

①⑨ RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
—
**INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE**
—
COURBEVOIE
—

①① N° de publication : **3 133 590**

(à n'utiliser que pour les
commandes de reproduction)

②① N° d'enregistrement national : **22 02267**

⑤① Int Cl⁸ : **B 63 C 11/46 (2022.01), B 63 G 8/42**

①②

BREVET D'INVENTION

B1

⑤④ Véhicule autonome sous-marin et système de récupération d'un tel véhicule sous-marin.

②② Date de dépôt : 15.03.22.

③③ Priorité :

④③ Date de mise à la disposition du public
de la demande : 22.09.23 Bulletin 23/38.

④⑤ Date de la mise à disposition du public du
brevet d'invention : 18.04.25 Bulletin 25/16.

⑤⑥ Liste des documents cités dans le rapport de
recherche :

Se reporter à la fin du présent fascicule

⑥⑥ Références à d'autres documents nationaux
apparentés :

Demande(s) d'extension :

⑦① Demandeur(s) : *ECA ROBOTICS SASU — FR.*

⑦② Inventeur(s) : *KERMORGANT Hervé.*

⑦③ Titulaire(s) : *ECA ROBOTICS SASU.*

⑦④ Mandataire(s) : *SANTARELLI (Société Ipside).*

FR 3 133 590 - B1



Description

Titre de l'invention : Véhicule autonome sous-marin et système de récupération d'un tel véhicule sous-marin

Domaine technique de l'invention

[0001] La présente invention concerne les véhicules autonomes sous-marins, mieux connus sous l'acronyme AUV signifiant en anglais « *Autonomous Underwater Vehicle* », et les systèmes de récupération de tels véhicules sous-marins.

Etat de la technique

[0002] On connaît différents systèmes permettant la mise à l'eau ainsi que la récupération de véhicules autonomes sous-marins, dits AUV.

[0003] Dans un premier exemple, l'AUV peut comprendre un mécanisme d'accroche situé sur une extrémité avant de l'AUV, lequel mécanisme d'accroche est apte à coopérer avec un câble fixé à un treuil monté sur un navire.

[0004] Le treuil est actionnable de sorte à enrouler le câble pour rapprocher l'AUV du navire, et l'extraire de l'eau.

[0005] Pour remonter l'AUV à bord du navire, le système de récupération peut être pourvu d'une rampe montée mobile sur le navire.

[0006] Dans ce cas, l'AUV est amené à proximité immédiate de la rampe puis hissé à bord du navire.

[0007] En alternative, le système de récupération peut être pourvu d'une cage.

[0008] Dans ce cas, l'AUV est introduit dans la cage et l'ensemble est hissé par le biais de treuils sur le navire.

[0009] Dans un deuxième exemple, un AUV peut comprendre des pièces d'accrochage, notamment des anneaux, situées sur une partie supérieure de l'AUV et qui sont aptes à coopérer avec des câbles ou des bras d'une grue ou d'un bossoir embarqué sur le navire.

[0010] Dans ce cas, pour récupérer l'AUV il est généralement nécessaire que des hommes se mettent à l'eau pour accrocher les câbles ou les bras avec les anneaux.

Exposé de l'invention

[0011] L'invention vise à fournir un véhicule autonome sous-marin qui soit particulièrement simple et commode à récupérer.

[0012] L'invention a ainsi pour objet, sous un premier aspect, un véhicule autonome sous-marin comprenant une coque s'étendant selon un axe principal longitudinal et une première pince disposée vers une extrémité avant de la coque du véhicule sous-marin, caractérisé en ce qu'il comprend une deuxième pince disposée vers une extrémité arrière de la coque, opposée à l'extrémité avant, lesdites première et deuxième pinces

étant disposées respectivement sur une première partie latérale et une deuxième partie latérale de la coque, de part et d'autre de l'axe principal longitudinal, et étant configurées pour prendre une position ouverte ou une position fermée, et un organe de détection et un organe de guidage qui sont respectivement configurés pour détecter des câbles et pour que les première et deuxième pinces viennent respectivement en prise avec un des câbles.

- [0013] Un tel véhicule, par le biais de ses pinces et des organes de guidage et de détection, peut ainsi être extrait de l'eau de manière autonome, par le biais des câbles d'une plateforme d'accueil disposée hors de l'eau, par exemple sur un navire ou sur le ponton d'un port.
- [0014] Lorsque les pinces du véhicule sont en prise avec les câbles de la plateforme d'accueil, la récupération du véhicule est effectuée par une réduction de la longueur des câbles déployés au moyen par exemple d'un mécanisme de treuillage.
- [0015] Bien qu'il soit totalement immergé dans l'eau, un tel véhicule peut ainsi être récupéré notamment grâce à l'organe de détection qui est configuré pour détecter les câbles déployés pour la récupération du véhicule, puis par l'organe de guidage qui est configuré pour guider le véhicule pour que les pinces viennent en prise avec le câbles.
- [0016] D'autres caractéristiques particulièrement simples et commodes du véhicule selon l'invention sont décrites ci-après.
- [0017] L'organe de guidage peut comprendre une unité de commande configurée pour recevoir des signaux de sortie de l'organe de détection et pour actionner l'organe de guidage pour guider le véhicule vers les câbles détectés par l'organe de détection, et aussi pour actionner les première et deuxième pinces individuellement selon le guidage du véhicule.
- [0018] Le véhicule autonome comprend une unité de commande configurée pour commander et synchroniser l'action de l'organe de détection et de l'organe de guidage afin de s'assurer que les pinces viennent bien en prise avec les câbles de récupération.
- [0019] Le véhicule autonome sous-marin peut comprendre un mat disposé en saillie vers l'extrémité avant de la coque du véhicule, ledit mat étant mobile et commandable par le biais de l'organe de guidage entre une première position à bâbord et une deuxième position à tribord et configuré pour guider au moins un des câbles.
- [0020] Ainsi, selon une position angulaire réglable entre deux positions extrêmes à bâbord et à tribord, le mat permet de faire basculer un câble détecté par l'organe de détection, d'un côté ou de l'autre de l'axe principal longitudinal.
- [0021] Un tel mat permet de garantir le côté par lequel le câble va passer et de faciliter le guidage du véhicule.
- [0022] La première pince peut être associée à une première pince additionnelle, formant une première paire de pinces, ladite première pince additionnelle étant disposée vers

l'extrémité avant de la coque, la première pince et la première pince additionnelle étant disposées de part et d'autre de l'axe longitudinal.

- [0023] En outre, la deuxième pince peut être associée à une deuxième pince additionnelle, formant une deuxième paire de pinces, ladite deuxième pince additionnelle étant disposée vers l'extrémité arrière de la coque, la deuxième pince et la deuxième pince additionnelle étant disposées de part et d'autre de l'axe longitudinal.
- [0024] L'organe de guidage peut être configuré pour qu'au moins l'une de la première pince et de la première pince additionnelle, respectivement l'au moins une de la deuxième pince et de la deuxième pince additionnelle, viennent en prise avec un des câbles respectifs.
- [0025] Cela permet un remorquage stable de part et d'autre de l'axe longitudinal du véhicule de sorte que les risques liés à l'instabilité lors du remorquage sont réduits.
- [0026] Cela simplifie en outre le guidage du véhicule une fois les câbles détectés.
- [0027] En effet, puisque les pinces sont présentes à bâbord et à tribord, le véhicule peut naviguer vers les câbles sans nécessairement faire de manœuvre particulière pour que les câbles passent d'un côté prédéterminé. Seul l'accroche du deuxième câble pourrait nécessiter une manœuvre plus précise pour s'assurer qu'il passe du côté opposé à celui où est passé le premier câble.
- [0028] L'organe de détection peut comprendre en outre un sonar frontal disposé vers l'extrémité avant de la coque et configuré pour détecter un câble en amont de l'extrémité avant de la coque du véhicule.
- [0029] Lors de la navigation, un tel sonar permet d'identifier des câbles de récupération immergés. Selon la direction dans laquelle les câbles ont été détectés par le sonar, l'organe de guidage guide alors le véhicule dans leur direction, de préférence dans leur alignement, pour permettre aux pinces de coopérer avec les câbles de récupération.
- [0030] L'organe de détection peut comprendre au moins un détecteur de câble disposé à proximité de la première pince et configuré pour détecter un câble à proximité d'une des première et deuxième parties latérales de la coque, vers son extrémité avant.
- [0031] L'invention a aussi pour objet, sous un second aspect, un système de récupération comprenant un véhicule autonome sous-marin tel que décrit précédemment et une plateforme d'accueil qui comprend un premier câble et un deuxième câble ayant chacun, à une extrémité libre, un organe de retenue, un mécanisme de treuillage configuré pour enrouler et dérouler le premier câble et le deuxième câble, et avec lesdites première et deuxième pinces qui sont configurées pour venir en prise avec lesdits premier et deuxième câbles et coopérer avec les organes de retenue.
- [0032] Un tel système de récupération permet, par la coopération des câbles et des organes de retenue et l'actionnement du mécanisme de treuillage, de réduire la longueur des câbles et de sortir le véhicule autonome sous-marin hors de l'eau, pour le disposer sur

une plateforme d'accueil.

- [0033] La plateforme d'accueil peut comprendre une deuxième unité de commande configurée pour actionner le mécanisme de treuillage.
- [0034] La plateforme d'accueil et le véhicule sous-marin peuvent comprendre chacun une unité de communication configurée pour synchroniser l'actionnement des organes de détection et de guidage et l'actionnement du mécanisme de treuillage.
- [0035] Un tel système de récupération peut ainsi être automatisé. La communication entre la plateforme d'accueil et le véhicule sous-marin permet de synchroniser les unités de commandes afin d'assurer que les pinces sont fermées autour des câbles de récupération, et ce avant que le mécanisme de treuillage soit actionné pour réduire la longueur de câble et ainsi extraire l'AUV de l'eau.
- [0036] La plateforme d'accueil peut être embarquée sur un navire.
- [0037] L'invention a également pour objet, sous un troisième aspect, un procédé de récupération d'un véhicule autonome sous-marin par le biais d'un système de récupération tel que décrit ci-dessus, comprenant les étapes de navigation suivantes :
- [0038] - détecter, par le biais de l'organe de détection, l'au moins un du premier câble et du deuxième câble de la plateforme d'accueil ;
- [0039] - guider le véhicule sous-marin par le biais de l'organe de guidage vers le premier câble dans l'alignement du premier câble et du deuxième câble de sorte à faire cheminer le premier câble le long d'une des première et deuxième parties latérales de la coque du véhicule ;
- [0040] - actionner la première pince et la deuxième pince chacune en position ouverte ;
- [0041] - guider le véhicule sous-marin par le biais de l'organe de guidage vers le deuxième câble de sorte à faire cheminer le deuxième câble le long de l'autre partie latérale de la coque du véhicule, de sorte que le premier câble se loge dans la deuxième pince ouverte et que le deuxième câble se loge dans la première pince ouverte ;
- [0042] - actionner la première pince et la deuxième pince chacune en position fermée ;
- [0043] - actionner le mécanisme de treuillage pour enrouler les câbles de sorte que les organes de retenue viennent en appui contre les première et deuxième pinces.
- [0044] Le procédé peut comprendre lors du guidage vers le premier câble, l'étape de guider le véhicule sous-marin par le biais de l'organe de guidage pour faire cheminer le premier câble le long de la deuxième partie latérale de la coque du opposée à la première partie latérale de la coque sur laquelle est disposée la première pince ; et lors du guidage vers le deuxième câble, l'étape de guider le véhicule sous-marin par le biais de l'organe de guidage pour faire cheminer le deuxième câble à proximité de la première pince.
- [0045] Lorsque le système de récupération comprend une première pince associée à une première pince additionnelle, formant une première paire de pinces, ladite première

pince additionnelle étant disposée vers l'extrémité avant de la coque, la première pince et la première pince additionnelle étant disposées de part et d'autre de l'axe longitudinal, une deuxième pince associée à une deuxième pince additionnelle, formant une deuxième paire de pinces, ladite deuxième pince additionnelle étant disposée vers l'extrémité arrière de la coque, la deuxième pince et la deuxième pince additionnelle étant disposées de part et d'autre de l'axe longitudinal, l'organe de guidage étant configuré pour qu'au moins l'une de la première pince et de la première pince additionnelle, respectivement l'au moins une de la deuxième pince et de la deuxième pince additionnelle, viennent en prise avec un des câbles, le procédé peut comprendre les étapes :

- [0046] - d'actionner la première paire de pinces du véhicule sous-marin en position fermée, avant la détection des câbles ;
- [0047] - lors du guidage vers le premier câble, détecter la présence du premier câble à proximité d'une des première et deuxième parties latérales de la coque ;
- [0048] - lors de l'actionnement des première et deuxième pinces en position ouverte, d'actionner les première et deuxième pinces additionnelles du véhicule sous-marin en position ouverte ;
- [0049] - lors du guidage vers le deuxième câble, guider le véhicule sous-marin par le biais de l'organe de guidage pour faire cheminer l'autre câble à proximité de la pince de la première paire de pinces disposée sur la partie latérale à proximité de laquelle le premier câble n'a pas été détecté ;
- [0050] - lors de l'actionnement des première et deuxième pinces en position fermée, d'actionner la première et deuxième pinces additionnelles du véhicule sous-marin en position fermée.
- [0051] L'organe de guidage peut comprendre un mat disposé en saillie vers l'extrémité avant de la coque du véhicule, ledit mat étant mobile entre une première position à bâbord et une deuxième position à tribord et configuré pour guider au moins un des câbles et le procédé comprend les étapes de :
 - [0052] - lors du guidage vers le premier câble, guider le véhicule sous-marin par le biais de l'organe de guidage pour actionner le mat pour déplacer le premier câble vers la deuxième partie latérale ;
 - [0053] - lors du guidage vers le deuxième câble, guider le véhicule sous-marin par le biais de l'organe de guidage pour actionner le mat pour déplacer le deuxième câble vers la première partie latérale.
- [0054] L'organe de guidage peut comprendre un mat disposé en saillie vers l'extrémité avant de la coque du véhicule, ledit mat étant mobile entre une première position à bâbord et une deuxième position à tribord et configuré pour guider au moins un des câbles et le procédé comprend les étapes de :

- [0055] - lors du guidage vers le deuxième câble, guider le véhicule sous-marin par le biais de l'organe de guidage pour actionner le mat pour déplacer le deuxième câble vers la partie latérale à proximité de laquelle le premier câble n'a pas été détecté ;
- [0056] - détecter par le biais de l'organe de détection un câble de récupération de la plateforme d'accueil ;
- [0057] - actionner la pince du véhicule sous-marin depuis la position fermée vers la position ouverte de la pince ;
- [0058] - guider le véhicule sous-marin par le biais de l'organe de guidage vers le câble de récupération pour que le câble de récupération se loge dans la pince ouverte ;
- [0059] - actionner la pince du véhicule sous-marin depuis la position ouverte vers la position fermée ;
- [0060] - actionner le mécanisme de treillage pour remonter le véhicule sous-marin.

Breve description des figures

- [0061] L'invention, selon un exemple de réalisation, sera bien comprise et ses avantages apparaîtront mieux à la lecture de la description détaillée qui suit, donnée à titre indicatif et nullement limitatif, en référence aux dessins annexés.
- [0062] La [Fig.1] représente schématiquement et en vue de dessus un véhicule autonome sous-marins, dit aussi AUV, conforme à l'invention.
- [0063] La [Fig.2] représente schématiquement et en vue de côté l'AUV de la [Fig.1].
- [0064] La [Fig.3] représente schématiquement en vue de côté un navire muni d'une plateforme d'accueil pour récupérer un AUV selon les figures 1 et 2 et formant ainsi un système de récupération conforme à l'invention.
- [0065] La [Fig.4] représente schématiquement en vue de côté le système de récupération formé du navire de la [Fig.3] et de l'AUV des figures 1 et 2, dans une première configuration.
- [0066] La [Fig.5] est une vue similaire à la [Fig.4], prise en vue de derrière.
- [0067] La [Fig.6] est une vue similaire à la [Fig.4], le système étant dans seconde configuration.
- [0068] La [Fig.7] est une vue similaire à la [Fig.6], prise en vue de derrière.

Description détaillée

- [0069] Les éléments identiques représentés sur les figures précitées sont identifiés par des références numériques identiques dans la description qui suit.
- [0070] L'invention trouve une application dans le domaine des véhicules autonomes sous-marins connus sous le terme AUV, comme précisé plus haut.
- [0071] En général, les AUVs sont utilisés pour effectuer différentes opérations en mer, tel que par exemple des opérations de surveillance.
- [0072] Pour cela, les véhicules autonomes sous-marins sont lancés à partir d'un navire, tels

que par exemple les bateaux de type USV, en anglais « *Unmanned Surface Vessel* », et naviguent totalement immergés dans l'eau dans une position nominale.

- [0073] Une fois les opérations terminées, l'AUV est récupéré et remonté sur le navire.
- [0074] Un exemple de véhicule autonome sous-marin 100 apte à naviguer en mer est illustré sur les figures 1 et 2.
- [0075] Dans la suite de la description, les termes véhicule autonome sous-marin et AUV sont utilisés indifféremment pour désigner le véhicule autonome sous-marin.
- [0076] L'AUV 100 comprend une coque 160, de forme cylindrique ou non.
- [0077] En variante, le véhicule pourrait être de toute autre forme.
- [0078] Cette coque 160 s'étend le long d'un axe principal longitudinal 150.
- [0079] L'AUV 100 comporte un nez 120 à une extrémité avant et une queue 110 à une extrémité arrière opposée à l'extrémité avant.
- [0080] L'AUV 100 comporte en outre un système propulsif 170, tel que par exemple des propulseurs à hélice, au niveau de la queue 110.
- [0081] Dans l'exemple illustré, l'axe principal longitudinal 150 passe par le nez 120 de l'AUV 100 et par le système propulsif 170.
- [0082] L'AUV 100 est illustré sur les figures 1 et 2 en position nominale de navigation, dans laquelle l'axe principal longitudinal 150 est sensiblement parallèle à l'axe horizontal.
- [0083] Dans la suite de la description, par plan horizontal, on entend un plan ayant une orientation parallèle à l'horizon.
- [0084] Dans la position nominale de navigation, la coque 160 comprend une partie supérieure 160a faisant face à la surface de la mer lorsque l'AUV 100 est immergé en mer, et une partie inférieure 160b faisant face au fond marin lorsque l'AUV 100 est immergé en mer.
- [0085] La coque 160 comprend en outre des parties latérales, dont une première partie latérale 160c et une deuxième partie latérale 160d.
- [0086] Afin de permettre sa récupération, l'AUV 100 comprend du côté de son nez 120, une paire de première pinces 132a et 132b, et du côté de sa queue 110, une paire de deuxième pinces 130a et 130b
- [0087] Une première pince 132a et une deuxième pince 130a sont disposées sur la première partie latérale 160c, à bâbord, tandis qu'une autre première pince 132a, dite première pince additionnelle, et une autre deuxième pince 130a, deuxième pince additionnelle, sont disposées sur la deuxième partie latérale 160d de la coque 160, à tribord.
- [0088] Les premières et deuxièmes pinces et pinces additionnelles 130a, 130b, 132a, 132b sont configurées pour prendre deux positions, dont une position fermée et une position ouverte, afin de saisir un élément en mer.
- [0089] Dans l'exemple illustré, les premières et deuxièmes pinces et pinces additionnelles 130a, 130b, 132a, 132b comprennent chacune une branche montée articulée sur une

première ou deuxième parties latérales 160c et 160d respectives, qui est montée mobile en rotation autour d'un axe orthogonal à l'axe longitudinal 150.

- [0090] Chaque premières et deuxièmes pinces et pinces additionnelles 130a, 130b, 132a, 132b est alors mobile entre une position ouverte où une extrémité libre de la pince se trouve à distance de la coque 160, et une position fermée où la branche est sensiblement parallèle ou alignée avec une portion de la coque 160 de l'AUV 100.
- [0091] Par exemple, en position ouverte, la branche forme un angle compris entre 40° et 80° avec la coque 160.
- [0092] En variante, au moins une des premières et deuxièmes pinces et pinces additionnelles peut comprendre deux branches montées mobiles en rotation et configurées pour définir les deux positions ouverte et fermée. En position ouverte, la pince définit un espace ouvert, délimité latéralement par des branches de la pince. En position fermée, la pince ne délimite plus d'espace ouvert, ou un espace ouvert restreint.
- [0093] Dans l'exemple illustré, les premières et deuxièmes pinces et pinces additionnelles des paires de pinces 130a, 130b et 132a, 132b sont arrangées symétriquement par rapport à l'axe longitudinal 150 sur la coque 160 de l'AUV 100.
- [0094] En variante, les pinces des paires de pinces ne sont pas symétriques par rapport à l'axe longitudinal et/ou l'AUV peut comprendre uniquement une première pince disposée sur une première partie latérale vers la première extrémité de l'AUV et une deuxième pince disposée sur une deuxième partie latérale vers à la deuxième extrémité de l'AUV. Par exemple, la première pince peut être disposée sur la partie latérale à bâbord vers l'extrémité avant de l'AUV et la deuxième pince peut être disposée sur la partie latérale à tribord vers l'extrémité arrière de l'AUV.
- [0095] Dans l'exemple illustré, les premières et deuxièmes pinces et pinces additionnelles 130a, 130b, 132a, 132b sont actionnables et commandables par le biais d'une première unité de commande (non représentée) de l'AUV 100.
- [0096] Les premières et deuxièmes pinces et pinces additionnelles 130a, 130b, 132a, 132b sont actionnables et commandables de sorte à récupérer l'AUV 100 par l'intermédiaire de câbles de récupération venant en prise dans les premières et deuxièmes pinces et pinces additionnelles (voir ci-après).
- [0097] L'AUV 100 comprend en outre un organe de détection configuré pour détecter des câbles de récupération présents dans l'environnement dans lequel évolue l'AUV 100.
- [0098] L'organe de détection comprend ici un sonar frontal 140 disposé vers une extrémité avant de l'AUV 100, par exemple sur le nez 120.
- [0099] Le sonar 140 est configuré pour détecter des objets sous l'eau en indiquant leur direction et leur distance par rapport à l'AUV 100.
- [0100] Le positionnement du sonar 140 vers une extrémité avant permet notamment la détection de câbles en amont de l'extrémité avant.

- [0101] En outre, l'organe de détection comprend des détecteurs de câbles 136a et 136b positionnés à proximité des premières pince et pince additionnelle 132a et 132b de la première paire de pinces et disposés de part et d'autre de l'axe longitudinal 150.
- [0102] Ces détecteurs de câbles 136a et 136b visent à déterminer la présence ou pas d'un câble dans ou à proximité des premières pince et pince additionnelle 132a et 132b.
- [0103] En d'autres termes, les détecteurs de câbles 136a et 136b permettent de détecter un câble à proximité d'une des première et deuxième parties latérales 160c, 160d de la coque 160, et ceci vers l'extrémité avant de la coque 160.
- [0104] Dans la variante où il n'y a qu'une première pince et une deuxième pince, l'AUV peut comprendre un ou deux détecteurs de câbles, disposés de part et d'autre de l'axe longitudinal.
- [0105] Par exemple, les détecteurs de câbles 136a et 136b sont choisis parmi un capteur d'effort, ou détecteur de force, ou bien une caméra.
- [0106] Optionnellement, l'AUV peut en outre comprendre un organe de guidage configuré pour faciliter la mise en prise des câbles de récupération dans les pinces.
- [0107] Cet organe de guidage peut comprendre notamment une première unité de commande configurée pour guider l'AUV selon les informations reçues de l'organe de détection. L'unité de commande peut être la même que celle qui commande l'ouverture et la fermeture des pinces.
- [0108] Autrement dit, la première unité de commande est configurée pour recevoir des signaux de sortie de l'organe de détection, pour actionner l'organe de guidage pour guider le véhicule vers les câbles détectés par l'organe de détection, et pour actionner les pinces individuellement selon le guidage du véhicule.
- [0109] La première unité de commande est reliée à cet organe de détection et est configurée pour traiter des signaux sortants du sonar et pour détecter la position des câbles de récupération.
- [0110] La première unité de commande est en outre configurée pour traiter des signaux sortant des détecteurs de câbles 136a et 136b de sorte à piloter l'ouverture et la fermeture des premières et deuxièmes pinces et pinces additionnelles 130a, 130b, 132a, 132b.
- [0111] En variante, l'organe de guidage peut comporter un mat disposé vers l'extrémité avant de l'AUV et en saillie de la coque. Par exemple, le mat peut être arrangé au niveau du nez.
- [0112] Le mat peut être une branche montée articulée sur l'extrémité du nez, actionnable par le biais de la première unité de commande. Le mat peut être mobile entre deux positions extrêmes, dont une position à bâbord et une position à tribord,
- [0113] Le mat peut être configuré pour guider un câble présent à une distance atteignable par le mat. Le mat, actionnable par la première unité de commande, peut donc être

piloté de sorte à assurer que le câble passe à bâbord ou à tribord de l'AUV.

- [0114] L'AUV 100 comprend en outre une unité de communication 134 configurée pour échanger des informations avec une plateforme d'accueil de sorte à synchroniser les actions entre l'AUV et cette plateforme d'accueil.
- [0115] En particulier, par le biais de cette unité de communication 134, il est possible d'obtenir la confirmation de la plateforme d'accueil que les câbles détectés sont des câbles de récupération.
- [0116] La [Fig.3] illustre une plateforme d'accueil prévue pour récupérer l'AUV 100 tel que décrit en référence aux figures 1 et 2.
- [0117] La plateforme d'accueil est dans l'exemple illustré disposée sur un navire 200.
- [0118] La plateforme d'accueil comprend un premier câble 230 et un deuxième câble 232, formant les câbles de récupération précités et qui sont configurés pour être immergés dans l'eau et/ou extraits de l'eau lorsque le navire est en mer.
- [0119] Les câbles 230, 240 comportent chacun à leurs extrémités un organe de retenue 240, 242.
- [0120] Ces organes de retenue 240, 242 sont par exemple formés chacune par une gueuse, c'est-à-dire une masse.
- [0121] Les câbles 230 et 232 sont respectivement reliés à un mécanisme de treuilage comprenant des treuils 220 et 210 configurés pour enrouler et dérouler les câbles 230 et 232.
- [0122] Les treuils 220, 210 sont configurés à faire varier la longueur déployée des câbles 230, 232 et permettent donc de les immerger plus profondément dans l'eau ou de les extraire de l'eau.
- [0123] Le navire 200 comprend en outre un système de géolocalisation et de navigation 260 et une unité de mesure de cap 270, notamment pour le guider en direction de l'AUV 100 pour le récupérer.
- [0124] Le navire 200 comprend également une deuxième unité de commande (non représentée) configurée pour actionner les treuils 220, 210 afin d'extraire ou de plonger les câbles 230, 232 dans l'eau en les enroulant ou en les déroulant.
- [0125] Les premières et deuxièmes pinces et pinces additionnelles 130a, 130b, 132a, 132b de l'AUV 100 sont configurées pour venir en prise avec les câbles 230 et 232 de la plateforme d'accueil lorsqu'ils sont immergés dans l'eau.
- [0126] Pour extraire l'AUV 100 de l'eau, les treuils 220 et 210 sont actionnés afin de réduire la longueur des câbles 230 et 232.
- [0127] Les organes de retenue 240 et 242 coopèrent alors avec certaines des premières et deuxièmes pinces et pinces additionnelles 130a, 130b, 132a, 132b en venant en butée contre les pinces refermées autour des câbles 230 et 232, et l'AUV 100 peut être remonté progressivement vers la plateforme d'accueil.

- [0128] Pour synchroniser l'actionnement des treuils 220 et 210 par la deuxième unité de commande avec la fermeture effective des premières et deuxièmes pinces et pinces additionnelles 130a, 130b, 132a, 132b autour des câbles 230 et 232, et de manière générale avec l'actionnement des organes de détection et de guidage de l'AUV 100, la plateforme d'accueil comprend en outre une unité de communication (non représentée) configurée pour échanger des informations avec l'unité de communication de l'AUV 100.
- [0129] En variante, la plateforme d'accueil peut comporter plus de deux câbles de récupération.
- [0130] Afin de permettre à l'AUV 100 d'être remonté de manière stable, les premières et deuxièmes pinces et pinces additionnelles 130a, 130b, 132a, 132b sont ici disposées de part et d'autre et à l'avant et à l'arrière de l'AUV 100.
- [0131] Pour faciliter la prise des câbles 230 et 232, les treuils 220, 210 sont espacés d'une distance définie selon l'axe 280a du référentiel 280 de la [Fig.3] et qui est égale ici à la distance séparant la paire de première pinces de la paire de deuxièmes pinces.
- [0132] Les treuils 220, 210 sont espacés d'une distance définie selon l'axe 280c et qui est sensiblement égale à la plus grande largeur de la coque 160, soit la dimension maximale de la coque selon une coupe transversale à l'axe longitudinal 150.
- [0133] En variante, la plateforme d'accueil peut être disposée à tout autre endroit, tel que par exemple sur un ponton dans un port.
- [0134] Un procédé de mise en œuvre du système de récupération formé par l'AUV et la plateforme d'accueil est décrit en référence aux figures 3 à 6.
- [0135] Les figures 3 et 4 illustrent un système récupération 300 dans une première configuration dans laquelle les câbles 230 et 232 sont déployés et la première pince additionnelle 132b et la deuxième pince 130a de l'AUV 100 sont en prises avec les câbles 232 et 230.
- [0136] La paire de premières pince et pince additionnelle 132a, 132b est actionnée en position fermée. Pour des raisons hydrodynamiques, la paire de deuxièmes pince et pince additionnelle 130a, 130b sont aussi en position fermée.
- [0137] Grâce au sonar 140 frontal, l'AUV 100 détecte la présence des câbles 230 et 232.
- [0138] Pour s'assurer de la détection de ces câbles 230 et 232, l'AUV 100 peut confirmer, par le biais de son unité de communication, la présence de la plateforme d'accueil.
- [0139] Par exemple, en réponse à une demande de validation de l'AUV 100, la plateforme d'accueil peut fournir une information relative à sa position.
- [0140] La première unité de commande de l'organe de guidage de l'AUV 100 pilote et guide l'AUV 100 en direction de ces câbles 230 et 232 de manière à se positionner dans leur alignement selon la direction 380a, indiquée sur le référentiel de la [Fig.4].
- [0141] Une fois positionné dans l'alignement de ces câbles, l'AUV 100 passe à proximité du

premier câble rencontré, ici le câble 230, pour que celui-ci chemine le long de la coque 160, soit à bâbord soit à tribord.

- [0142] Dans l'exemple illustré, l'AUV 100 est guidé de sorte que le câble 230 passe à bâbord.
- [0143] Par le biais de l'organe de détection, en particulier des détecteurs de câbles à proximité de la première paire de pince, la première unité de commande est configurée pour déterminer et/ou confirmer de quel côté de l'AUV 100 le câble 230 se situe.
- [0144] Une fois cela confirmé, les premières et deuxièmes pinces et pinces additionnelles 130a, 130b, 132a, 132b sont actionnées en position ouverte.
- [0145] Seules les pinces impliquées dans le procédé de récupération peuvent être sélectivement actionnées pour être disposées en position ouverte.
- [0146] L'AUV 100 poursuit alors sa navigation en direction du câble 232, de sorte à le faire passer du côté opposé à celui où est disposé le câble 230.
- [0147] Dans l'exemple illustré, l'AUV 100 est guidé pour naviguer en direction du câble 232 pour qu'il passe à tribord.
- [0148] De manière similaire, l'AUV 100 est guidé pour que le câble 232 chemine le long de coque à tribord, afin de venir à l'intérieur de la première pince additionnelle 132b qui est ouverte.
- [0149] Le câble 230 chemine le long de la coque à bâbord afin de venir se loger à l'intérieur de la deuxième pince 130a qui est ouverte.
- [0150] Les premières et deuxièmes pinces et pinces additionnelles 130a, 130b, 132a, 132b sont alors actionnées pour être mise en position fermée.
- [0151] Dans le cas où seules la première pince additionnelle et la deuxième pince 130a et 132b ont été actionnées, elles sont sélectivement actionnées pour être mise en position fermée.
- [0152] En variante, lorsque l'AUV comprend seulement une première pince sur le nez et une deuxième pince sur la queue de l'AUV, le procédé diffère en ce qu'il navigue de sorte à ce que le premier câble rencontré passe du côté où la deuxième pince est située, par exemple en glissant le long de la partie latérale de la coque sur laquelle est arrangée la deuxième pince.
- [0153] La confirmation que le câble passe bien du côté de la partie latérale de la coque où est la deuxième pince peut être obtenu par le biais de détecteurs de câbles, soit par la non détection de câble du côté de la première pince soit par la détection du câble du côté opposé à la première pince.
- [0154] En variante encore, lorsque l'AUV comprend un mat, le procédé peut comprendre une étape supplémentaire qui est l'actionnement du mat.
- [0155] Suite à la détection des câbles par l'organe de détection, l'AUV est guidé par la première unité de commande pour naviguer en direction des câbles.

- [0156] Le procédé comprend l'étape d'actionner le mat pour le positionner soit à bâbord soit à tribord et ainsi forcer le câble à passer du côté opposé du mat.
- [0157] Le mat peut également être actionné lorsque l'AUV se dirige en direction du deuxième câble afin de s'assurer qu'il passe du côté opposé à celui où est passé le premier câble.
- [0158] Dans la première configuration illustrée sur les figures 4 et 5, l'AUV 100 peut notamment envoyer une confirmation à la plateforme d'accueil indiquant qu'il est prêt à être récupéré.
- [0159] Les treuils 210, 220 sont alors actionnés pour enrouler les câbles 230 et 232 de sorte à en réduire la longueur déployée, comme indiqué par les flèches 310.
- [0160] Ainsi, les câbles 230 et 232 sont progressivement enroulés jusqu'à ce que le système de récupération se retrouve dans la configuration illustrée aux figures 6 et 7.
- [0161] Lorsque les organes de retenue 240, 242 sont en butée contre la première pince additionnelle 132b et la deuxième pince 130a de l'AUV 100 l'action des treuils par l'intermédiaire des câbles permet d'extraire progressivement l'AUV 100 de l'eau.
- [0162] On notera que le système de récupération peut également être réemployé pour mettre à l'eau l'AUV 100.
- [0163] Pour cela, une fois la plateforme d'accueil disposée dans une zone de mise à l'eau, les treuils sont activés par le biais de l'unité de commande pour dérouler les câbles progressivement et immerger l'AUV.
- [0164] Une fois à la profondeur de lancement souhaité, pouvant être indiqué par la plateforme d'accueil à AUV par le biais des unités de communication, l'unité de commande de l'AUV actionne les pinces afin de les ouvrir.
- [0165] L'organe de guidage peut guider l'AUV pour extraire les câbles des pinces, par exemple par le biais de différentes manœuvres.
- [0166] On rappelle plus généralement que l'invention ne se limite pas aux exemples décrits et représentés.

Revendications

- [Revendication 1] Véhicule autonome sous-marin comprenant une coque (160) s'étendant selon un axe principal longitudinal (150) et au moins une première pince (132a-b) disposée vers une extrémité avant de la coque, caractérisé en ce qu'il comprend en outre une deuxième pince (130a-b) disposée vers une extrémité arrière de la coque, opposée à l'extrémité avant, lesdites première et deuxième pinces étant disposées respectivement sur une première partie latérale (160c) et une deuxième partie latérale (160d) de la coque, de part et d'autre de l'axe principal longitudinal, et étant configurées pour prendre une position ouverte ou une position fermée, et un organe de détection et un organe de guidage qui sont respectivement configurés pour détecter des câbles (230, 232) et pour que les première et deuxième pinces viennent respectivement en prise avec un des câbles respectifs.
- [Revendication 2] Véhicule autonome sous-marin selon la revendication 1, dans lequel l'organe de guidage comprend une unité de commande configurée pour recevoir des signaux de sortie de l'organe de détection et pour actionner l'organe de guidage pour guider le véhicule (100) vers les câbles (230, 232) détectés par l'organe de détection, et aussi pour actionner les première et deuxième pinces (132a-b, 130a-b) individuellement selon le guidage du véhicule.
- [Revendication 3] Véhicule autonome sous-marin selon l'une des revendications 1 et 2, comprenant un mat disposé en saillie vers l'extrémité avant de la coque (160), ledit mat étant mobile et commandable par le biais de l'organe de guidage entre une première position à bâbord et une deuxième position à tribord et configuré pour guider au moins un des câbles (230, 232).
- [Revendication 4] Véhicule autonome sous-marin selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, dans lequel la première pince est associée à une première pince additionnelle, formant une première paire de pinces, ladite première pince additionnelle étant disposée vers l'extrémité avant de la coque, la première pince et la première pince additionnelle étant disposées de part et d'autre de l'axe longitudinal, la deuxième pince est associée à une deuxième pince additionnelle, formant une deuxième paire de pinces, ladite deuxième pince additionnelle étant disposée vers l'extrémité arrière de la coque, la deuxième pince et la deuxième pince additionnelle étant disposées de part et d'autre de l'axe longitudinal, et l'organe de guidage est configuré pour qu'au moins l'une de la première

pince et de la première pince additionnelle, respectivement l'au moins une de la deuxième pince et de la deuxième pince additionnelle, viennent en prise avec un des câbles respectifs.

- [Revendication 5] Véhicule autonome sous-marin selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, dans lequel l'organe de détection comprend un sonar frontal (140) disposé vers l'extrémité avant de la coque (160) et configuré pour détecter au moins un des câbles (230, 232) en amont de l'extrémité avant de la coque du véhicule.
- [Revendication 6] Véhicule autonome sous-marin selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, dans lequel l'organe de détection comprend au moins un détecteur de câble (136a, 136b) disposé à proximité de la première pince et configuré pour détecter au moins un des câbles (230, 232) à proximité d'au moins une des première et deuxième parties latérales (160c-d) de la coque (160) du véhicule, vers son extrémité avant.
- [Revendication 7] Système de récupération comprenant un véhicule autonome sous-marin (100) selon l'une quelconque des revendications 1 à 6 et une plateforme d'accueil qui comprend un premier câble (230) et un deuxième câble (232) ayant chacun, à une extrémité libre, un organe de retenue (240, 242), un mécanisme de treillage configuré pour enrouler et dérouler le premier câble et le deuxième câble, et avec lesdites première et deuxième pinces (132a-b, 130a-b) qui sont configurées pour venir en prise avec lesdits premier et deuxième câbles et coopérer avec les organes de retenue.
- [Revendication 8] Système de récupération selon la revendication 7, dans lequel la plateforme d'accueil comprend une deuxième unité de commande configurée pour actionner le mécanisme de treillage.
- [Revendication 9] Système de récupération selon l'une des revendications 7 et 8, dans lequel la plateforme d'accueil et le véhicule sous-marin (100) comprennent chacun une unité de communication configurée pour synchroniser l'actionnement des organes de détection et de guidage et l'actionnement du mécanisme de treillage.
- [Revendication 10] Système de récupération selon l'une quelconque des revendications 7 à 9, dans lequel la plateforme d'accueil est embarquée sur un navire.
- [Revendication 11] Procédé de mise en œuvre du système de récupération selon l'une quelconque des revendications 7 à 10, comprenant les étapes de navigation suivantes :
- détecter, par le biais de l'organe de détection, l'au moins un du premier câble (230) et du deuxième câble (232) de la plateforme

d'accueil ;

- guider le véhicule sous-marin (100) par le biais de l'organe de guidage vers le premier câble dans l'alignement du premier câble et du deuxième câble de sorte à faire cheminer le premier câble le long d'une des première et deuxième parties latérales de la coque du véhicule ;

- actionner la première pince (132a-b) et la deuxième pince (130a-b) chacune en position ouverte ;

- guider le véhicule sous-marin par le biais de l'organe de guidage vers le deuxième câble de sorte à faire cheminer le deuxième câble le long de l'autre partie latérale de la coque du véhicule, de sorte que le premier câble se loge dans la deuxième pince ouverte et que le deuxième câble se loge dans la première pince ouverte ;

- actionner la première pince et la deuxième pince chacune en position fermée ;

- actionner le mécanisme de treuillage pour enrayer les câbles de sorte que les organes de retenue viennent en appui contre les première et deuxième pinces.

[Revendication 12] Procédé selon la revendication 11, dans lequel, lors du guidage vers le premier câble, l'étape de guider le véhicule sous-marin par le biais de l'organe de guidage pour faire cheminer le premier câble le long de la deuxième partie latérale de la coque du opposée à la première partie latérale de la coque sur laquelle est disposée la première pince ; et lors du guidage vers le deuxième câble, l'étape de guider le véhicule sous-marin par le biais de l'organe de guidage pour faire cheminer le deuxième câble à proximité de la première pince.

[Revendication 13] Procédé selon la revendication 11, dans lequel le système de récupération comprend une première pince associée à une première pince additionnelle, formant une première paire de pinces, ladite première pince additionnelle étant disposée vers l'extrémité avant de la coque, la première pince et la première pince additionnelle étant disposées de part et d'autre de l'axe longitudinal, une deuxième pince associée à une deuxième pince additionnelle, formant une deuxième paire de pinces, ladite deuxième pince additionnelle étant disposée vers l'extrémité arrière de la coque, la deuxième pince et la deuxième pince additionnelle étant disposées de part et d'autre de l'axe longitudinal, l'organe de guidage étant configuré pour qu'au moins l'une de la première pince et de la première pince additionnelle, respectivement l'au moins une de la deuxième pince et de la deuxième pince addi-

tionnelle, viennent en prise avec un des câbles, le procédé peut comprendre les étapes :

- d'actionner la première paire de pinces du véhicule sous-marin en position fermée, avant la détection des câbles ;
- lors du guidage vers le premier câble, détecter la présence du premier câble à proximité d'une des première et deuxième parties latérales de la coque ;
- lors de l'actionnement des première et deuxième pinces en position ouverte, d'actionner les première et deuxième pinces additionnelles du véhicule sous-marin en position ouverte ;
- lors du guidage vers le deuxième câble, guider le véhicule sous-marin par le biais de l'organe de guidage pour faire cheminer l'autre câble à proximité de la pince de la première paire de pinces disposée sur la partie latérale à proximité de laquelle le premier câble n'a pas été détecté ;
- lors de l'actionnement des première et deuxième pinces en position fermée, d'actionner la première et deuxième pinces additionnelles du véhicule sous-marin en position fermée.

[Revendication 14]

Procédé selon la revendication 11, dans lequel l'organe de guidage comprend un mat disposé en saillie vers l'extrémité avant de la coque du véhicule, ledit mat étant mobile entre une première position à bâbord et une deuxième position à tribord et configuré pour guider au moins un des câbles et le procédé comprend les étapes de :

- lors du guidage vers le premier câble, guider le véhicule sous-marin par le biais de l'organe de guidage pour actionner le mat pour déplacer le premier câble vers la deuxième partie latérale ;
- lors du guidage vers le deuxième câble, guider le véhicule sous-marin par le biais de l'organe de guidage pour actionner le mat pour déplacer le deuxième câble vers la première partie latérale.

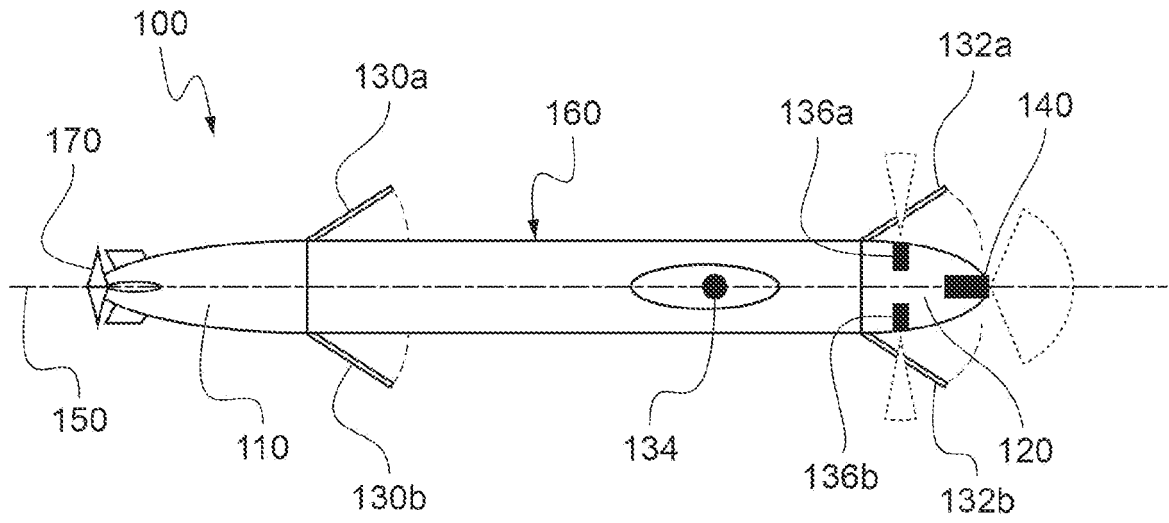
[Revendication 15]

Procédé selon la revendication 11, dans lequel l'organe de guidage comprend un mat disposé en saillie vers l'extrémité avant de la coque du véhicule, ledit mat étant mobile entre une première position à bâbord et une deuxième position à tribord et configuré pour guider au moins un des câbles et le procédé comprend les étapes de :

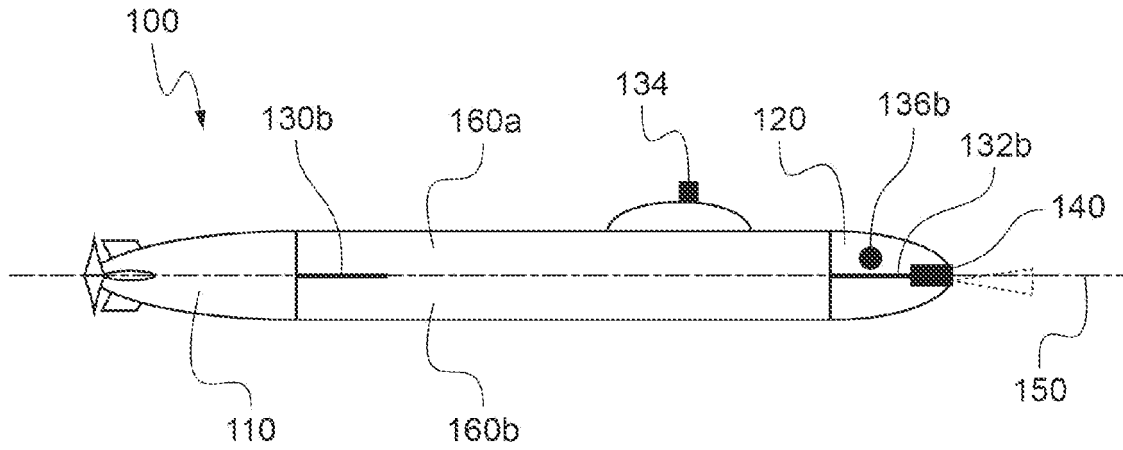
- lors du guidage vers le deuxième câble, guider le véhicule sous-marin par le biais de l'organe de guidage pour actionner le mat pour déplacer le deuxième câble vers la partie latérale à proximité de laquelle le premier câble n'a pas été détecté ;

- détecter par le biais de l'organe de détection un câble de récupération de la plateforme d'accueil ;
- actionner la pince du véhicule sous-marin depuis la position fermée vers la position ouverte de la pince ;
- guider le véhicule sous-marin par le biais de l'organe de guidage vers le câble de récupération pour que le câble de récupération se loge dans la pince ouverte ;
- actionner la pince du véhicule sous-marin depuis la position ouverte vers la position fermée ;
- actionner le mécanisme de treuillage pour remonter le véhicule sous-marin.

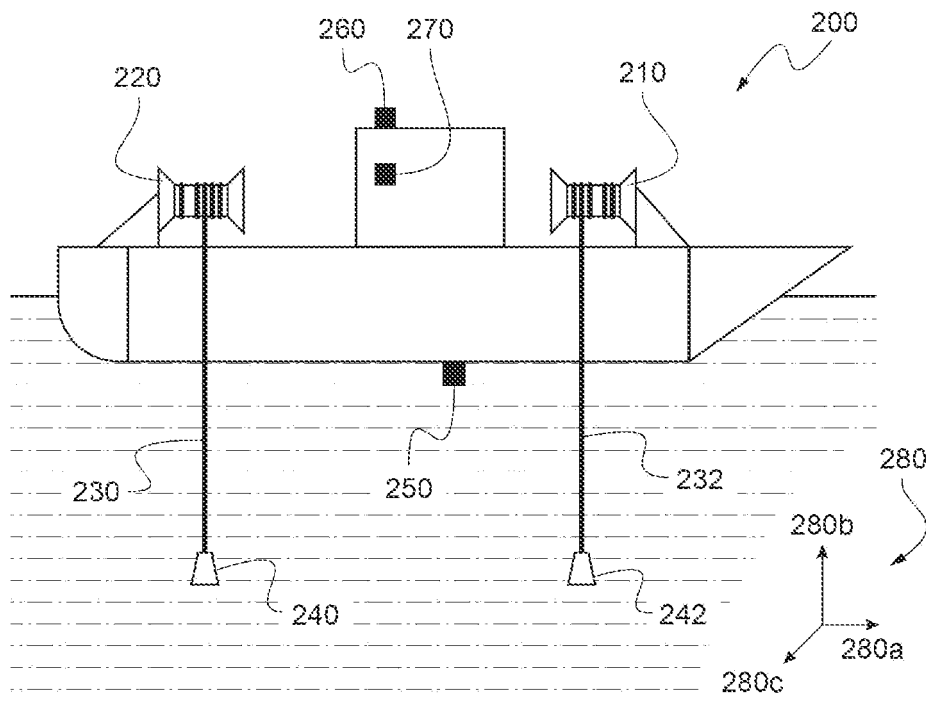
[Fig. 1]



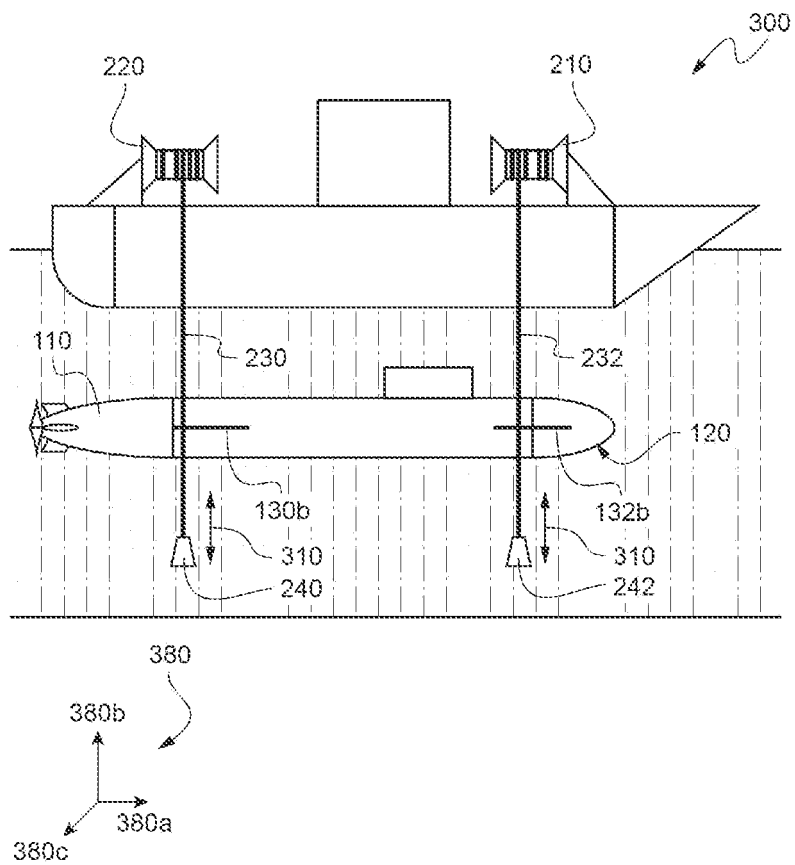
[Fig. 2]



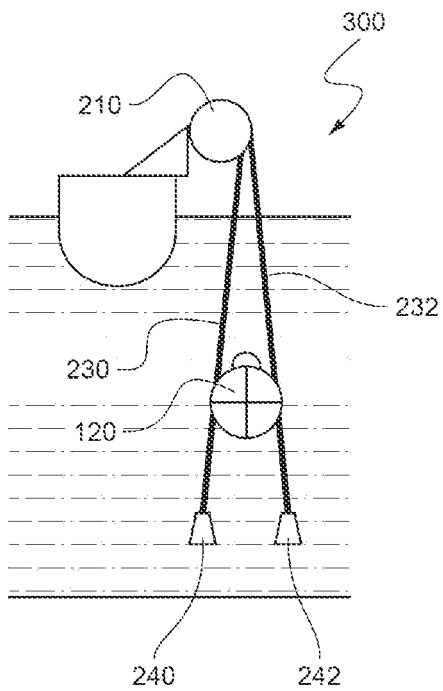
[Fig. 3]



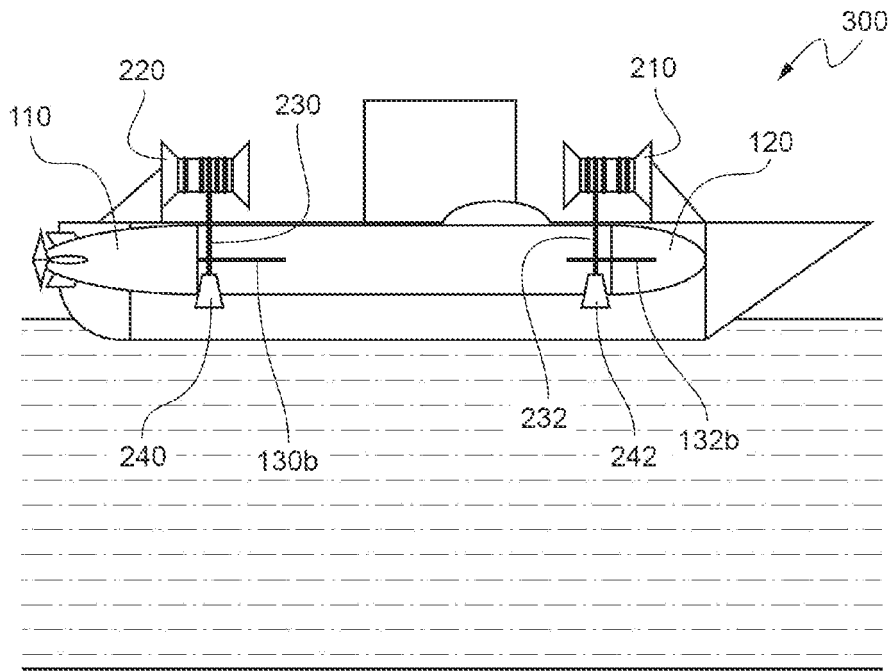
[Fig. 4]



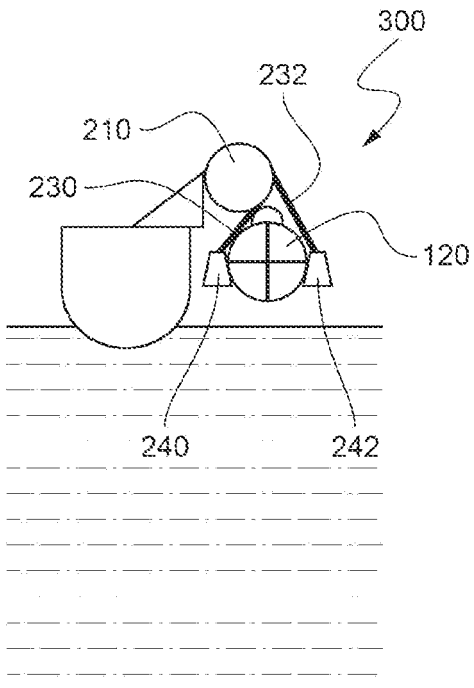
[Fig. 5]



[Fig. 6]



[Fig. 7]



RAPPORT DE RECHERCHE

articles L.612-14, L.612-53 à 69 du code de la propriété intellectuelle

OBJET DU RAPPORT DE RECHERCHE

L'I.N.P.I. annexe à chaque brevet un "RAPPORT DE RECHERCHE" citant les éléments de l'état de la technique qui peuvent être pris en considération pour apprécier la brevetabilité de l'invention, au sens des articles L. 611-11 (nouveau) et L. 611-14 (activité inventive) du code de la propriété intellectuelle. Ce rapport porte sur les revendications du brevet qui définissent l'objet de l'invention et délimitent l'étendue de la protection.

Après délivrance, l'I.N.P.I. peut, à la requête de toute personne intéressée, formuler un "AVIS DOCUMENTAIRE" sur la base des documents cités dans ce rapport de recherche et de tout autre document que le requérant souhaite voir prendre en considération.

CONDITIONS D'ETABLISSEMENT DU PRESENT RAPPORT DE RECHERCHE

Le demandeur a présenté des observations en réponse au rapport de recherche préliminaire.

Le demandeur a maintenu les revendications.

Le demandeur a modifié les revendications.

Le demandeur a modifié la description pour en éliminer les éléments qui n'étaient plus en concordance avec les nouvelles revendications.

Les tiers ont présenté des observations après publication du rapport de recherche préliminaire.

Un rapport de recherche préliminaire complémentaire a été établi.

DOCUMENTS CITES DANS LE PRESENT RAPPORT DE RECHERCHE

La répartition des documents entre les rubriques 1, 2 et 3 tient compte, le cas échéant, des revendications déposées en dernier lieu et/ou des observations présentées.

Les documents énumérés à la rubrique 1 ci-après sont susceptibles d'être pris en considération pour apprécier la brevetabilité de l'invention.

Les documents énumérés à la rubrique 2 ci-après illustrent l'arrière-plan technologique général.

Les documents énumérés à la rubrique 3 ci-après ont été cités en cours de procédure, mais leur pertinence dépend de la validité des priorités revendiquées.

Aucun document n'a été cité en cours de procédure.

**1. ELEMENTS DE L'ETAT DE LA TECHNIQUE SUSCEPTIBLES D'ETRE PRIS EN
CONSIDERATION POUR APPRECIER LA BREVETABILITE DE L'INVENTION**

CN 109 353 455 A (HUAIHAI INSTITUTE TECH)
19 février 2019 (2019-02-19)

US 5 291 194 A (AMES GREGORY H [US])
1 mars 1994 (1994-03-01)

**2. ELEMENTS DE L'ETAT DE LA TECHNIQUE ILLUSTRANT L'ARRIERE-PLAN
TECHNOLOGIQUE GENERAL**

EP 2 551 185 A1 (ECA ROBOTICS [FR])
30 janvier 2013 (2013-01-30)

WO 2016/046497 A1 (ECA ROBOTICS [FR])
31 mars 2016 (2016-03-31)

**3. ELEMENTS DE L'ETAT DE LA TECHNIQUE DONT LA PERTINENCE DEPEND
DE LA VALIDITE DES PRIORITES**

NEANT