

Numéro d'enregistrement : FR2312649

Lieu de dépôt : 92 INPI - Dépôt électronique

Date de la demande : 17/11/2023

Référence client : BT8636FR00_DL

Type de brevet : Brevet français

Demande provisoire : OUI (La demande provisoire doit être mise en conformité dans un délai de 12 mois à compter du dépôt ou de la priorité la plus ancienne. À défaut, elle est réputée retirée.)

Rubrique 1 : NOM ET ADRESSE DU DEMANDEUR OU DU MANDATAIRE À QUI LA CORRESPONDANCE DOIT ÊTRE ADRESSÉE

Société/Cabinet : CABINET BREV&SUD

Nom/Prénom : Monsieur RHEIN Alain

Adresse :

55 Avenue Clément Ader
34170 CASTELNAU LE LEZ
France

Rubrique 2 : TITRE DE L'INVENTION

Titre : Système de mesure de la hauteur de vol d'un bateau à foil

Rubrique 3 : PRIORITÉS

Néant

Rubrique 4 : DEMANDEURS

Rubrique 4 - 1 : DEMANDEURS (Personne Morale)

Dénomination sociale : NEOCEAN

Forme juridique : Société par actions simplifiée

N°SIREN :

850958521

Adresse :

13 RUE D'AMSTERDAM
PARC AQUATECHNIQUE
34200 SETE
France

Rubrique 5 : MANDATAIRE

Société/Cabinet : CABINET BREV&SUD

Nom/Prénom : Monsieur RHEIN Alain

Qualité : CPI brevets

N°CPI : 92-5022

Adresse :

55 Avenue Clément Ader
34170 CASTELNAU LE LEZ
France

Rubrique 6 : RENVOI À UNE DEMANDE ANTÉRIEURE

Renvoi à une demande de brevet déjà déposée : Non

Rubrique 7 : RAPPORT DE RECHERCHE EQUIVALENT

Néant

Rubrique 8 : RÉDUCTION DES REDEVANCES

Bénéficiaire de la réduction des redevances : Oui

En qualité de : Entreprise de moins de 1000 salariés et dont 25% au plus du capital est détenu par une autre entité ne remplissant pas la même condition (attestation à fournir dans le mois du dépôt)

Rubrique 9 : DÉPÔT DE MATIÈRE BIOLOGIQUE

Néant

Rubrique 10 : SÉQUENCES DE NUCLÉOTIDES ET/OU D'ACIDES AMINÉS

La demande contient une liste de séquences : Non

Rubrique 11 : DOCUMENTS ET FICHIERS JOINTS

N°	Type de document	Fichier électronique	Détails
1	Contenu de la demande DOCX	BT8636FR00_Texte de dépôt.docx	
2	Contenu de la demande PDF	BT8636FR00_Texte de dépôt.docx.pdf	
3	Contenu de la demande ZIP	BT8636FR00_Texte de dépôt.docx.zip	
4	Contenu de la demande XML	application-body.xml	

Rubrique 12 : DEMANDE DE DÉLIVRANCE ACCÉLÉRÉE

Demande de délivrance accélérée : Non

Rubrique 13 : EXTENSION DE LA PROTECTION

Extension de la protection à la Polynésie Française : Non

Rubrique 14 : PAIEMENT DES REDEVANCES

Mode de paiement : Compte Client

Prestation	Tarif	Quantité	Total
Dépôt d'une demande de brevet / certificat d'utilité sous forme électronique (tarif réduit)	13	1	13
Total (EURO) :			13

Rubrique 15 : DATE ET SIGNATURE

Nom/Prénom : Monsieur RHEIN Alain

Qualité : CPI

N°CPI : 92-5022

Date de signature : 17/11/2023

Ce document récapitule les données du dépôt déclarées conformes par le signataire.



NEOCEAN
13 rue d'Amsterdam
34200 SETE
France

Montpellier, le 28 septembre 2023

N/Réf : PRO1956FR00

Concerne : Rédaction et dépôt d'une demande de brevet en France

Projet : « Capteur de vol pour bateau à foil »

DEVIS

I. Protection par demande de brevet d'invention en France

- Entretien préalable aux fins d'étude de votre invention,
- Intégration et prise en compte des compléments techniques
- Élaboration et soumission d'un projet de rédaction de brevet et réalisation de croquis.
- Modifications éventuelles apportées au texte
- Préparation et dépôt des pièces techniques et des planches de dessins régularisées.
- Dépôt de la demande de brevet auprès de l'INPI,
- Paiement des taxes officielles de dépôt et de recherche *
- Frais de secrétariat, reprographie et correspondance.

Honoraires ingénieur HT	4 200,00 €
Honoraires administratifs	480,00 €
Frais de dossier	20,00 €
Taxes INPI (non soumises à TVA)	273,00 €
TOTAL HTVA	4 973,00 €
TVA 20,00 %	940,00 €
TOTAL TTC	5 913,00 €
Acompte 70,00 %	4 139,10 €

Bon pour accord :

Le :

Signature :

Pour nous joindre

+33 4 67 13 82 41



OCCITANIE
ALSACE - CHAMPAGNE-ARDENNE - FRANCHE-COMTE - LORRAINE - HONG KONG Cabinet Bieger Rhein Poupon

Siège Social : 55 Av. Clément Ader - 34170 Castelnau-Le-Lez - Tél : +33 (0)4 67 13 82 41 - office@brevesud.com
BREV&SUD - RCS MONTPELLIER 429 480 841 - SIRET 429 480 841 00031 - N° Ident. TVA FR 71 429 480 841
www.brevesud.com

Description

Titre de l'invention : Système de mesure de la hauteur de vol d'un bateau à foil

[0001] La présente invention relève du domaine des bateaux à foil, ou plus généralement des bateaux dont la coque est munie d'une surface portante immergée de type foil. Il s'agit d'embarcations qui comportent des appendices en forme d'aile immergés sous la coque du bateau, qui génèrent une portance lorsque le bateau se déplace à grande vitesse, en réaction à la circulation de l'eau autour d'eux. L'invention s'applique aussi aux drones de surface et notamment aux drones de surface naval sans pilote (USV).

[0002] La portance générée par le foil entraîne un soulèvement progressif de la coque hors de l'eau. Cette portance augmente avec la vitesse jusqu'à un point où la coque est soulevée hors de l'eau, augmentant corrélativement l'efficacité et la vitesse du bateau, car la seule immersion des foils aboutit à réduire considérablement la résistance de l'eau, ce qui permet au bateau de glisser sur la surface de l'eau avec beaucoup moins de frottements. La présence des foils réduit en fait la traînée au minimum. Une fois que le bateau est suffisamment soulevé hors de l'eau, il est en quelque sorte en "vol" au-dessus de la surface liquide. Pour conserver la maîtrise notamment de la trajectoire du navire, il faut alors maintenir la stabilité en vol.

[0003] En somme, les bateaux à foil volent juste au-dessus de la surface de l'eau, avec la coque dans l'air et les foils dans l'eau. En d'autres termes, l'interface physique entre le milieu dans lequel se déplace la coque et le milieu de déplacement du ou des foils est la surface de l'eau. Or celle-ci est susceptible de varier assez considérablement et très fréquemment dans sa forme, en lien avec de nombreux paramètres qui dépendent de conditions affectant les deux milieux, par exemple des facteurs météorologiques (notamment le vent) : ainsi, lorsque des vagues apparaissent et que le bateau vole à une certaine vitesse hors de l'eau, le caractère constamment variable de la surface de l'eau et de la hauteur

de la coque par rapport à elle est très susceptible d'impacter son équilibre, qui peut vite devenir instable.

[0004] La hauteur de vol des bateaux volant, dont la mesure est l'objet principal de l'invention, dépend en fait évidemment des conditions de vol du bateau, mais aussi de l'état de la mer. La mesure de la hauteur de vol est essentielle pour assurer la continuité du vol et l'équilibre du bateau, en empêchant que le bateau chute dans l'eau de manière incontrôlée et brutale. Ainsi, si la hauteur de la coque par rapport à la surface continûment changeante est mal évaluée, ou estimée trop tardivement, le bateau peut monter trop haut, au risque que les foils décrochent car ils sortent de l'eau, ou au contraire piquer du nez directement vers la mer ou dans une vague.

[0005] Il est donc très important de pouvoir mesurer correctement - c'est-à-dire en l'occurrence à chaque instant et de manière continue pendant les déplacements du bateau - la hauteur du bateau par rapport à cette interface surfacique irrégulière et en mouvement permanent qu'est la surface de la mer. Dans le process de pilotage, la vitesse du bateau est également un paramètre important. Il faut en fait maintenir en permanence la coque en vol la plus horizontale - « à plat » - possible au-dessus de l'eau, car l'intérêt même de ce type de bateaux à foils réside dans la possibilité qu'ils puissent voler à plat sans être « secoués » par les vagues ou la houle.

[0006] Jusqu'ici, pour mesurer la hauteur de vol, les bateaux dits « volants » utilisent soit des systèmes mécaniques (de type tiges et flotteurs) comme c'est par exemple le cas pour les moths à foil, soit des capteurs d'altitude électroniques utilisant des ultra-sons pour mesurer la distance entre le capteur et la surface de l'eau. Le choix actuel, dans la plupart des mesures électroniques de hauteur de bateaux à foil, de capteurs à ultra-sons résulte aussi de leur relative simplicité de mise en œuvre et de leur robustesse avérée. Ces capteurs permettent de mesurer des distances compatibles avec la hauteur de vol des bateaux, allant de quelques centimètres à quelques mètres. Ils sont de plus faciles à trouver, les fabricants étant nombreux, et d'un coût relativement abordable.

[0007] Pour ce qui concerne les bateaux de course à voile utilisés dans les compétitions, ils recourent en général simplement à une centrale inertielle avec

un capteur d'altitude pour régler les paramètres de vol, sachant que dans cet environnement particulier, la vitesse pure prime et que les régates auxquelles ils participent ont lieu sur des plans d'eau assez protégés et par conséquent assez plats. Les contraintes sont dès lors plus réduites. Ces bateaux sont par ailleurs soumis à des règles de classe qui sont parfois très contraignantes quant à ce que peut faire ou ne pas faire le système embarqué. Dans la plupart des cas, notamment dans le cadre de la célèbre coupe de l'America, les systèmes de pilotage ne peuvent pas être entièrement automatisés.

[0008] Les systèmes mécaniques ou à ultra-sons évoqués auparavant ne sont guère précis pour mesurer la hauteur de vol d'un bateau ou d'un engin volant au-dessus de l'eau, notamment dans des environnements non protégés où la surface de l'eau est très changeante et dans des amplitudes parfois importantes. La capacité de restitution du signal par le système de contrôle s'en trouve impactée et est bien souvent médiocre, conduisant à cette insuffisance évoquée dans la précision de la mesure obtenue. En conséquence, le pilotage du vol de la coque du navire sur son ou ses foils n'est pas d'une grande finesse, et potentiellement cause d'instabilité.

[0009] La présente invention remédie à ces carences, et propose une configuration innovante permettant une mesure précise et fréquente de la hauteur de vol d'un bateau ou d'un engin volant au-dessus de l'eau, avec de surcroît une meilleure capacité de restitution du signal. La précision obtenue est notamment bien plus élevée que celle qu'offrent par exemple les systèmes mécaniques ou à ultra-sons mentionnés.

[0010] Ainsi, selon l'invention, le système de mesure de la hauteur de vol d'un bateau dont la coque est munie d'au moins une surface portante immergée de type foil permettant à ladite coque de voler au-dessus de l'eau, est tel qu'il comporte :

[0011] - un radar de mesure de la hauteur de vol de la coque du bateau par rapport à l'eau ;

[0012] - une centrale inertielle comportant au moins des capteurs inertiels d'accélération linéaire et de la vitesse de rotation sur trois axes ;

[0013] - un dispositif de géo-positionnement de type GPS ;

[0014] - une centrale de navigation inertielle munie d'une unité de traitement des signaux électroniques issus du radar, des capteurs de la centrale inertielle et du dispositif de géo-positionnement, comportant des moyens de traiter lesdits signaux électroniques en vue d'obtenir à chaque instant au moins une information de hauteur de la coque par rapport à l'eau.

[0015] En somme, le système de mesure de l'invention se comporte comme un capteur dédié spécifiquement aux bateaux volants, à savoir des engins navigants sur une surface fluide en mouvement plus ou moins erratique car affectée aléatoirement de clapots, de vagues, de houle, de sillages etc. présentant eux même une vitesse de plusieurs km/h à plusieurs dizaines de km/h. Les déplacements de ladite surface s'effectuent évidemment notamment mais pas uniquement dans une direction verticale qui intéresse la mesure de hauteur de la coque sur l'eau. La centrale de navigation inertielle utilise les données issues des capteurs de la centrale inertielle, qui n'a pas de capacité de traitement des données, ainsi que les données émises par le radar et le GPS, à l'aide d'algorithmes qui intègrent notamment les données des capteurs inertiels et aboutissent à des données exploitables pour la commande du bateau, à titre principal et dans le cadre fixé par l'invention des données de hauteur de la coque par rapport à la surface fluide et perpétuellement mouvante de l'eau.

[0016] De préférence, selon l'invention, le radar est un radar doppler pulsé, plus particulièrement performant pour mesurer la vitesse relative des objets en mouvement par rapport au radar lui-même, et qui s'applique par conséquent bien à l'environnement changeant procuré par la surface de l'eau en mouvement. Le radar Doppler pulsé émet des impulsions, généralement des ondes radiofréquence, qui se propagent jusqu'à la cible, c'est-à-dire une portion de la surface mouvante de l'eau, où elles sont réfléchies. Lorsque les signaux radar sont réfléchis par l'eau en mouvement, la fréquence des signaux réfléchis est modifiée notamment en fonction de la vitesse relative de ladite portion de surface cible par rapport au radar. Le radar détecte le changement de fréquence des signaux réfléchis et mesure la vitesse de ladite portion ciblée dans les directions radiale (la composante de la vitesse dans la direction du radar) et tangente (la composante de la vitesse dans une direction d'allure normale à celle du radar). Cela permet au système de disposer d'informations instantanées sur le profil

mouvant de la surface de l'eau à une fréquence que l'on imposera élevée (voir ci-après). De fait, le système permet non seulement la mesure de la hauteur de la coque au-dessus de l'eau par le capteur radar, mais encore de traiter des données relatives à la surface liquide indépendamment de l'attitude du bateau.

[0017] La vitesse de mesure de la hauteur est beaucoup plus rapide avec le système à radar de l'invention qu'avec un capteur à ultra-sons, ledit système permettant au surplus d'obtenir un signal de meilleure qualité et plus robuste, ensuite envoyé vers un calculateur du système de mesure ou pour l'affichage temps réel. La vitesse de mesure et la sensibilité sont primordiales pour le fonctionnement sur des surfaces agitées, sachant que ce type de signal n'a été utilisé jusqu'ici que pour des mesures de niveau d'eau dans des réservoirs et canaux où la surface est peu perturbée, à l'inverse du contexte de l'invention où il faut mesurer une surface en mouvement perpétuel rapide à partir d'un dispositif mobile lui-même en mouvement (horizontal et vertical) évoluant sur cette surface. Avec le radar, le GPS et la centrale inertielle, le système de mesure de l'invention intègre en réalité tous les capteurs nécessaires pour être autonome, de sorte que la mesure effectuée est indépendante du modèle physique du navire et ne requière pas de calibration ou de paramétrage spécifiquement dédié à ce navire.

[0018] En pratique, selon l'invention, le radar est apte à mesurer une hauteur entre la coque et l'eau comprise entre 0,2 et 2m. Il est par ailleurs à noter que le système de mesure de l'invention peut comporter un circuit imprimé comportant le radar, une centrale inertielle 6 axes, un magnétomètre 3 axes, un microcontrôleur et des interfaces de communication, ledit circuit imprimé étant logé dans un boîtier étanche intégrant un radôme.

[0019] Le magnétomètre sert pour la détection de l'orientation (comme une sorte de compas électronique) en mesurant notamment la composante magnétique du champ terrestre. Le radôme peut notamment protéger l'antenne du radar.

[0020] L'invention concerne également un bateau dont la coque est munie d'au moins une surface portante immergée de type foil permettant à ladite coque de voler au-dessus de l'eau, et qui comporte au moins un système de mesure selon les caractéristiques énoncées ci-dessus.

[0021] Plusieurs systèmes de mesure peuvent d'ailleurs être positionnés en différents endroits du bateau, permettant d'obtenir une certaine redondance des mesures, ce qui confère un niveau de sécurité bien plus important en cas de défaillance d'un des systèmes.

[0022] En utilisant principalement la composante inertielle de la centrale de navigation inertielle, le système de mesure de l'invention permet d'isoler le mouvement du référentiel de mesure (le bateau) pour obtenir une mesure filtrée correspondant au mouvement de surface de l'eau indépendamment de l'attitude du bateau. La composante inertielle se rapporte à la mesure de l'accélération et de la rotation de l'objet mesuré (la coque du navire), à l'aide d'accéléromètres et de gyroscopes, dans le but de déterminer la position, l'orientation et la vitesse de cet objet en fonction du temps.

[0023] En utilisant principalement la composante navigation de la centrale de navigation inertielle, le système de mesure de l'invention permet d'isoler les composantes (période, hauteur et direction) du système de vagues, indépendamment du cap et de la vitesse du bateau en déplacement. La composante navigation est en pratique obtenue via les données fournies par la composante inertielle (c'est-à-dire les mesures d'accélération et de rotation) pour déterminer la position, l'orientation et la vitesse du navire en mouvement par rapport à un point de départ de référence.

[0024] Les exemples mentionnés ne sont évidemment pas exhaustifs de l'invention, qui englobe les différences de structure/géométrie, de dimensionnements etc. qui peuvent affecter le système de mesure ou le navire.

Revendications

- [Revendication 1] Système de mesure de la hauteur de vol d'un bateau dont la coque est munie d'au moins une surface portante immergée de type foil permettant à ladite coque de voler au-dessus de l'eau, caractérisé en ce qu'il comporte :
- un radar de mesure de la hauteur de vol de la coque du bateau par rapport à l'eau ;
 - une centrale inertielle comportant au moins des capteurs inertiels d'accélération linéaire et de la vitesse de rotations sur trois axes ;
 - un dispositif de géo-positionnement de type GPS ;
 - une centrale de navigation inertielle munie d'une unité de traitement des signaux électroniques issus du radar, des capteurs de la centrale inertielle et du dispositif de géo-positionnement, comportant des moyens de traiter lesdits signaux électroniques en vue d'obtenir à chaque instant au moins une information de hauteur de la coque par rapport à l'eau.
- [Revendication 2] Système de mesure de la hauteur de vol d'un bateau selon la revendication précédente, caractérisé en ce que le radar est un radar doppler pulsé.
- [Revendication 3] Système de mesure de la hauteur de vol d'un bateau selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que le radar est apte à mesurer une hauteur entre la coque et l'eau comprise entre 0,2 et 2m.
- [Revendication 4] Système de mesure de la hauteur de vol d'un bateau selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'il comporte un circuit imprimé comportant le radar, une centrale inertielle 6 axes, un magnétomètre 3 axes, un microcontrôleur et des interfaces de communication, ledit circuit imprimé étant logé dans un boîtier étanche intégrant un radôme.
- [Revendication 5] Bateau dont la coque est munie d'au moins une surface portante immergée de type foil permettant à ladite coque de voler au-dessus de l'eau comportant au moins un système de mesure selon l'une des revendications précédentes.
- [Revendication 6] Bateau selon la revendication précédente, caractérisé en ce que plusieurs systèmes de mesure sont positionnés en différents endroits du bateau.

Abrégé

Système de mesure de la hauteur de vol d'un bateau dont la coque est munie d'au moins une surface portante immergée de type foil permettant à ladite coque de voler au-dessus de l'eau.

Le système comporte :

- un radar de mesure de la hauteur de vol de la coque du bateau par rapport à l'eau ;
- une centrale inertielle comportant au moins des capteurs inertiels d'accélération linéaire et de la vitesse de rotations sur trois axes ;
- un dispositif de géo-positionnement de type GPS ;
- une centrale de navigation inertielle munie d'une unité de traitement des signaux électroniques issus du radar, des capteurs de la centrale inertielle et du dispositif de géo-positionnement, comportant des moyens de traiter lesdits signaux électroniques en vue d'obtenir à chaque instant au moins une information de hauteur de la coque par rapport à l'eau. |