheries Development, 143 – 159.
- ICCAT, 2016. ICCAT Manual In: ICCAT Publications [on-line]. ISBN (Electronic Edition): 978-92-990055-0-7
- López Losa, E., 2000. La pesca en el País Vasco. Una visión a largo plazo (siglos XIX y XX). Itsas memoria: revista de estudios marítimos del País Vasco 3, 239-276.
- López Losa, E., 2008. La pesca en el País Vasco durante el siglo XX. Modernización, tradición y crisis. Áreas, Revista Internacional De Ciencias Sociales 27, 7-25.
- Macdonald, P., Laurenson, C., Marrs, S., 2007a. The potential of jig fishing as an energy efficient method for catching whitefish around Shetland. ICES Annual Science Conference 2007.
- Macdonald, P., Laurenson, C., Marrs, S., 2007b. Jig Fishing Pilot Study in Shetland Coastal Waters. NAFC Marine Centre.
- OILWIND, 2022. Unlock the power of the OILWIND JigReel - Watch the JigReel setup and operation guide [Archivo de vídeo]. Youtube. <https://www.youtube.com/watch?v=uvJds4L0bXM>
- ONU, 2015. Transformar nuestro mundo: la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible (Objetivo 14). Naciones Unidas, Nueva York. <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/oceans/>
- Rivera-Andrade, J., Riveiro, E., Silva-Muñoz, D., Larreategi, P., Lekube, B.M., Garrido, J., 2025. Smart Technologies for Sustainable Bonito Fishing: TICS-BONITO Project. Jornadas de Automática, 46. DOI: 10.17979/ja-cea.2025.46.12202
- Rubio Ardanaz, J.A., 2020. Las Cofradías de pescadores en el País Vasco. Cambios e influencias históricas y actuales en la pesca de bajura: El caso de Santurtzi (Bizkaia). Estudios atacameños 64, 39-65. DOI: 10.22199/issn.0718-1043-2020-0003
- Tolosa Bernárdez, M., 1985. La pesca en el País Vasco: un sector económico en graves dificultades. Cuadernos de Sección. Historia-Geografía 5, pp. 243-286. ISSN 0212-6397
- Truno Farm and SmartFarm Insight, 2025. Japan's High-Tech Fishing Revolution | Robots Catching Squid and Tuna at Scale [Archivo de vídeo]. Youtube. <https://www.youtube.com/watch?v=CmGOqqfBc7U>