

Sres.

Superintendencia de Industria y Comercio Dirección de Nuevas Creaciones

E. S. D

Re: Expediente No. NC2022/0006616

Solicitud de patente de invención titulada: “SISTEMA INTELIGENTE DE SELLADO EN BOTELLAS OCEANOGRÁFICAS QUE GARANTIZA EL MUESTREO DEL AGUA A PROFUNDIDADES DESEADAS”

Solicitantes: UNIVERSIDAD SIMÓN BOLÍVAR/ ESCUELA NAVAL DE SUBOFICIALES ARC BARRANQUILLA

RESPUESTA AL OFICIO No. 18622 de 22 de octubre de 2025

(PRIMER EXAMEN DE FONDO)

FREDY SÁNCHEZ MERINO, mayor de edad y vecino de Barranquilla, identificado tal como aparece al pie de mi firma, en mi carácter de apoderado de las instituciones solicitantes, me permito manifestar lo siguiente ante el auto emanado por ese Despacho, dentro del plazo legal previsto en el artículo 45 de la Decisión 486, en los siguientes términos:

1. Nos permitimos dar respuesta al Oficio No. 18622 de 22 de octubre de 2025, dentro del término legal establecido. En atención a las observaciones formuladas por la Dirección de Nuevas Creaciones en relación con la claridad, las unidades de medida y la exclusión de materia no patentable en el capítulo reivindicatorio, el solicitante ha procedido a presentar una versión enmendada de dicho capítulo, con el fin de garantizar su plena correspondencia con la descripción y asegurar el cumplimiento de lo dispuesto en los artículos 28 y 30 de la Decisión 486 de 2000.

En la versión enmendada, la reivindicación independiente 1 ha sido reformulada de manera integral, precisa y técnicamente coherente, de modo que se integran de forma expresa y ordenada los componentes electromecánicos esenciales que definen la transmisión de movimiento para el sellado hermético de la botella oceanográfica objeto de la invención. Esta precisión responde a la necesidad de reflejar con mayor claridad la configuración estructural del dispositivo, evitando ambigüedades en la definición del mecanismo de cierre y delimitando el alcance de la protección a la arquitectura mecánica específica divulgada.

De manera particular, la nueva redacción del capítulo reivindicatorio define con exactitud la cadena cinemática de transmisión, especificando la interacción funcional entre el motor sin escobillas, el tornillo sinfín, el engranaje tipo corona, el husillo de desplazamiento y la tuerca deslizante restringida por guías. Con ello, se refuerza la comprensión objetiva del sistema reivindicado y la relación funcional existente entre sus piezas móviles para lograr la conversión de torque y el sellado eficiente, diferenciándolo estructuralmente de mecanismos genéricos.

Las reivindicaciones dependientes han sido igualmente ajustadas con el propósito de subsanar las objeciones de forma y fondo. Específicamente, se ha eliminado la expresión "software de monitoreo" en la reivindicación 9 para evitar la alusión a programas de ordenador como tal , y se han realizado las conversiones respectivas al Sistema Internacional de Unidades (SI) en la reivindicación 8 (milímetros), manteniendo las referencias a pulgadas únicamente como aclaración entre paréntesis. De este modo, se preserva la claridad exigida por el artículo 30 de la Decisión 486.

Paralelamente, se ha procedido a corregir el capítulo descriptivo de la solicitud, con el fin de asegurar la coherencia en las unidades de medida empleadas, eliminando las referencias exclusivas a "pulgadas" y garantizando el uso del Sistema Internacional conforme al requerimiento oficial. Estas modificaciones no implican en modo alguno la incorporación de nueva materia, sino que consisten exclusivamente en precisiones de forma y adecuaciones normativas sobre información técnica que ya se encontraba contenida en la descripción originalmente presentada, en estricto cumplimiento de la prohibición de ampliación establecida en el artículo 34 de la normativa comunitaria.

2. En cuanto a los ajustes introducidos, se deja constancia de que ninguno de ellos implica la incorporación de materia adicional ni excede el contenido originalmente divulgado, en estricto cumplimiento de lo dispuesto en el artículo 34 de la Decisión 486 de la Comisión de la Comunidad Andina. En particular, se armonizó la redacción del capítulo reivindicatorio con la memoria descriptiva con el fin de precisar la configuración estructural del sistema de sellado propuesto, explicitando la cadena cinemática de transmisión que incluye el uso de un motor sin escobillas, la reducción de velocidad y aumento de torque mediante el mecanismo de tornillo sinfín y engranaje tipo corona, y la conversión a movimiento lineal a través del husillo y la tuerca deslizante, asegurando así la comprensión del cierre hermético reivindicado.

De igual forma, se ajustó la redacción de las reivindicaciones dependientes con el propósito de asegurar su plena correspondencia con la descripción y superar las objeciones de forma y claridad. Esto incluye la conversión de las unidades de medida al Sistema Internacional (milímetros) en la reivindicación 8, y, fundamentalmente, la precisión técnica en la reivindicación 9, donde se eliminó la expresión "software de monitoreo" para centrar la protección en los componentes de hardware (ordenador de placa única, controladores), todo ello sin alterar en ningún caso el alcance técnico originalmente divulgado ni los medios de invención descritos.

Estas modificaciones constituyen ajustes meramente aclaratorios y de orden sistemático, destinados a mejorar la claridad reivindicatoria, la suficiencia descriptiva y la coherencia entre descripción y reivindicaciones, sin modificar la naturaleza, finalidad ni alcance técnico de la invención. En consecuencia, el contenido del expediente subsanado se mantiene plenamente dentro del marco normativo aplicable y respeta de manera estricta las limitaciones establecidas por el artículo 34 de la Decisión 486 de la Comunidad Andina.

En este contexto, y frente a la observación específica formulada por la Oficina en relación con la materia excluida de patentabilidad y las unidades de medida, resulta necesario abordar de manera expresa el alcance jurídico de las modificaciones admisibles durante el trámite. En efecto, el solicitante ha procedido a reorganizar las características mecánicas que ya se encontraban narradas en la descripción (específicamente en la explicación del funcionamiento del motor y los engranajes) para presentarlas bajo la estructura detallada exigida para delimitar la novedad, y a realizar las

conversiones aritméticas de unidades (pulgadas a mm), sin que esto implique la creación de un nuevo dispositivo, sino la sistematización y normalización del ya existente.

3. Análisis detallado de D1 (US 2020/0116599)

El documento D1, titulado "*Control device and automatic water sampler including same*", divulga un dispositivo de control y un muestreador automático de agua que incluye un cuerpo sumergible, una unidad de accionamiento y un mecanismo de cierre magnético. Técnicamente, D1 describe un sistema donde un motor impulsa un engranaje conductor que interactúa con un engranaje de cremallera (*rack gear*) para mover linealmente un imán de conducción, el cual, por acoplamiento magnético, arrastra un segundo imán para cerrar la tapa de la botella.

Sin embargo, el contenido divulgado en D1 difiere sustancialmente de la solución reivindicada en la presente solicitud en cuanto a la arquitectura mecánica de la transmisión y la cadena cinemática específica utilizada para convertir el movimiento rotacional en lineal y garantizar el torque de cierre.

De manera específica, el documento D1 no divulga ni sugiere las siguientes características técnicas esenciales que son determinantes para la precisión y fuerza del sellado en el dispositivo reivindicado:

a) La transmisión de potencia mediante el conjunto "Tornillo Sinfín - Corona". D1 describe explícitamente el uso de un piñón o engranaje conductor acoplado directamente a una cremallera (*rack gear*) para generar movimiento lineal (ver Párrafo [0023] y Reivindicación 14 de D1). D1 no divulga, describe ni sugiere el uso de un tornillo sinfín (33) acoplado a un engranaje tipo corona (34). Esta diferencia no es ornamental; el mecanismo reivindicado de sinfín-corona proporciona una relación de reducción y aumento de torque muy superior, además de propiedades de irreversibilidad mecánica que no posee el sistema de cremallera de D1.

b) La conversión de movimiento mediante "Husillo y Tuerca". Mientras que D1 confía en el desplazamiento de una cremallera dentada, la invención reivindicada establece una configuración donde la corona hace girar un husillo (29) de desplazamiento, el cual interactúa con una tuerca (36) montada en un deslizador restringido por guías. D1 carece totalmente de esta enseñanza técnica sobre el uso de un husillo roscado para el accionamiento del tapón, limitándose a una solución de cremallera deslizante.

c) La configuración específica del actuador con "Motor sin Escobillas". Aunque D1 menciona un "motor de accionamiento" de forma genérica, no divulga la selección específica de un motor sin escobillas (32) integrado funcionalmente a la cadena cinemática de alta reducción (sinfín-corona) reivindicada. La combinación del motor sin escobillas con la transmisión de sinfín permite un control fino del torque de sellado que el sistema de D1 no describe.

Así, el documento D1 describe un muestreador con un mecanismo de actuación basado en cremallera y piñón (*rack and pinion*), pero carece de la enseñanza técnica referida a la cadena cinemática "Sinfín -> Corona -> Husillo" necesaria para lograr la multiplicación de torque y la precisión de cierre que caracteriza a la presente invención. Por lo tanto, D1 no anticipa la invención reivindicada, ya que no divulga de forma directa y completa la configuración mecánica funcional del sistema de sellado propuesto.

4. Análisis detallado de D2 (US 2011/0009019)

El documento D2, titulado "*Autonomous and Remote-Controlled Multi-Parametric Buoy for Multi-Depth Water Sampling...*", divulga una boya flotante multiparamétrica diseñada para permanecer en

la superficie y recolectar muestras de agua a diferentes profundidades mediante un sistema de bombeo. Técnicamente, D2 describe una estación flotante que utiliza mangueras o tuberías extendidas hacia el fondo, a través de las cuales se succiona el agua hacia contenedores ubicados en la boya mediante bombas mecánicas, hidrostáticas o neumáticas.

Sin embargo, el contenido divulgado en D2 difiere sustancialmente de la solución reivindicada en la presente solicitud, toda vez que D2 propone una arquitectura de muestreo por succión remota hacia la superficie, mientras que la invención reivindica un dispositivo sumergible de sellado in situ con un mecanismo de actuación mecánica directa.

De manera específica, el documento D2 no divulga ni sugiere las siguientes características técnicas esenciales:

a) La arquitectura de "Botella Sumergible con Sellado Mecánico". D2 no describe un recipiente que desciende físicamente a la profundidad objetivo para ser sellado allí. Por el contrario, enseña el uso de tuberías largas conectadas a una boya superficial y un sistema de electroválvulas y bombas (ver Reivindicación 14 de D2) para transportar el fluido hacia arriba. Esta configuración es estructuralmente opuesta al concepto de botella oceanográfica de cierre mecánico reivindicado.

b) La cadena cinemática de "Sinfín - Corona - Husillo". Dado que D2 utiliza bombas (neumáticas/hidrostáticas) para mover el agua, carece por completo de la necesidad de un mecanismo de transmisión de potencia para cerrar tapas bajo presión hidrostática. D2 no contiene ninguna enseñanza sobre el uso de un motor sin escobillas (32) acoplado a un tornillo sinfín (33) y una corona (34) para mover un husillo (29). La solución de D2 es fluidica (válvulas y bombas), no electromecánica de reducción (engranajes y tornillos).

c) El mecanismo de cierre por desplazamiento lineal de un tapón. La invención reivindica un tapón (21) que baja y sube mediante una tuerca deslizante para sellar el contenedor. D2, al ser un sistema de bombeo, utiliza válvulas de paso en tuberías, no tapones de cierre hermético para un contenedor de volumen fijo sumergido.

Por ello, el documento D2 anticipa una estación de bombeo flotante, pero carece de la enseñanza técnica referida a la mecánica de sellado sumergible (Sinfín -> Corona -> Husillo) que constituye el núcleo de la presente invención. D2 no resuelve el problema de sellar una botella a alta profundidad mediante fuerza mecánica directa, sino el de aspirar agua desde la superficie. Por lo tanto, D2 no afecta la novedad de la presente solicitud.

5. Diferencias técnicas comunes a D1 y D2

Aunado a las diferencias específicas previamente desglosadas frente a cada documento individual, existen divergencias técnicas transversales que permiten afirmar que la invención reivindicada se aparta clara, objetiva y sustancialmente del estado de la técnica citado. Estas diferencias sistémicas evidencian que la solución propuesta no es una mera yuxtaposición de elementos conocidos, sino un desarrollo técnico integral de ingeniería mecánica que no se encuentra divulgado ni sugerido en el arte previo.

a) Divergencia en la naturaleza del problema técnico y el campo de aplicación La invención reivindicada aborda un problema específico de mecánica de precisión sumergible: cómo lograr un sellado hermético *in situ* a grandes profundidades mediante la multiplicación de torque en un espacio confinado, utilizando una cadena cinemática irreversible. Por el contrario, el documento D2 pertenece al campo de la logística de muestreo remoto superficial, resolviendo el problema de cómo transportar agua desde el fondo hasta una boya en la superficie mediante succión (bombas/mangueras), sin enfrentar el reto del sellado mecánico de un contenedor bajo presión hidrostática. D1, aunque se refiere a un muestreador, se circunscribe a mecanismos de acoplamiento magnético lineal (cremallera), un enfoque de transmisión directa que difiere de la reducción mecánica propuesta para garantizar la fuerza de cierre.

b) Ausencia de la cadena cinemática de alto torque (Sinfín-Corona) La invención reivindicada protege una arquitectura de transmisión de potencia específica que combina un motor sin escobillas con un tornillo sinfín y una corona para mover un husillo. Esta configuración no es arbitraria; busca lograr una alta relación de reducción de velocidad y aumento de torque en un volumen compacto. El estado de la técnica carece de esta integración. D1 utiliza un sistema de piñón y cremallera (*rack and pinion*) acoplado a imanes, una configuración diseñada para el desplazamiento lineal rápido pero con menor ventaja mecánica de fuerza. D2 carece totalmente de transmisión sólida, dependiendo de la dinámica de fluidos (bombas) para mover la muestra.

c) Incompatibilidad técnica del método de D2 con la integridad de la muestra Un pilar de la invención es la captura y sellado de la muestra a la profundidad objetivo ("captura isobárica" o *in situ*), preservando las condiciones del agua en ese punto exacto. En contraste directo, D2 enseña el transporte de la muestra a través de largas mangueras hacia la superficie. Esta metodología altera la presión y temperatura de la muestra durante el ascenso (riesgo de desgasificación y contaminación cruzada en tuberías), lo cual es técnicamente incompatible con el objetivo de una botella oceanográfica de cierre hermético. Aplicar la enseñanza de bombeo de D2 destruiría la funcionalidad de preservación *in situ* de la invención.

d) Diferencia radical en los medios de actuación (Mecánico vs. Fluídico) El núcleo funcional de la invención es la conversión de movimiento rotacional (motor) en lineal (tapón) mediante elementos sólidos rígidos (husillo/tuerca) para vencer la resistencia del agua y los sellos. D2 no emplea actuación mecánica de cierre; sus medios son bombas neumáticas o hidrostáticas y válvulas solenoides. Los principios físicos de operación (transmisión de torque en engranajes vs. diferencia de presión en bombas) son técnicamente inconexos.

e) Diferencia en la capacidad de retención (Irreversibilidad Mecánica) La invención se distingue por el uso de un tornillo sinfín, elemento mecánico conocido por su capacidad de autobloqueo (irreversibilidad), lo que garantiza que, una vez cerrada la botella, la presión del agua no pueda empujar el tapón hacia atrás ("abrirlo") si el motor se apaga. D1, al usar una cremallera y piñón, emplea un mecanismo reversible que requiere fuerza constante o frenos magnéticos para mantener la posición bajo carga. La sustitución de la seguridad pasiva del sinfín (Invención) por la reversibilidad de la cremallera (D1) alteraría la fiabilidad del dispositivo a grandes profundidades.

f) Diferencia en la arquitectura del dispositivo La invención reivindicada define un cuerpo hidrodinámico autónomo con la electrónica y la motricidad integradas en la tapa superior (cabeza de la botella) dentro de un recinto de PMMA/Aluminio. D2 distribuye los componentes: la electrónica y

energía están en una boya flotante en la superficie, conectada por un umbilical a la toma de muestra. Ninguno de los antecedentes sugiere la arquitectura compacta "todo en uno" con actuación por husillo que caracteriza la invención para facilitar el despliegue en rosetas estándar.

g) Falta de motivación para la combinación Finalmente, no existe motivación técnica alguna para que un experto en instrumentación oceanográfica combine las enseñanzas de D1 (cierre magnético por cremallera) con las de D2 (boyas de bombeo superficial) para llegar a la solución reivindicada. Al ser D2 un sistema de succión que elimina la necesidad de botellas sumergibles individuales, sus enseñanzas son contrarias al objetivo de perfeccionar el mecanismo de cierre de una botella. La combinación es técnicamente inviable y carece de propósito funcional.

6. Formulación del problema técnico objetivo

De conformidad con la metodología reiteradamente desarrollada por el Tribunal de Justicia de la Comunidad Andina para el examen del requisito de nivel inventivo (en particular en las Interpretaciones Prejudiciales 141-IP-2014, 589-IP-2016 y 371-IP-2021), el análisis debe partir de la correcta identificación del problema técnico objetivo, formulado a partir de las limitaciones reales del estado de la técnica más cercano, evitando cualquier razonamiento retrospectivo (*ex post facto*). Esta formulación resulta esencial para determinar si la solución reivindicada habría sido evidente para una persona versada en la materia a la fecha de presentación de la solicitud.

En el presente caso, a partir del análisis conjunto de los documentos D1 y D2, se advierte que el estado de la técnica presenta, de manera objetiva, las siguientes limitaciones técnicas relevantes:

(i) La ausencia de mecanismos de sellado en botellas sumergibles que garanticen una alta multiplicación de torque en un espacio compacto para vencer la presión hidrostática y asegurar la hermeticidad total;

(ii) La dependencia de sistemas de transmisión reversibles (como piñón y cremallera en D1) que pueden ceder ante fuerzas externas o vibraciones si no se mantiene la energía, careciendo de la propiedad de autobloqueo mecánico;

(iii) La problemática asociada a la alteración de la muestra en sistemas de succión remota (D2), donde el transporte desde la profundidad a la superficie modifica las condiciones de presión y temperatura del analito; y

(iv) La falta de arquitecturas integrales que combinen la electrónica de control, la motricidad sin escobillas y la transmisión de potencia sólida en la cabeza de la botella, permitiendo un despliegue autónomo y seguro sin umbilicales de bombeo.

Sobre esta base, el problema técnico objetivo que enfrenta la invención puede formularse de la siguiente manera:

¿Cómo desarrollar un sistema inteligente de sellado para botellas oceanográficas que garantice la captura hermética de muestras in situ mediante un mecanismo de alto torque e irreversible, que asegure la integridad de la muestra y la fiabilidad del cierre a grandes profundidades, superando las limitaciones de fuerza y reversibilidad de los mecanismos de cremallera y la alteración de muestras de los sistemas de bombeo?

Este problema técnico no se encuentra planteado ni resuelto en los documentos citados por la Oficina.

El documento D1 se orienta a un muestreador con cierre magnético impulsado por cremallera y piñón, un mecanismo diseñado para el desplazamiento lineal simple pero que no ofrece la ventaja mecánica de torque ni la irreversibilidad (autofrenado) del tornillo sinfín. D1 no resuelve el problema de garantizar un cierre de alta presión que no pueda ser abierto por fuerzas hidrodinámicas inversas, ni divulga la cadena cinemática específica para lograrlo.

Por su parte, el documento D2 se sitúa en un dominio técnico distinto, relativo al bombeo de agua hacia boyas superficiales. D2 no persigue la obtención de un sellado mecánico hermético en profundidad, sino la succión de fluidos. No aborda el problema del torque de cierre, ni la geometría de mecanismos para botellas sumergibles, pues su solución elimina la botella en favor de la manguera y la bomba.

Tal como lo ha señalado el Tribunal de Justicia de la Comunidad Andina, el problema técnico objetivo debe formularse a partir de las deficiencias del estado de la técnica más cercano, y no a partir de la solución reivindicada. En este caso, ni D1 ni D2 reconocen la necesidad de una transmisión de potencia basada en Sinfín-Corona-Husillo para lograr un sellado de máxima seguridad y fuerza en el punto de muestreo.

La solución reivindicada responde a este problema técnico mediante un conjunto funcional y sinérgico de características técnicas, que comprenden:

- (a) La integración de un motor sin escobillas para control preciso y bajo mantenimiento;
- (b) La transmisión mediante tornillo sinfín y engranaje tipo corona, que proporciona reducción de velocidad, aumento masivo de torque e irreversibilidad mecánica;
- (c) La conversión a movimiento lineal mediante husillo y tuerca con guías anti-rotación para el accionamiento suave del tapón; y (d) La disposición compacta de estos elementos en la cabeza de la botella protegidos por carcasas de materiales resistentes (PMMA/Aluminio).

El resultado técnico alcanzado, consistente en un dispositivo de muestreo capaz de sellar herméticamente bajo alta presión con seguridad mecánica pasiva (autobloqueo) y preservación total de la muestra, no se deriva de manera evidente del estado de la técnica citado.

En relación con una eventual combinación de D1 y D2, el Tribunal ha sido claro —en particular en la Interpretación Prejudicial 475-IP-2022— en señalar que la combinación de documentos solo es admisible cuando existe una motivación técnica clara, objetiva y directa.

En el presente caso, no existe motivación técnica razonable que conduzca a combinar:

- Un documento sobre muestreadores de cremallera magnética (D1), con
- Un documento sobre boyas de bombeo superficial (D2),

para arribar a una botella con transmisión por tornillo sinfín y husillo.

Por el contrario, cualquier combinación requeriría reconstruir artificialmente las enseñanzas de ambos documentos con conocimiento previo de la invención, lo cual constituye un razonamiento retrospectivo (*ex post facto*) expresamente proscrito. En consecuencia, la correcta formulación del problema técnico objetivo confirma que la solución reivindicada no resulta obvia para una persona versada en la materia y satisface plenamente el requisito de nivel inventivo, conforme al artículo 18 de la Decisión 486 de la Comunidad Andina.

7. Novedad y divulgación integral en el estado de la técnica

La valoración del requisito de novedad exige, conforme a la doctrina uniforme del Tribunal de Justicia de la Comunidad Andina, verificar si un único documento del estado de la técnica revela de manera directa, completa, suficiente y unitaria todos los elementos técnicos de la invención tal como han sido reivindicados. De acuerdo con el criterio reiterado, entre otras, en la Interpretación Prejudicial 237-IP-2017, la novedad solo se destruye cuando existe una coincidencia estructural y funcional plena entre la divulgación previa y la solución reclamada, sin recurrir a inferencias, combinaciones *ex post facto* ni reconstrucciones retrospectivas. Este estándar obliga a que el análisis se base exclusivamente en lo que el documento anterior enseña de forma explícita e inequívoca.

Aplicando dicho marco, el documento D1 (US 2020/0116599) citado por la Oficina no divulga ni anticipa la configuración mecánica integral del sistema de sellado reivindicado.

En particular, el documento D1 no describe ni sugiere una arquitectura de transmisión de potencia conformada por la interacción secuencial de un motor sin escobillas, un tornillo sinfín, un engranaje tipo corona y un husillo de desplazamiento. Si bien D1 se orienta a un muestreador automático, su solución técnica se basa explícitamente en un mecanismo de piñón y cremallera (*rack gear*) para mover un imán. D1 no divulga la cadena cinemática reivindicada de reducción de velocidad y aumento de torque (Sinfín-Corona), ni la conversión a movimiento lineal mediante husillo y tuerca, elementos determinantes para garantizar la fuerza de cierre y la irreversibilidad mecánica del dispositivo propuesto.

La simple existencia en el estado de la técnica de "motores" o "engranajes" de forma genérica no afecta la novedad, pues el artículo 16 de la Decisión 486 exige una divulgación íntegra de la solución técnica en su conjunto. No se encuentra en D1 una divulgación que reúna de manera conjunta y coordinada:

- Un motor sin escobillas (32) como fuente motriz específica;
- La transmisión mediante tornillo sinfín (33) acoplado a un engranaje tipo corona (34) para multiplicación de torque;
- La conversión de movimiento a través de un husillo (29) que gira a través de una tuerca (36);
y
- La restricción de rotación mediante guías (25) y deslizador (26) para generar el cierre lineal del tapón.

La arquitectura de cremallera deslizante de D1 es estructural y funcionalmente distinta a la arquitectura de tornillo de potencia (husillo) de la invención. D1 carece de los elementos de reducción y autobloqueo inherentes a la configuración reivindicada.

De conformidad con los criterios jurisprudenciales del Tribunal de Justicia de la Comunidad Andina y con el mandato del artículo 16 del Régimen Común sobre Propiedad Industrial, debe concluirse que el documento D1 no compromete la novedad de la presente solicitud. No existe identidad de invención, ya que D1 no revela, de manera directa, completa y unitaria, la cadena cinemática específica (Sinfín -> Corona -> Husillo) tal como ha sido reivindicada. En consecuencia, la invención mantiene plenamente su carácter novedoso frente a la única anterioridad citada para este requisito.

8. Improcedencia de inferencias técnicas como fundamento para negar la novedad

La evaluación del requisito de novedad debe realizarse conforme al estándar uniforme fijado por el Tribunal de Justicia de la Comunidad Andina, según el cual únicamente un documento del estado de la técnica que revele de manera expresa, directa, completa y suficiente la totalidad de las características técnicas de la invención puede comprometer su novedad. Tal criterio ha sido reiterado, entre otras, en la Interpretación Prejudicial 475-IP-2022, en la que el Tribunal enfatiza que el análisis comparativo debe ceñirse estrictamente al contenido técnico efectivamente divulgado en el documento anterior, sin admitir deducciones, reconstrucciones analíticas ni apreciaciones retrospectivas (*ex post facto*). En el mismo sentido, la Interpretación Prejudicial 237-IP-2017 advierte que la novedad no puede evaluarse a partir de configuraciones hipotéticas ni de suposiciones sobre cómo podría operar o combinarse el arte previo para aproximarlos artificialmente a la invención examinada.

Este estándar implica que la Oficina no puede completar, inferir ni extrapolar elementos mecánicos que un documento no divulga. Tampoco resulta admisible suplir lagunas mediante conocimientos generales para reconstruir cadenas cinemáticas o mecanismos de transmisión que no se encuentren descritos de forma explícita e inequívoca en el arte previo. La novedad exige una coincidencia plena y literal entre lo reivindicado y lo revelado.

Aplicado al presente caso, resulta evidente que el documento D1 (US 2020/0116599) no revela la configuración técnica integral del sistema de sellado reivindicado. Si bien D1 puede referirse de manera general a un "dispositivo de control" o a un "muestreador automático" con partes móviles, no divulga la combinación específica de un tornillo sinfín (33) actuando sobre un engranaje tipo corona (34) para impulsar un husillo (29). Estos elementos, que definen la relación de torque y la irreversibilidad del cierre, no se encuentran descritos de manera expresa ni inequívoca en D1, ni pueden derivarse de su contenido sin incurrir en una reconstrucción técnica retrospectiva.

Del mismo modo, D1 no enseña ni sugiere un diseño orientado a garantizar la multiplicación de fuerza mediante reducción por sinfín, limitándose explícitamente a un mecanismo de cremallera y piñón para el desplazamiento magnético. Cualquier intento de interpretar D1 como si incluyera implícitamente un mecanismo de tornillo de potencia o husillo implicaría atribuirle enseñanzas de ingeniería mecánica que no contiene, lo cual está expresamente proscrito por la jurisprudencia andina.

En consecuencia, cualquier intento de derivar desde D1 la configuración mecánica reivindicada (o de interpretar dicho documento de manera tal que se asuma una equivalencia funcional no descrita) constituiría una reconstrucción técnica inadmisibles, basada en inferencias *ex post facto*. Dado que el análisis de novedad debe limitarse estrictamente a lo efectivamente divulgado, y que el documento citado no revela de forma directa y completa la cadena cinemática de la solución reivindicada, la objeción de falta de novedad carece de sustento jurídico conforme al artículo 16 de la Decisión 486 y a la jurisprudencia reiterada del Tribunal de Justicia de la Comunidad Andina.

9. Irrelevancia de menciones genéricas o listas abiertas frente a una invención estructurada

En materia de novedad, el Tribunal de Justicia de la Comunidad Andina ha precisado que no basta con que un documento del estado de la técnica contenga referencias genéricas, enumeraciones amplias de posibles componentes o listas abiertas de variantes tecnológicas para destruir la novedad de una invención. El análisis debe centrarse en determinar si el documento previo divulga una configuración concreta, estructurada y funcionalmente equivalente a la que ha sido reivindicada. En la Interpretación Prejudicial 237-IP-2017, el Tribunal enfatizó que las menciones abstractas o

generales no afectan la novedad de una invención definida por una estructura técnica específica y por relaciones funcionales claramente establecidas entre sus componentes.

Aplicado al presente caso, el documento citado por la Oficina (D1) puede contener referencias generales a "unidades de conducción", "motores", "engranajes" o "mecanismos de transmisión", así como menciones amplias a distintos tipos de actuadores lineales. Sin embargo, tales referencias aparecen como categorías generales o, en el caso específico de su realización preferida, describen una configuración de cremallera y piñón, sin describir la arquitectura mecánica concreta que corresponde al sistema de transmisión de alto torque reivindicado en la presente solicitud.

En efecto, D1 no divulga una cadena cinemática conformada por la interacción secuencial de un tornillo sinfín y una corona, ni la combinación específica de estos con un husillo de desplazamiento y una tuerca deslizante restringida por guías anti-rotación. Las menciones genéricas a "engranajes de conducción" (driving gears) en D1 no se traducen en la enseñanza de una estructura organizada para la reducción de velocidad y el autobloqueo, en la que cada elemento cumple una función técnica específica dentro de un sistema integrado destinado al sellado hermético bajo alta presión hidrostática.

La presente solicitud reivindica una arquitectura mecánica definida y verificable, en la que se articulan de manera precisa:

- (a) Un motor sin escobillas seleccionado para control fino y durabilidad;
- (b) Una etapa de transmisión primaria mediante tornillo sinfín y engranaje tipo corona para maximizar el torque y garantizar la irreversibilidad;
- (c) Una etapa de conversión de movimiento mediante husillo y tuerca; y (
- d) Un sistema de guiado lineal (deslizador y guías) que asegura que el torque se convierta en fuerza de cierre vertical pura sobre el tapón.

Esta configuración técnica no se desprende de ninguna lista abierta, mención genérica o catálogo de alternativas contenido en D1. El hecho de que el estado de la técnica mencione, de forma aislada, conceptos como "motor eléctrico", "engranaje" o "movimiento lineal" no equivale a divulgar la disposición concreta, la relación de transmisión ni la integración funcional que caracterizan al mecanismo de sellado reivindicado.

Conforme al artículo 16 de la Decisión 486, la novedad únicamente se pierde cuando la estructura reivindicada se encuentra clara y completamente revelada en un único documento previo, con identidad tanto estructural como funcional. Dicha identidad no puede construirse a partir de menciones genéricas o referencias conceptuales a "piezas móviles", que no describen la disposición concreta de los componentes (sinfín-corona-husillo) ni el flujo de fuerzas que los articula.

10. Nivel inventivo del proceso

El señor Examinador podría sostener (o sostiene en relación con las reivindicaciones dependientes) que las características técnicas definidas en la invención podrían derivarse de manera evidente a partir de una combinación de las enseñanzas de los documentos D1 (US 2020/0116599) y D2 (US 2011/0009019). Con el debido respeto, dicha conclusión no resulta jurídicamente ni técnicamente

sostenible, en la medida en que parte de una formulación incorrecta del problema técnico objetivo, presume una motivación técnica inexistente y se apoya en una reconstrucción retrospectiva (*ex post facto*) del estado de la técnica, expresamente prohibida por la jurisprudencia comunitaria.

De conformidad con la doctrina reiterada del Tribunal de Justicia de la Comunidad Andina, en particular la Interpretación Prejudicial 141-IP-2014, el análisis del nivel inventivo exige determinar si la solución reivindicada habría resultado evidente para una persona versada en la materia, partiendo del estado de la técnica más cercano, sin conocimiento previo de la invención y sin razonamientos retrospectivos. En el presente caso, tales condiciones no se cumplen.

10.1. Estado de la técnica más cercano y diferencias reales

Se identifica correctamente a D1 como el estado de la técnica más cercano, dado que divulga un dispositivo muestreador sumergible con un cuerpo y un mecanismo de accionamiento. No obstante, se debe reconocer que D1 no divulga que el mecanismo de transmisión de potencia esté conformado por una cadena cinemática de tornillo sinfín, engranaje tipo corona, husillo y tuerca, característica que constituye la diferencia técnica esencial frente a la invención reivindicada.

Esta diferencia no es meramente formal ni arbitraria, sino que responde a un problema técnico concreto no abordado por D1 (que utiliza cremallera y piñón), a saber: cómo lograr una multiplicación masiva de torque y una irreversibilidad mecánica (autobloqueo) en un espacio reducido, para garantizar que el sellado de la botella no ceda ante la presión hidrostática o vibraciones, mejorando la seguridad operativa respecto a los mecanismos reversibles.

10.2. Error en la formulación del problema técnico objetivo

Cualquier formulación que plantee el problema como simplemente "¿Cómo modificar el motor de D1 con el fin de proporcionar otro mecanismo alternativo?" sería jurídicamente incorrecta conforme a la doctrina del Tribunal, ya que no refleja una limitación técnica objetiva del estado de la técnica, sino que se construye a partir de la solución misma.

Tal como lo ha precisado el Tribunal en la Interpretación Prejudicial 371-IP-2021, el problema técnico objetivo no puede formularse como una invitación a modificar o variar lo conocido, sino que debe derivarse de una deficiencia técnica concreta del arte previo. En este caso, D1 no resuelve ni identifica el problema de la falta de autobloqueo de los sistemas de cremallera, ni la necesidad de maximizar la fuerza de cierre sin aumentar el tamaño del motor.

El problema técnico objetivo correctamente formulado es, por tanto:

¿Cómo dotar a una botella oceanográfica de un sistema de accionamiento que garantice un sellado de alto torque e irreversible (seguro ante fallos de energía), superando las limitaciones de fuerza y reversibilidad de los mecanismos de cremallera conocidos?

Este problema no está planteado ni resuelto en D1 (que usa cremallera), ni tampoco en D2 (que usa bombas).

10.3. Inexistencia de motivación técnica para combinar D1 y D2

La suposición de que la persona versada en la materia estaría motivada a combinar las enseñanzas de D1 y D2 para llegar a la invención carece de sustento técnico objetivo.

El documento D2 se inscribe en un campo técnico distinto dentro del muestreo: el de las boyas de superficie con sistemas de bombeo (succión). Su finalidad es transportar agua mediante mangueras y bombas (neumáticas/hidrostáticas), una tecnología completamente ajena a la problemática de transmisión de potencia mecánica por engranajes en botellas sumergibles. En D2, no hay motores moviendo tapones, sino bombas moviendo fluidos.

Tal como ha señalado el Tribunal en la Interpretación Prejudicial 475-IP-2022, la combinación de documentos del estado de la técnica solo es admisible cuando existe una motivación técnica clara, objetiva y verificable. En el presente caso:

- D1 se orienta a muestreadores con cierre mecánico por cremallera.
- D2 se orienta a muestreo por succión remota hacia boyas.

No existe en D1 indicación alguna que lleve al experto a buscar soluciones de sellado en el campo de las boyas de bombeo (D2), ni en D2 enseñanza alguna sobre engranajes (sinfín-corona) que sugiera su aplicabilidad para mejorar el cierre de D1. La supuesta motivación para crear un sistema de "husillo y sinfín" combinando "una cremallera" con "una bomba" es técnicamente inexistente. La combinación solo surge con conocimiento previo de la invención, lo cual constituye un razonamiento *ex post facto* inadmisibles.

10.4. Carácter no evidente del efecto técnico alcanzado

La invención reivindicada no se limita a sustituir piezas conocidas, sino que introduce una secuencia cinemática específica y funcionalmente integrada, en la que:

(a) Un motor sin escobillas inicia el movimiento controlado; (b) Un tornillo sinfín transmite el movimiento a una corona, generando una alta reducción de velocidad y autobloqueo (irreversibilidad); y (c) Un husillo convierte este torque rotacional en una fuerza lineal masiva sobre el tapón mediante una tuerca guiada.

Esta combinación genera un efecto técnico no previsible a partir del estado de la técnica: un dispositivo de sellado que, a diferencia de D1, no puede abrirse accidentalmente por fuerzas externas (debido al sinfín) y que aplica una presión de cierre superior a la de una cremallera directa. Este efecto de seguridad y potencia no se deriva ni de D1 ni de D2 considerados aisladamente, ni de su combinación sin conocimiento previo de la invención.

Conforme a la Interpretación Prejudicial 141-IP-2014, el nivel inventivo se configura cuando la invención establece una relación funcional nueva entre elementos conocidos, produciendo un resultado técnico que no era evidente para el experto. Ese es exactamente el caso de la presente solicitud con su sistema de transmisión específico.

11. Incompatibilidad funcional y de propósito entre D1 y D2

Uno de los elementos determinantes para descartar la combinación de los documentos D1 y D2 como fundamento para cuestionar el nivel inventivo de la presente solicitud radica en la divergencia sustancial de propósito técnico, enfoque metodológico y lógica funcional que caracteriza a cada uno de dichos antecedentes, aun cuando ambos se relacionen de manera amplia con dispositivos de muestreo de agua.

En efecto, el documento D1 (US 2020/0116599) se orienta específicamente al diseño mecánico de muestreadores sumergibles autónomos, describiendo un mecanismo de cierre accionado por un motor que mueve una cremallera (*rack gear*) para desplazar un imán. El enfoque de D1 es fundamentalmente electromecánico y de transmisión directa, centrado en cómo convertir la rotación de un motor en un desplazamiento lineal simple mediante un piñón. Sin embargo, D1 no aborda el problema de la irreversibilidad mecánica ante fallos de energía (pues la cremallera es reversible), no identifica la necesidad de multiplicar masivamente el torque en espacios reducidos mediante tornillos sinfín, ni propone arquitecturas de transmisión que garanticen la seguridad del sellado bajo alta presión hidrostática sin consumo continuo de energía.

Por su parte, el documento D2 (US 2011/0009019) corresponde a un sistema de muestreo remoto por succión, enfocado en el uso de boyas de superficie conectadas por mangueras a la profundidad objetivo, utilizando bombas (neumáticas o hidrostáticas) para ascender el fluido. El propósito técnico de D2 es fluídico y logístico, orientado a la recolección centralizada de muestras en superficie sin necesidad de sumergir botellas individuales con mecanismos de cierre complejos. D2 no describe sistemas de transmisión mecánica de potencia, no contempla el uso de engranajes ni motores de cierre *in situ*, ni evalúa problemas de torque o sellado hermético bajo presión, pues su principio de funcionamiento (bombeo) elimina la necesidad del tapón mecánico sumergido.

Así, aunque ambos documentos se inscriben de manera general en el ámbito de la instrumentación oceanográfica, responden a paradigmas técnicos radicalmente distintos e incompatibles:

- D1 se orienta al cierre mecánico de botellas mediante cremallera y piñón (transmisión reversible de bajo torque relativo).
- D2 se orienta al transporte de fluidos mediante bombas y mangueras (succión remota), eliminando la botella sumergible.

Desde esta perspectiva, la combinación de sus enseñanzas exigiría trasladar principios de bombeo fluídico (D2) a un contexto de transmisión mecánica de potencia por engranajes (D1), sin que exista en ninguno de los documentos una sugerencia explícita o implícita que justifique dicho traslado. No es técnicamente lógico intentar mejorar un mecanismo de cierre de botella (D1) consultando un documento que enseña cómo eliminar la botella usando una bomba (D2). Tal operación no se desprende de manera natural del estado de la técnica, y solo puede concebirse con conocimiento previo de la invención.

Tal como lo ha señalado el Tribunal de Justicia de la Comunidad Andina en la Interpretación Prejudicial 589-IP-2016, no puede considerarse evidente una invención cuando los documentos que se pretenden combinar no responden al mismo problema técnico ni persiguen una finalidad coincidente, dado que en tal escenario no existe una motivación técnica objetiva que conduzca al experto en la materia a integrar sus enseñanzas.

Asimismo, conforme a lo precisado en la Interpretación Prejudicial 371-IP-2021, el análisis de nivel inventivo debe partir del estado de la técnica más cercano y de sus deficiencias reales. En el presente caso, D1 no reconoce el problema de la falta de autobloqueo de su mecanismo de cremallera, y D2 no reconoce problema alguno relacionado con el torque de cierre mecánico. Ninguno de los documentos identifica la necesidad de implementar una cadena cinemática de Sinfín-Corona-Husillo para resolver un problema de seguridad y fuerza en profundidad.

Desde el punto de vista de una persona versada en la materia, no existiría motivación técnica razonable para combinar:

- (i) Un documento orientado al cierre magnético por cremallera (D1), con
- (ii) Un documento orientado al bombeo de agua hacia boyas (D2), para arribar a un sistema de sellado mecánico de alto torque por tornillo sinfín como el reivindicado.

Como ha reiterado el Tribunal en las Interpretaciones Prejudiciales 141-IP-2014 y 475-IP-2022, toda combinación de documentos que solo resulta posible a partir del conocimiento previo de la invención constituye un razonamiento retrospectivo (*ex post facto*), incompatible con el examen objetivo del nivel inventivo exigido por el artículo 18 de la Decisión 486 de la Comunidad Andina.

En consecuencia, la incompatibilidad funcional y de propósito entre D1 y D2 impide considerarlos combinables de manera legítima para cuestionar el nivel inventivo de la presente solicitud. No resulta jurídicamente ni técnicamente válido suponer que una persona versada en la materia, enfrentada al problema técnico efectivamente resuelto por la invención (garantizar un sellado irreversible y de alta fuerza *in situ*), encontraría en D1 y D2 enseñanzas convergentes que la condujeran de manera evidente a la solución reivindicada.

12. Ausencia de motivación técnica para combinar las enseñanzas de D1 y D2

Más allá de la incompatibilidad funcional y de propósito previamente expuesta entre los documentos D1 y D2, resulta igualmente determinante destacar la ausencia total de motivación técnica objetiva que pudiera conducir a una persona versada en la materia a combinar sus enseñanzas para arribar al sistema de sellado inteligente reivindicado en la presente solicitud.

De conformidad con los criterios desarrollados por el Tribunal de Justicia de la Comunidad Andina, en particular en la Interpretación Prejudicial 141-IP-2014, el examen del nivel inventivo no se limita a verificar si elementos aislados de la invención pueden encontrarse dispersos en el estado de la técnica, sino que exige determinar si el experto en la materia habría contado con una razón técnica clara, previa y funcional para integrar tales elementos con el fin de resolver un mismo problema técnico. Dicha motivación no puede construirse *a posteriori*, sino que debe desprenderse directamente del contenido, finalidad y lógica interna de los documentos citados.

En el presente caso, ni D1 ni D2 identifican, reconocen o plantean el problema técnico efectivamente resuelto por la invención, esto es, la necesidad de obtener un sistema de sellado con multiplicación masiva de torque e irreversibilidad mecánica (autobloqueo), que garantice la hermeticidad de la

muestra a grandes profundidades sin depender de la energía del motor para mantener la posición cerrada.

El documento D1 (US 2020/0116599) se limita al diseño de un muestreador con cierre magnético accionado por cremallera y piñón, abordando la conversión de movimiento rotacional a lineal de forma directa, pero sin analizar ni problematizar la falta de fuerza de retención pasiva de la cremallera ante la presión hidrostática, ni la necesidad de reducir la velocidad y aumentar el torque mediante tornillos sinfín. En consecuencia, D1 no ofrece indicio alguno que motive al experto a buscar soluciones de transmisión de potencia más complejas, ni mucho menos a buscar en documentos de boyas superficiales (como D2) una solución a un problema mecánico de engranajes.

Por su parte, el documento D2 (US 2011/0009019), describe un sistema de boyas con bombas de succión para traer el agua a la superficie. D2 no se inscribe en el campo de la mecánica de precisión para cierre de botellas sumergibles, no aborda problemas de transmisión de torque, no analiza cadenas cinemáticas de engranajes, y no sugiere en modo alguno que sus bombas o válvulas puedan aportar una enseñanza para mejorar el mecanismo de cierre de un dispositivo como el de D1. Tal como lo ha precisado el Tribunal en la Interpretación Prejudicial 589-IP-2016, los documentos orientados a finalidades técnicas distintas (transporte de fluidos vs. cierre mecánico) no constituyen una base técnica suficiente para derivar de manera evidente una solución específica.

Desde esta perspectiva, no existe una relación lógica, funcional ni teleológica entre las enseñanzas de D1 y D2 que permita al experto en la materia inferir que su combinación conduciría al dispositivo reivindicado. Como ha señalado el Tribunal en la Interpretación Prejudicial 371-IP-2021, la combinación de documentos solo es legítima cuando ambos responden al mismo problema técnico. Ninguna de estas circunstancias se presenta en el caso analizado, donde uno busca cerrar una botella y el otro busca eliminarla usando una manguera.

Por el contrario, una eventual combinación de D1 y D2 exigiría asumir, sin fundamento técnico previo, que la tecnología de bombeo superficial (D2) sugiere de alguna manera el uso de un tornillo sinfín y una corona (elementos no presentes en D2) para modificar la cremallera de D1. Esta suposición es técnicamente incoherente y solo sería concebible a partir del conocimiento previo de la invención. Tal como lo ha reiterado el Tribunal de Justicia de la Comunidad Andina en la Interpretación Prejudicial 475-IP-2022, toda combinación que requiera reconstruir el estado de la técnica utilizando la invención como guía constituye un razonamiento retrospectivo (*ex post facto*), incompatible con el análisis objetivo del nivel inventivo exigido por el artículo 18 de la Decisión 486.

Así, la ausencia de motivación técnica razonable para combinar las enseñanzas de D1 y D2 confirma que la solución reivindicada no se deriva de manera evidente del estado de la técnica, careciendo la persona versada en la materia de una expectativa razonable de éxito para arribar a la transmisión por sinfín-corona propuesta. Por tanto, la presente invención cumple plenamente con el requisito de nivel inventivo.

13. Ausencia de características triviales o evidentes en la configuración técnica reivindicada

En relación con el requisito de nivel inventivo previsto en el artículo 18 de la Decisión 486 de la Comunidad Andina, resulta necesario precisar que la invención reivindicada no incorpora

características triviales, rutinarias ni derivables de manera directa del estado de la técnica, ni consideradas de forma aislada ni mediante una hipotética combinación de documentos previos como D1 y D2.

La memoria descriptiva pone de manifiesto una configuración electromecánica compleja e integrada, estructurada como un sistema de sellado autónomo, en el que la selección del motor, la relación de transmisión de los engranajes y la conversión de movimiento cooperan funcionalmente para resolver un problema técnico específico no abordado previamente en el estado de la técnica: obtener un cierre de alto torque con autobloqueo mecánico (irreversibilidad), capaz de mantener la hermeticidad de la muestra sin consumo energético continuo y resistir la presión hidrostática externa.

En particular, la invención reivindicada articula de manera sinérgica y no trivial:

- (a) La integración de un motor sin escobillas para control de precisión en un entorno confinado;
- (b) La implementación de una transmisión primaria mediante tornillo sinfín y engranaje tipo corona, asignando a este conjunto la función técnica de multiplicar el torque y garantizar la irreversibilidad del movimiento (freno pasivo);
- (c) La conversión secundaria de movimiento mediante un husillo de desplazamiento acoplado a la corona;
- (d) La actuación lineal pura a través de una tuerca deslizante restringida por guías anti-rotación; y
- (e) La disposición compacta de estos elementos para lograr un sellado hermético in situ con seguridad mecánica pasiva.

Cada uno de estos elementos, considerado de manera aislada (un motor, un tornillo, una tuerca), podría corresponder a componentes mecánicos conocidos en contextos distintos; sin embargo, su integración funcional específica dentro de la cabeza de una botella oceanográfica para sustituir los mecanismos tradicionales (como el resorte simple o la cremallera de D1) no se desprende de manera evidente del estado de la técnica. Tal como lo ha precisado el Tribunal de Justicia de la Comunidad Andina en la Interpretación Prejudicial 141-IP-2014, el nivel inventivo no se excluye por el hecho de que ciertos elementos individuales sean conocidos, cuando su combinación produce una solución técnica que no era previsible para la persona versada en la materia.

La no trivialidad de la invención se refuerza por el hecho de que la configuración reivindicada no se limita a una modificación superficial o a una simple sustitución de materiales, sino que introduce una secuencia cinemática específica, cuyo efecto conjunto es dotar al dispositivo de la capacidad de autobloqueo mecánico, efecto que no se encuentra anticipado ni sugerido en D1 (que emplea una cremallera reversible), ni en D2 (que emplea bombas fluídicas).

Como ha reiterado el Tribunal en la Interpretación Prejudicial 371-IP-2021, una configuración técnica no puede considerarse evidente cuando introduce una relación funcional distinta entre elementos conocidos, produciendo un efecto técnico cualitativamente diferente al esperado. En el presente caso, la relación funcional entre el sinfín y la corona para bloquear la apertura accidental excede claramente una aplicación rutinaria de mecanismos de transmisión.

Asimismo, conforme a la Interpretación Prejudicial 589-IP-2016, no puede calificarse como obvia una solución que exige decisiones técnicas específicas sobre cómo convertir rotación en traslación con alta fuerza en un volumen cilíndrico reducido. La configuración reivindicada no surge de una

optimización incremental de D1 (poner una cremallera más grande) o D2, sino de una concepción técnica distinta, orientada a la seguridad mecánica y la eficiencia de torque.

En definitiva, el valor inventivo de la presente invención radica en la organización funcional novedosa de la cadena cinemática (Sinfín -> Corona -> Husillo), que produce un efecto técnico no anticipable: un sellado de seguridad irreversible y de alta presión, superior a los mecanismos de cremallera o succión del arte previo. Dicha configuración no resulta evidente para una persona versada en la materia y satisface plenamente el requisito de nivel inventivo, conforme al artículo 18 de la Decisión 486 de la Comunidad Andina.

14. Efecto técnico distinto y no previsible

Finalmente, la combinación de características técnicas que conforman la presente invención produce un efecto técnico distinto y no previsible para una persona versada en la materia. La invención no consiste en la mera yuxtaposición de componentes mecánicos conocidos, sino en la articulación funcional de una cadena cinemática específica, en la que la selección del motor, la relación de reducción sinfín-corona y la conversión por husillo cooperan para resolver un problema técnico de seguridad y eficiencia que no estaba resuelto en el estado de la técnica.

En particular, la invención logra de manera conjunta:

- a) Irreversibilidad Mecánica (Autobloqueo): Gracias a la interacción entre el tornillo sinfín y la corona, el sistema genera un frenado pasivo natural. Esto significa que la presión hidrostática externa o las vibraciones no pueden "empujar" el tapón hacia atrás para abrir la botella, incluso si el motor pierde energía. Este efecto de seguridad pasiva es inexistente en los mecanismos de cremallera (D1), que son inherentemente reversibles.
- b) Multiplicación Masiva de Torque en Volumen Compacto: La configuración reivindicada permite aplicar una fuerza de sellado sobre el tapón muy superior a la capacidad nominal del motor, gracias a la alta relación de reducción del sinfín. Esto garantiza la hermeticidad a grandes profundidades sin necesidad de motores voluminosos o pesados, superando las limitaciones de fuerza de los sistemas de transmisión directa.
- c) Eficiencia Energética Operativa: Al poseer autobloqueo mecánico, el sistema no requiere consumo de corriente para mantener la botella cerrada ("holding torque"). Una vez sellada, el motor se apaga y el mecanismo mantiene la posición indefinidamente. Esto contrasta con sistemas reversibles que podrían requerir frenos electromagnéticos o consumo residual para evitar la apertura accidental.
- d) Integridad de Muestra In Situ: Al garantizar un sellado mecánico de alta presión en el punto de toma, se preservan las condiciones isobáricas y químicas de la muestra, superando las limitaciones de degasificación y contaminación asociadas a los sistemas de succión por mangueras y bombas de D2.

Estos efectos técnicos no pueden deducirse de manera directa ni evidente a partir de las enseñanzas individuales de los documentos citados por la Oficina. En efecto:

- El documento D1 describe un mecanismo de cremallera y piñón, el cual es reversible y ofrece una ventaja mecánica lineal limitada, sin reconocer el problema de la seguridad pasiva ante fallos de energía.

- El documento D2 describe sistemas de bombeo, eliminando el concepto de sellado mecánico *in situ* y, por tanto, sin sugerir mecanismos de transmisión de potencia.

Ninguno de estos documentos sugiere que la combinación funcional de:

1. Un motor sin escobillas,
2. Una transmisión por tornillo sinfín y corona, y
3. Una actuación lineal por husillo y tuerca,

pueda conducir a un dispositivo de muestreo con seguridad de cierre pasiva y alta capacidad de carga, ni mucho menos que dicha combinación produzca un efecto técnico sinérgico distinto al esperado de la simple suma de sus componentes.

Los resultados alcanzados por la presente invención constituyen, por tanto, un efecto técnico inesperado de fiabilidad mecánica, derivado de la interacción cooperativa entre la reducción de velocidad y la conversión de movimiento. El dispositivo reivindicado supera claramente el rendimiento previsible de los muestreadores conocidos, introduciendo una solución técnica cualitativamente superior en términos de seguridad operativa.

De conformidad con la doctrina reiterada del Tribunal de Justicia de la Comunidad Andina, en particular en las Interpretaciones Prejudiciales 141-IP-2014 y 371-IP-2021, existe nivel inventivo cuando la combinación de elementos conocidos produce un efecto técnico distinto y no anticipable para una persona versada en la materia. En el presente caso, la invención satisface plenamente dicho criterio, pues no representa una simple variación del estado de la técnica, sino una solución técnica robusta que redefine la seguridad del sellado en la exploración oceanográfica profunda.

15. Conclusión

A la luz de los argumentos técnicos y jurídicos desarrollados a lo largo del presente escrito, y conforme a los criterios interpretativos reiteradamente establecidos por el Tribunal de Justicia de la Comunidad Andina en la aplicación de los artículos 16 y 18 de la Decisión 486 de 2000, se concluye que la invención reivindicada en la solicitud NC2022/0006616 cumple plenamente con los requisitos sustantivos de patentabilidad exigidos por la normativa comunitaria andina.

En relación con el requisito de novedad, se ha demostrado de manera clara, suficiente y técnicamente fundamentada que ninguno de los documentos citados por la Oficina, considerados de forma individual, revela de manera directa, completa, inequívoca y unitaria la configuración técnica del sistema de sellado mecánico reivindicado, ni la combinación funcional de componentes que lo definen. En particular, el estado de la técnica (específicamente D1) no divulga un dispositivo que integre simultáneamente:

- (a) Un cuerpo hidrodinámico autónomo con electrónica y motricidad integradas en la tapa superior;
- (b) Un motor sin escobillas como fuente de potencia primaria;
- (c) Una transmisión mediante tornillo sinfín y engranaje tipo corona para la reducción de velocidad y multiplicación de torque;

(d) La conversión a movimiento lineal mediante un husillo de desplazamiento y una tuerca deslizante; y

(e) Un sistema de guías anti-rotación que asegure el descenso vertical del tapón para un sellado hermético.

En consecuencia, no se configura anticipación alguna en los términos exigidos por el artículo 16 de la Decisión 486, dado que la arquitectura de cremallera y piñón de D1 es estructuralmente distinta a la cadena cinemática reivindicada.

Asimismo, en lo que respecta al requisito de nivel inventivo, se ha acreditado que la solución técnica reivindicada no resulta evidente para una persona versada en la materia, ni a partir del documento D1, ni del documento D2, ni mediante una eventual combinación de ambos. Dichos documentos responden a enfoques técnicos incompatibles (transmisión reversible vs. bombeo fluídico), sin que exista una motivación técnica objetiva y razonable que conduzca al experto a integrar sus enseñanzas para arribar a la configuración reivindicada.

En particular, mientras D1 se limita a describir un mecanismo de cremallera y piñón (reversible) sin abordar el problema de la seguridad pasiva (autobloqueo) ante fallos de energía o presión externa, D2 se orienta a la succión remota mediante bombas y mangueras, eliminando el concepto de botella de cierre mecánico y, por tanto, sin aportar enseñanza alguna sobre transmisión de torque o engranajes. La combinación de ambos documentos solo sería posible mediante un razonamiento retrospectivo (*ex post facto*), expresamente proscrito por la jurisprudencia comunitaria.

La invención reivindicada introduce una configuración técnica no trivial, en la que la selección del tornillo sinfín, la corona y el husillo cooperan funcionalmente para producir un efecto técnico distinto y no previsible, consistente en un sellado irreversible (con freno mecánico natural) y de alto torque en volumen compacto, con una mejora sustancial en la seguridad operativa y la eficiencia energética respecto a los sistemas del arte previo. Este efecto técnico no se desprende de manera evidente del estado de la técnica citado.

De conformidad con la doctrina reiterada del Tribunal de Justicia de la Comunidad Andina, en particular en las Interpretaciones Prejudiciales 141-IP-2014 y 371-IP-2021, existe nivel inventivo cuando la combinación de elementos conocidos produce un resultado técnico cualitativamente distinto y no anticipable para la persona versada en la materia, condición que se cumple plenamente en el presente caso al lograr la irreversibilidad mecánica del cierre.

La invención objeto del expediente NC2022/0006616 constituye, además, una solución técnica concreta, reproducible y técnicamente verificable, aplicable al desarrollo de instrumentación oceanográfica de alta fiabilidad, superando las limitaciones de los muestreadores conocidos en cuanto a reversibilidad accidental y alteración de muestras por bombeo.

En virtud de todo lo anterior, se solicita respetuosamente que la Superintendencia de Industria y Comercio tenga por debidamente atendidas las observaciones formuladas en el requerimiento de fondo y, en consecuencia, continúe el trámite hacia la concesión de la patente solicitada, al verificarse el cumplimiento de los requisitos de novedad y nivel inventivo exigidos por la Decisión 486 de la Comunidad Andina.

Atentamente,



Fredy S. Merino

C.C. 1043177293

T.P. 268742 del C.S. de la J.

Anexos: pliego reivindicatorio y capítulo descriptivo modificados.

SISTEMA INTELIGENTE DE SELLADO EN BOTELLAS OCEANOGRÁFICAS QUE GARANTIZA EL MUESTREO DEL AGUA A PROFUNDIDADES DESEADAS

CAMPO DE LA INVENCION

5

La presente invención se relaciona con dispositivos para el muestreo de agua oceánica a profundidades deseadas.

DESCRIPCION DEL ESTADO DE LA TECNICA

10

La toma de muestras de agua a diversas profundidades es una necesidad de investigación que se utiliza para poder determinar las características físico-químicas del agua y su composición. Las características típicas que debe tener una botella de muestreo de aguas a profundidades se basan primordialmente en la capacidad de
15 toma de muestras de agua para su posterior análisis en laboratorio, pero en los últimos años, se ha adicionado la medición de parámetros como la temperatura, presión, profundidad, oxígeno disuelto entre otros a partir del uso de sensores.

20

El primer prototipo funcional de una botella de muestreo oceanográfica del agua se debe al científico Fiddjof Nansen, cuyo modelo fue posteriormente mejorado por el inventor Shale Niskin. La botella de Niskin realiza las mediciones de temperatura y presión de forma análoga empleando termómetros de mercurio. La profundidad se mide de forma mecánica a través del cálculo de la longitud de un cabo o cuerda utilizados para lograr el descenso del equipo (botella oceanográfica convencional) y
25 del uso de clinómetros para estimar el ángulo de inclinación del cabo, a través del cual, adicionalmente, se activa el dispositivo de cierre de la muestra de agua cuando se alcanza la profundidad deseada, mediante un mecanismo mensajero o testigo desde la superficie, que usualmente es una pieza metálica, generalmente de bronce para evitar la corrosión de la pieza, la cual tiene un orificio central ubicado de manera transversal que permite su deslizamiento a través de la cuerda o cabo que sostiene
30 la botella en la columna de agua.

35

Este dispositivo presenta sin embargo diversas desventajas técnicas entre las que se encuentran la falta de hermeticidad de la muestra, la imprecisión en el cálculo de la profundidad de inmersión y la incertidumbre respecto de la captura efectiva de la muestra.

40

Lo anterior ocurre ya que, dependiendo de las condiciones ambientales, particularmente las corrientes del medio acuático, en el momento de la toma de la muestra, se puede afectar la velocidad de descenso del testigo, lo cual puede impedir o retrasar la activación del mecanismo de cierre de las botellas y por ende la captura de la muestra de agua, por lo cual no se logra una precisión respecto del momento

botellas recolectoras se abren y se cierran después de que el agua de mar entre en las botellas recolectoras. Sin embargo, no garantiza un cierre hermético ya que se sigue utilizando un elemento elástico que cierran el o los cilindros de toma de muestras. Así mismo, no permite que el muestreo se realice en respuesta a situaciones fortuitas, como por ejemplo cambios abruptos de temperatura que pudiera llegar a ser un indicador de algún cambio en la columna de agua que requieren la toma de muestras en momentos específicos de la exploración. Siendo esto así, se limita a que las tomas de muestras de agua sean predeterminadas a unas profundidades establecidas.

Por otro lado, el documento WO11017734 divulga un dispositivo muestreador de fluidos sumergible que dispone un mecanismo a lo largo de la rejilla para recoger selectiva y secuencialmente una muestra de agua en varias estaciones. Por lo general, se monta un recipiente de recogida de muestras en cada estación y el mecanismo funciona para cerrar cada recipiente de muestra a lo largo de la gradilla. La invención es una plataforma robótica equipada con el muestreador de fluidos, en donde un muestreador de agua se instala fácilmente en vehículos submarinos autónomos (AUV) y vehículos submarinos operados a distancia (ROV), así como en estaciones submarinas fijas, de modo que el cierre de los recipientes de muestra se activa en función de la ubicación (latitud, longitud y profundidad) y los sensores ambientales o bajo control desde la plataforma. No obstante, este desarrollo, a pesar de presentar mecanismos complejos que pueden resultar de alto costo, no provee una disposición hermética e hidrodinámica que facilite la toma de muestras y no garantiza un cierre hermético y controlado mecánicamente que garantice la integridad de la muestra y la precisión y certeza del momento de la captura de la muestra.

El documento WO18104414 por su parte describe un dispositivo submarino para recolectar muestras, que comprende un cuerpo sellado que comprende una pluralidad de depósitos de muestreo capaces de contener una muestra, conectados fluidamente a una entrada de llenado por conexión fluídica, una pluralidad de válvulas de apertura capaces de abrir y cerrar la conexión fluídica entre la cápsula de muestreo y la entrada de llenado, un microcontrolador programable situado dentro de la cavidad sellada y capaz de controlar las válvulas de apertura, y un tubo de muestreo equipado con un colector, estando cada entrada de llenado conectada fluidamente al tubo de muestreo. Empero este dispositivo no cuenta con una comunicación en tiempo real con un operador en superficie y que le permita accionar el cierre de las botellas de forma espontánea por parte de un operador, lo que limita la toma de las muestras a profundidades previamente establecidas, y adicionalmente cuenta con un conjunto de válvulas y microcontroladores que resultan técnicamente complejos, lo que introduce un mayores requerimientos de mantenimiento y costo, sin que esto confluya en una mayor precisión y eficiencia en la captura de la muestra.

Por último, el documento WO17202140 describe un dispositivo de muestreo que consiste en un cilindro con pistón, el cual se retrae por acción del movimiento de un vástago. El vástago está unido por medio de un cable a un mecanismo de accionamiento el cual se encarga de halarlo. Los cilindros de muestreo tienen la peculiaridad de ser herméticos y sellados, por cuanto el agua solo ingresa cuando se activa el movimiento del pistón. El cual, al ser impulsado por cables, se mueve en solo sentido, ya dichos cables estos solo pueden estar en tensión, lo que se traduce en que una vez se captura el agua no se podrá desalojar la misma. Este dispositivo presenta, debido a la disposición de un pistón, dificultades para la toma muestras de volúmenes grandes, en adición a alta complejidad y elevados costos de fabricación y mantenimiento.

Por lo tanto, el estado de la técnica no divulga en primera instancia un dispositivo que garantice la toma de muestras de agua a profundidades deseadas, de manera que la muestra se conserve hermética en rangos elevados de presión y de modo que el mecanismo de cierre pueda ser accionado para la toma de diferentes muestras de agua, de forma electromecánica tanto predeterminada como y circunstancialmente, respondiendo al interés del operador o investigador y a los cambios de los parámetros físico químicos del agua que rodea el dispositivo mientras baja por la columna de agua.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LA INVENCION

La invención refiere un sistema inteligente de sellado en botellas oceanográficas que supera las desventajas técnicas de los mecanismos anteriores, tales como la botella Niskin y la roseta oceanográfica e incorpora unos mecanismos de cierre automatizados y motorizados capaces de funcionar inmersos en agua, con un rango de operación entre los 0 metros y los 100 metros de profundidad, pero con capacidad de funcionar hasta una profundidad teórica de 300 metros; que garantizan la toma de muestras en una columna de agua a profundidades deseadas a través del cierre de un dispositivo colector, que pueden ser activados de acuerdo a comandos preprogramados con la profundidad deseada, o comandos enviados en tiempo real de acuerdo a la necesidad de la investigación, de modo que se pueda controlar el cierre efectivo de la botella en el momento de muestreo deseado.

Para lo anterior el mecanismo de sellado o cierre de compartimientos de la invención incorpora un sistema integrado de electrónica que responde, bien sea a una metodología de campo que indique la toma de muestras a diferentes profundidades previamente establecidas (40 m, 100 m, 150 m por ejemplo) y esa información, previamente cargada en el programa o software controlador, active un mecanismo de cierre de tapas, en respuesta a la información obtenida en campo a partir de un sensor de profundidad; o, en donde la captura de la muestra de agua se realice

(profundidad) de la captura de la muestra, ni una certeza de que la captura tuvo lugar hasta que la botella se vuelve a subir a la embarcación, momento en el cual se hace necesario reiniciar el procedimiento.

5 Por otro lado, estas botellas también presentan desventajas relacionadas a la falta de hermeticidad de los medios de sellado, haciendo que parte o la totalidad de la muestra se pierda, ya que los sistemas actuales cuentan con mecanismos de cierre convencionales, basados en elementos elásticos que cierran el o los cilindros por presión y capturan la muestra sin que esto garantice la ausencia de filtraciones, lo
10 cual adicionalmente no permite una comprobación del cierre efectivo de la muestra.

Finalmente, el mecanismo de activación/disparo de los medios de sellado, comprenden un caucho que debe ser reemplazo cada cierto tiempo porque sufre desgaste y ruptura por enfrentarse a las condiciones adversas del medio acuoso, y en
15 ocasiones, puede romperse en medio de una operación de toma de muestras de agua, lo que no solamente conlleva nuevamente a imprecisiones e incertidumbres en el momento de la captura de la muestra sino también a posibles pérdidas de piezas o daños en el mecanismo. Lo anterior, entre otras desventajas que se han identificado en el estado de la técnica y se han vuelto determinantes en el campo técnico.

20 Por su parte, equipos más robustos y con tecnología más avanzada, como la llamada roseta oceanográfica, ampliamente usada en el estado de la técnica, permiten la toma de múltiples muestras a profundidades preestablecidas. Sin embargo, estas botellas incorporan mecanismos de cierre rústicos, que disponen particularmente de
25 un caucho estirado ubicado en la parte interna de cada tapa, el cual, al liberarse el mecanismo del seguro, libera las tapas y por acción del encogimiento del caucho, obliga a que las tapas sellen las cápsulas o compartimientos de muestreo. Este sistema no permite por lo tanto verificar si el cierre de las tapas fue efectivo o no, ni permite la toma de muestras de agua de forma imprevista.

30 En vista de lo anterior, nuevas mejoras a la botella de Niskin y en general a dispositivos para la toma de muestras oceanográficas se han realizado y patentado. Por ejemplo, el documento CN106017984 divulga un dispositivo inteligente de recolección de agua de mar a múltiples profundidades que consta de un soporte de
35 instalación, botellas recolectoras de agua de mar y una unidad de control sensorial. Antes de que el dispositivo de recolección de agua de mar se coloque en una profundidad de agua de mar específica, las botellas recolectoras de agua están en un estado cerrado, de modo que se evita que el interior del dispositivo de recolección de agua se contamine mientras se baja y, en consecuencia, el resultado de muestreo
40 sea afectado. Una vez que el dispositivo inteligente de recolección de agua de mar de múltiples profundidades alcanza las profundidades de agua deseadas, las señales de un sensor se reciben bajo el control de la unidad de control, las tapas de las

respondiendo a situaciones fortuitas que requieran la toma de muestras de agua en momentos específicos de la exploración, por ejemplo en caso de que se encuentren anomalías asociadas a la temperatura (indicador de alteración física) u otros parámetros, que requieran la toma de una muestra de agua para ser estudiados.

5 Para este fin la invención incorpora una variedad de sensores, preferiblemente de profundidad, temperatura, y orientación, y un ordenador que activa el sistema de cierre que permite la toma de una o varias muestras de agua en el o los momentos deseados, de manera que se conserve la hermética e integridad de la muestra en rangos de presión elevados.

10

Así mismo, la invención permite la incorporación de múltiples contenedores para la toma de múltiples muestras independientes y proporciona unos mecanismos de sellado electromecánicos en los extremos de dichos contenedores que, a partir del movimiento de una serie de engranajes, abren y cierran lo contenedores de muestra,

15 de manera independiente y respondiendo a las señales de un operador o a las condiciones del ambiente, permitiendo la captura de las muestras de agua.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LAS FIGURAS

20 **La figura 1** corresponde a una vista frontal de la botella oceanográfica (1) conformada por una carcasa exterior de dos partes (2,3) de acuerdo a una realización preferida de la invención tiene una geometría hidrodinámica y unos agujeros (4) dispuestos a lo largo del cuerpo.

25 **La figura 2** corresponde a una vista frontal del recipiente hermético (48) que contiene el sistema integrado de electrónica (40) dispuesto en la parte superior (2) de la botella oceanográfica (1); y los mecanismos de cierre (20) y los contenedores para la toma de muestra (12) dispuestos en la parte inferior (3) de la botella oceanográfica (1) de acuerdo a una realización preferida de la invención.

30

La figura 3 corresponde a una vista frontal de la botella oceanográfica (1) de acuerdo a una realización preferida de la invención, en donde en su orientación de uso normal, dispone de un cable (6) y dos cáncamos (5) para atar el dispositivo a la embarcación y un cable (7) de comunicación ethernet.

35

La figura 4 corresponde a una vista isométrica de un conjunto muestreador (11) de acuerdo a una realización preferida de la invención que comprende un contenedor de muestra (12) con sus respectivos mecanismos de cierre (20) en cada uno de los extremos.

40

La figura 5 corresponde a una vista isométrica de una roseta muestreadora (10) de acuerdo a una realización preferida de la invención conformada por dos conjuntos

muestreadores (11) montados en unos soportes superior (8) e inferior (9).

La figura 6 corresponde a una vista en perspectiva frontal de uno de los mecanismos de cierre (20) de la botella oceanográfica (1) de acuerdo a una realización preferida de la invención

La figura 7 corresponde a un corte seccional de la vista en perspectiva frontal de uno de los mecanismos de cierre (20) de la botella oceanográfica (1) de acuerdo a una realización preferida de la invención.

La figura 8 corresponde a una realización del sistema de integrado de electrónica (40) de la invención y su conexión con el resto del dispositivo.

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LA INVENCION

Como se observa en las figuras 1 a 8 la invención refiere un sistema inteligente de sellado en botellas oceanográficas que garantiza el muestreo del agua a profundidades deseadas en donde la botella oceanográfica (1) comprende una carcasa exterior que está conformada por una parte superior (2) que protege un sistema integrado de electrónica (40) y una parte inferior (3) que protege una pluralidad de conjuntos muestreadores (11).

En una realización preferida de la invención que se muestra en las figuras 1 y 2 el cuerpo de la botella tiene una geometría hidrodinámica de modo que al momento de la captura de las muestras no sea afectado por la fuerza de las corrientes y alteraciones del entorno. Particularmente, la parte superior (2) tiene preferiblemente una geometría cónica y la parte inferior (3) tiene preferiblemente una geometría cilíndrica con agujeros (4) a lo largo del cuerpo que permiten el flujo de agua desde y hacia el interior de la botella (1) y a través de los contenedores de muestras (12), que previo a la toma de la muestra se encuentran abiertos y en comunicación hídrica con el medio. Estos agujeros (4) facilitan que el agua se renueve a medida que el dispositivo sube o baja a lo largo de una columna de agua.

En una realización preferida de la invención que se muestra en la figura 3 el dispositivo es sostenido desde la superficie (50) a través de un cable (6) y dos cáncamos (5) dispuestos en la base de la parte inferior (3), e incorpora adicionalmente un cable de comunicación ethernet (7) que conecta el sistema integrado de electrónica (40) con un computador (47) dispuesto en la superficie (50).

En una realización preferida de la invención la parte superior (2) está hecha de un material filamentosos, particularmente fibra de vidrio y la parte inferior (3) está hecha de un material plástico polimérico, particularmente PVC.

En una realización preferida de la invención las dos partes de la carcasa exterior (2,3) se acoplan entre sí mediante un mecanismo de rosca.

5 Como se muestra en la figura 4 la invención comprende unos conjuntos muestreadores (11), dispuestos en la parte inferior (3) de la botella (1), que comprenden al menos un contenedor para la toma de muestras (12) y al menos dos mecanismos de cierre (20) dispuestos en cada uno de los extremos de los contenedores para la toma de muestras (12).

10 En una realización preferida de la invención que se muestra en la figura 5 al menos dos conjuntos muestreadores (11), acoplados entre sí mediante unos soportes superior (8) e inferior (9), pueden agruparse con otros y formar una roseta muestreadora (10) dispuesta en la parte inferior (3) de la botella (1).
15 Alternativamente, la roseta muestreadora (10) puede estar conformada por entre 2 y 16 conjuntos muestreadores (11).

En una realización preferida de la invención los contenedores de muestra (12) son tubos cilíndricos de diámetro entre 25,4 mm y 76,2 mm y longitud entre 254 mm y
20 1524 mm.

Como se muestra en las figuras 6 y 7, la invención proporciona unos mecanismos de cierre (20) de los contenedores para la toma de muestras (12) que constan de un sistema de engranajes que, comandados electrónicamente, ponen o retiran un
25 tapón (21) que permite el ingreso, retención y salida de una muestra de agua en el contenedor (12) a profundidades deseadas.

Los mecanismos de cierre (20) que se encuentran contenidos en la parte inferior (3) de la botella oceanográfica (1) están formados por un conjunto de componentes que permiten el movimiento en un solo eje en ambos sentidos, y constan de una base
30 soporte (35) que da el soporte inicial en un extremo del mecanismo, y un segundo soporte (23) que se fija al contenedor de muestras (12) y sujeta todo el sistema gracias a unas varillas roscadas (31) que sirven adicionalmente como separadores para mantener la distancia optima de funcionamiento. El cierre hermético del
35 contenedor de muestras es posible gracias un tapón de caucho (21) y a un asiento para el tapón (22) fabricado en acero inoxidable.

Para la captura de la muestra, el movimiento de cierre del mecanismo se origina en un motor sin escobillas (32) y es transmitido mediante un tornillo sinfín (33) a un
40 engranaje tipo corona (34) que disminuye la velocidad del motor (32) y aumenta el torque en la medida de la reducción deseada según el motor que se seleccione. El engranaje (34) está acoplado a un husillo (29) de desplazamiento, que gira a través de una tuerca (36) generando un movimiento lineal debido a que la tuerca (36) está

montada en contacto con un deslizador (26) cuya rotación está restringida mediante unas guías (25) metálicas cuyo movimiento a su vez está restringido por unos soportes de guías (30). Este movimiento permite bajar (poner) y subir (quitar) el tapón (21) causando respectivamente el cierre y apertura de los conjuntos
5 muestreadores (11)

El mecanismo de cierre (20) cuenta con unos interruptores magnéticos (24,37) y un imán (27) montados en el deslizador (26) que funcionan como finales de carrera superior (37) e inferior (24) indicando los extremos del recorrido del movimiento del
10 mecanismo de cierre (20). Adicionalmente el mecanismo cuenta con un modulador de distancia (28) entre los interruptores magnéticos (24,37) que permite variar el recorrido deseado del tapón (21) para así ajustarse a otros contenedores (12) de diferentes dimensiones.

El mecanismo de cierre (20) es comandado electrónicamente mediante el sistema
15 integrado de electrónica (40) de la invención desde una computadora (47) dispuesta en la superficie (50) a través de un cable ethernet (7), mostrado en las figuras 3 y 8, para abrir y cerrar los conjuntos muestreadores (11) a las profundidades requeridas.

En una realización preferida de la invención, que se muestra en la figura 2, el sistema
20 integrado de electrónica (40) se encuentra en el interior de un recipiente hermético (48) en la parte superior (2) de la botella (1). Preferentemente el recipiente hermético (48) está fabricado con piezas en polimetilmetacrilato o polimetacrilato de metilo (PMMA), aluminio, acero inoxidable y caucho y contiene todos los
25 componentes del sistema electrónico (40) y el sistema de energía (43) del dispositivo.

De acuerdo con la invención, el sistema integrado de electrónica (40) comprende un ordenador de placa única (41), que en una realización preferida de la invención es
30 una Raspberry Pi 3, conectado a unos controladores de velocidad (42) que accionan los motores sin escobilla (32) en ambos sentidos de giro, y consecuentemente accionan los mecanismos de cierre (20). El sistema de electrónica (40) incluye también un sensor de temperatura (46), un sensor de presión (45) que se usa para calcular la profundidad a la que está el dispositivo y una unidad inercial (44) que le
35 permiten determinar la orientación del dispositivo mientras se encuentra sumergido. La alimentación eléctrica consta de una batería (43) para los motores (32) y el resto de la electrónica.

A partir de los sensores de profundidad (45), temperatura (46) e inercia o inclinación
40 (44) incorporados a la botella (1), el sistema integrado de electrónica (40) puede preprogramar y modificar en tiempo real las profundidades de interés a través de un

software (49) que se comunica con la superficie (50) desde una computadora portátil (47) para que se active el mecanismo de cierre mecánico (20) garantizando que la muestra de agua sea tomada a la profundidad de interés.

5 Gracias a este software (49) la información es transmitida vía ethernet (7) hasta la computadora de placa única (41) que se encarga de ejecutar la orden activando los controladores de velocidad (42) que transmiten la corriente a los motores del mecanismo de cierre (20) montados en conjuntos muestreadores (11). Cada conjunto muestreador (11) cuenta con dos mecanismos de cierre (20) y cada
10 mecanismo de cierre (20) cuenta con cuatro finales de carrera contruidos a partir de dos interruptores magnéticos superior (37) e inferior (24) y un imán (27), en donde estos finales de carrera permiten detectar la posición superior e inferior del tapón (21). Cuando el tapón llega a la posición baja, es decir de cierre, el imán (27) se acerca al interruptor magnético inferior (24) activando el final de carrera e
15 indicándole a la computadora de placa única (41) que ha colocado el tapón (21) impidiendo el paso del agua. Cuando el tapón llega a la posición alta, es decir de apertura, el imán (27) se acerca al interruptor magnético superior (37) activando el final de carrera e indicándole a la computadora de placa única (41) que ha retirado el tapón permitiendo el paso del agua.

20 El sistema se puede operar desde una embarcación menor o una embarcación con grúa, y necesita un cabo o cuerda (6) que evita la pérdida del dispositivo y un cable de datos (7) que permite obtener información en tiempo real en la superficie (50) mediante una conexión ethernet desde una computadora portátil (47) hacia el
25 ordenador de placa única (41) del sistema electrónico integrado (40) del dispositivo. Mientras el dispositivo baja por una columna de agua, los diferentes sensores (44,45,46) toman los datos del medio ambiente y los transmiten al ordenador (41) en donde, en primera medida, si el operador detecta alguna situación de interés puede accionar la señal de cierre de forma espontánea, antes de lo planificado, y en
30 dicho momento los mecanismos de cierre (20) superior e inferior de cada contenedor (12) y uno o varios conjuntos muestreadores (11) se cierran atrapando las muestras de agua en su interior.

Por otro lado, se puede programar el cierre y apertura de los conjuntos
35 muestreadores (11) en momentos (profundidades) predeterminados, en donde, a partir de la información tomada y transmitida por el conjunto de sensores (44,45,46) al ordenador de placa única (41) se confirma que la botella (1) se encuentra en alguna de las profundidades de interés previamente establecidas por el software de monitoreo y control (49), momento en el que la computadora de placa única (41)
40 genera de manera autónoma la señal de cierre que activa los mecanismos cierre (20) superior e inferior de cada contenedor (12) y uno o varios conjuntos muestreadores (11) se cierran atrapando las muestras de agua en su interior.

Con la invención se disminuyen las imprecisiones sobre la profundidad real en donde se realiza la toma de la muestra de agua o la distancia de inmersión del equipo en la columna de agua, y la incertidumbre sobre si la toma de la muestra tuvo efecto de manera exitosa. El dispositivo automatizado de cierre de las tapas y captura de muestra incluye adicionalmente mejoras relacionadas a la integridad de la muestra para su evaluación posterior.

Se debe entender que el sistema descrito por la presente invención no se halla limitado a las realizaciones descritas e ilustradas, pues como será evidente para una persona versada en el arte, existen variaciones y modificaciones posibles, en diferentes aspectos de la invención como los materiales, las dimensiones y proporciones de los elementos, entre otros, que no se apartan del espíritu de la invención.

REIVINDICACIONES

1. Un sistema inteligente de sellado en botellas oceanográficas que comprende un cuerpo hidrodinámico (1) que está conformado por una carcasa exterior de dos partes, en donde la parte superior (2) contiene un sistema integrado de electrónica (40) y una parte inferior (3) que protege una pluralidad de conjuntos muestreadores (11) conformados por al menos un contenedor para la toma de muestras (12) y unos mecanismos de cierre (20), en donde los mecanismos de cierre (20) están conformados por un conjunto de componentes electromecánicos que permiten el movimiento en un solo eje en ambos sentidos que permite bajar (poner) y subir (quitar) un tapón (21) causando respectivamente el cierre y apertura de los conjuntos muestreadores (11), a partir del movimiento de un motor sin escobillas (32) que es transmitido mediante un tornillo sinfín (33) a un engranaje tipo corona (34) que disminuye la velocidad del motor (32) y aumenta el torque en la medida de la reducción deseada según el motor que se seleccione, en donde el engranaje (34) está acoplado a un husillo (29) de desplazamiento, que gira a través de una tuerca (36) generando un movimiento lineal debido a que la tuerca (36) está montada en contacto con un deslizador (26) cuya rotación está restringida mediante unas guías (25) metálicas cuyo movimiento a su vez está restringido por unos soportes de guías (30).
2. El sistema inteligente de sellado en botellas oceanográficas de la reivindicación 1 en donde los mecanismos de cierre (20) cuentan con unos interruptores magnéticos (24,37) y un imán (27) montados en el deslizador (26) que funcionan como finales de carrera superior (37) e inferior (24) indicando los extremos del recorrido del movimiento del mecanismo de cierre (20) y un modulador de distancia (28) entre los interruptores magnéticos (24,37) que permite variar el recorrido permitido del tapón (21).
3. El sistema inteligente de sellado en botellas oceanográficas de la reivindicación 2 en donde los mecanismos de cierre (20) constan adicionalmente de una base soporte (35) que da el soporte inicial en un extremo del mecanismo, un segundo soporte (23) que se fija al contenedor de muestras (12) y sujeta todo el sistema gracias a unas varillas roscadas (31) y un asiento para el tapón (22) fabricado en acero inoxidable.
4. El sistema inteligente de sellado en botellas oceanográficas de la reivindicación 1 en donde la parte superior (2) de la carcasa exterior tiene preferiblemente una geometría cónica y está hecha de un material filamentosos, particularmente fibra de vidrio y la parte inferior (3) de la carcasa exterior tiene preferiblemente una geometría cilíndrica con agujeros (4) a lo largo del cuerpo que permiten el flujo de agua desde y hacia el interior de la botella (1) y a través de los contenedores de muestras (12) y está hecha de un material plástico polimérico, particularmente PVC;

y en donde las dos partes de la carcasa exterior se acoplan entre sí mediante un sistema de rosca.

5. El sistema inteligente de sellado en botellas oceanográficas de la reivindicación 4 en donde el dispositivo es sostenido en comunicación con la superficie (50) a través de un cable (6) y dos cáncamos (5) dispuestos en la base de la parte inferior (3), e incorpora adicionalmente un cable de comunicación ethernet (7) que conecta el sistema integrado de electrónica (40) con un computador (47) dispuesto en la superficie (50).
6. El sistema inteligente de sellado en botellas oceanográficas de la reivindicación 1 en donde los conjuntos muestreadores (11), dispuestos en la parte inferior (3) de la botella (1), comprenden al menos un contenedor para la toma de muestras (12) y al menos dos mecanismos de cierre (20) dispuestos en cada uno de los extremos de los contenedores para la toma de muestras (12).
7. El sistema inteligente de sellado en botellas oceanográficas de la reivindicación 6 en donde al menos dos conjuntos muestreadores (11), están acoplados entre sí mediante unos soportes superior (8) e inferior (9), y pueden agruparse con otros y formar una roseta muestreadora (10) de entre 2 y 16 conjuntos muestreadores (11) dispuesta en la parte inferior (3) de la botella (1).
8. El sistema inteligente de sellado en botellas oceanográficas de la reivindicación 1 en donde los contenedores de muestra (12) son tubos cilíndricos de diámetro entre 25,4 mm y 76,2 mm (equivalente a 1 a 3 pulgadas) y longitud entre 254 mm y 1524 mm (equivalente a 10 a 60 pulgadas).
9. El sistema inteligente de sellado en botellas oceanográficas de la reivindicación 1 en donde el mecanismo de cierre (20) es comandado electrónicamente mediante el sistema integrado de electrónica (40) desde una computadora (47) dispuesta en la superficie (50) a través de un cable ethernet (7), en donde el sistema integrado de electrónica (40) comprende un sensor de temperatura (46), un sensor de presión (45), una unidad inercial (44) y un ordenador de placa única (41) conectado a unos controladores de velocidad (42), que accionan los motores sin escobilla (32) en ambos sentidos de giro para accionar los mecanismos de cierre (20) del dispositivo, y mediante dos interruptores magnéticos superior (37) e inferior (24) y un imán (27), detectan la posición superior e inferior del tapón (21) para determinar el cierre efectivo de la muestra.

10. El sistema inteligente de sellado en botellas oceanográficas de la reivindicación 9 en donde el sistema integrado de electrónica (40) y el sistema de energía (43) se encuentran en el interior de un recipiente hermético (48) en la parte superior (2) de la botella (1), que está fabricado preferentemente con piezas en polimetilmetacrilato o polimetacrilato de metilo (PMMA), aluminio, acero inoxidable y caucho.