

19 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
PARIS

11 N° de publication : 2 628 703

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

21 N° d'enregistrement national : 88 03598

51 Int Cl⁴ : B 63 H 9/06.

12 DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

22 Date de dépôt : 15 mars 1988.

30 Priorité :

43 Date de la mise à disposition du public de la
demande : BOPI « Brevets » n° 38 du 22 septembre 1989.

60 Références à d'autres documents nationaux appa-
rentés :

71 Demandeur(s) : MOULIN Olivier. — FR.

72 Inventeur(s) : Olivier Moulin.

73 Titulaire(s) :

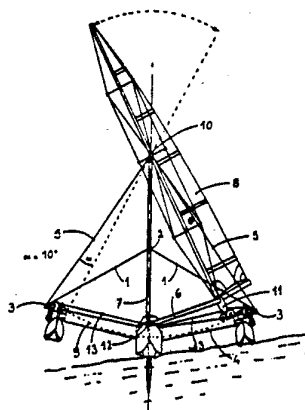
74 Mandataire(s) :

54 Voilure pendulaire à incidence variable.

57 Elle comprend une voilure 8 assymétrique en surface et en profil, de type classique, articulée en 10, qui peut se mouvoir de façon pendulaire en roulant grâce à un chariot 11 sur le bras de jonction 4, dans lequel est agencée une piste 9 en arc de cercle autour de 10, lui permettant un débattement pendulaire de 45° de part et d'autre de la coque centrale.

Ce mouvement est guidé par un ensemble de deux mâts 6 et 7 triangulés, géométriquement indéformables, maintenus de part et d'autre de la coque en 3 par un jeu de haubans 1 et 5 prévu à cet effet.

Cet artifice permet d. régler cette incidence pendulaire dont le but est de sustenter le voilier de façon variable fonction des allures de navigation. Le déplacement pendulaire est contrôlé au niveau du chariot 11 par un câble tracteur 13 qui en assure le maintien en position, ainsi que son mouvement, grâce à un treuil à tambour enrouleur, dérouleur, situé dans la coque principale. Ce gréement est doté d'un profil réversible et d'un centre de poussée, situé largement en dessous de son point de rotation pendulaire.



FR 2 628 703 - A1

D

La présente invention concerne un dispositif qui permet à une voile ou gréement d'un voilier multicoque de se mouvoir de façon pendulaire autour d'un point situé au coins au dessus de la moitié supérieure du bord d'attache de celle-ci.

5 Ce mouvement pendulaire se fait latéralement jusqu'à un angle de 45° maximum, afin de créer un effet sustentateur qui tend à alléger la coque et à annuler l'effet de gîte néfaste commun à tout voilier actuel. Le mouvement est mélangé à une rotation de la base de cette voile autour d'un axe situé à 10 l'avant du voilier d'une amplitude de 45° de part et d'autre de l'axe du voilier, ceci afin de pouvoir déplacer le centre de poussée vélique d'au moins 10% par rapport à la longueur totale de l'engin. Ce déplacement permet de rendre la carène du voilier plus performante, fonction des allures du vent, 15 en déplaçant le centre de poussée vélique par rapport au centre de poussée dynamique de la coque.

Le système offre le gros avantage de pouvoir employer n'importe quel type de gréement existant, ce gréement ou voile restant humainement manoeuvrable, c'est le vent lui-même qui déplace le gréement, le centre de poussée vélique 20 étant en dessous du point d'articulation, le gréement est simplement contrôlé en déplacement par un jeu judicieux de poulies constituant un système de va et vient du gréement d'un bord à l'autre du bras de jonction animé par un treuil 25 manuel, videur dévideur, hydraulique, voire électrique, qui sert à mouvoir, freiner ou bloquer la position du gréement fonction des allures. L'extrémité supérieure du mât incliné est donc solidaire du gréement et se trouve maintenue géométriquement à la verticale de l'axe de la coque par deux 30 haubans dimensionnés à cette épreuve. Ces deux haubans sont encrés à leur base chacun à une extrémité du bras de jonction des trois coques créant un angle supérieur à 90° en ouverture et dont le sommet est le point de pivotement du gréement. Ce triangle indéformable peut pivoter autour du mât incliné 35 de façon pendulaire. L'extrémité en mouvement est supportée

par un charriot à deux roues munies de deux pneumatiques. Ce charriot permet au grément de se mouvoir sur le bras de liaison des trois coques grâce à une piste prévue à cet effet en arc de cercle autour de l'axe de rotation du couple grément triangle. (fig. 1.2.3.4)

L'effet sustentateur d'une voilure a été déjà traité de trois façons :

- 10 - La première est réalisée sous la forme d'un cerf-volant relié à la coque par un cable lui permettant la force de propulsion et de sustentation .
- 15 - La deuxième solution est l'aile pyramidale constituée de trois tronçons d'aile à profil rigide constituant un triangle à angle droit symétrique dont les deux montants servent successivement à la propulsion lors d'un basculement d'un bord à l'autre, la partie inclinée à 45° gardant sa fonction sustentatrice.
- 20 - La troisième solution plus récente est l'aile en T. Un mât relie la coque à une aile symétrique de façon à créer avec elle une forme en T. La longueur du mât est égale à la moitié de l'aile. Ce T est articulé à sa base, ce qui permet d'incliner cette voilure d'un bord à l'autre et ainsi
- 25 d'obtenir un angle de 45° par rapport à la surface de l'eau, ce qui crée un couple de sustentation et de propulsion.

Ce couple de sustentation commun à ces trois types de voilure tend à alléger la coque en contact avec l'eau et donc à

30 diminuer la surface mouillée d'où un gain de vitesse considérable. Par contre, l'utilisation de ces voilures est d'un emploi difficile à contrôler humainement, force et rapidité de réaction étant nécessaires fonction des éléments. Ces voilures se pilotent comme l'aile d'un avion avec les mêmes

35 commandes en trois axes.

Les grandeurs perturbatrices sont le mouvement de l'eau, vague, clapot, la force du vent rarement constante et rarement en écoulement laminaire.

5 Les technologies employées pour contrôler ces paramètres font appel à celles de l'aviation, servo moteur électrique ou hydraulique asservi en position commandée par un ordinateur qui analyse constamment les paramètres tels que pression, vitesse, débit, orientation, températures des éléments déjà cités

10 Les surfaces des voilures considérées ne sont pas modulables fonction de la force du vent, d'où un domaine d'utilisation assez pointu, restreint pour obtenir leur fonctionnement optimal. Les voilures sont très performantes pour battre des records de vitesse dans des conditions bien définies. De plus, le rendement de sustentation diminue et même s'annule en arrivant aux tendan-
15 ces vent arrière car la voile doit se retrouver perpendiculaire à l'axe d'avancée de la coque afin de produire la plus grande surface projetée possible. De plus dans ce cas-là, l'effet de bras de levier de ce gréement au bout de 1 ou 2 mâts aile croît au détriment de la tenue en cap du voilier.

20 Par petit temps, il est impossible de gréer un spinnecker ou génois afin d'accroître la propulsion, car il n'y a aucun point fixe dans la voile. De plus, le centre de poussée vélique se trouve placé très haut à l'extrémité du mât de l'aile en T, par exemple.

25 Lors du basculement du gréement, l'intrados du plan porteur reste l'intrados, pareillement pour l'extrados, c'est un profil non réversible.

30 Le dessin annexé, donné à titre d'exemple, permettra de mieux comprendre l'invention, les caractéristiques qu'elle présente, et les avantages qu'elle est susceptible de procurer

Fig. 1 est une vue de côté d'un voilier multicoque (22) équipé de sa voile pendulaire.(d)

35 Fig. 2 est une vue de dessus d'un voilier multicoque, équipée de sa voile pendulaire (e) en position sustentatrice déporté sur sa gauche.

Fig. 3 est une vue de face d'un voilier multicoque équipé de sa voilure pendulaire⁽⁸⁾ en position sustentatrice déportée sur sa gauche.

5 Fig. 4 est une vue de dessous du voilier, le gréement étant dans l'axe de celui-ci.

Fig. 5 est une vue de côté d'un voilier multicoque équipé d'une voilure pendulaire mixte : mât aile (8a), voile latée (8b), réversible selon la coupe (A), et d'une voile petit temps (14)

10 Fig. 6 est une vue de côté d'une voilure pendulaire à profil rigide, réversible selon la coupe (B), en trois parties articulées A, B, C, autour d'un axe vertical.

15 Fig. 7 est une vue de dessous et une vue en coupe du bras de jonction, creusé de sa piste en arc de cercle, et de son chemin de cable de commande.

Fig. 8 est une vue de face, vue de dessus et une de côté du chariot et son équipement.

Fig. 9 est une vue de dessus et une de côté de la butée avant.

20 Fig. 10 est une vue de face et une de côté de la jonction supérieure du gréement avec le mât oblique.

25 Fig. 11 représente les deux positions extrêmes de la voilure qui mettent en évidence le déplacement du centre de poussée velique par rapport à l'axe de la coque principale.

Fig. 12 représente les quatre cas de figures de fonctionnement de ce gréement pendulaire, par rapport aux directions multiples du vent signalées par les flèches numérotées.

30 Fig. 13 représente les trois positions différentes d'une voilure pendulaire, celle-ci étant bordée dans l'axe du bateau, surface projetée maximum.

Selon le mode de réalisation préférentiel, ce gréement(8) ou voilure est donc animé de deux mouvements simultanés.

Le premier : inclinaison du gréement d'un bord à l'autre du voilier contrôlé en mouvement et position par le treuil (21), (20),
 5 débattement maximum de 90° (voir figure 12)

Le deuxième : avancée du gréement d'au moins 10% du centre de poussée vélique par rapport à l'axe du bateau (figure 11)

On ne tiendra pas compte de l'incidence de la voile par rapport au vent. Nous raisonnerons en surface projetée. On

10 s'aperçoit que celle-ci diminue quand le gréement s'incline de E vers D, et que le centre de poussée vélique s'avance en même temps, favorable aux allures très près jusqu'au

largue (figure N° 12.I) entre (E) et (D), ce qui a pour effet d'appuyer sur l'avant des coques et d'augmenter ainsi l'effet

15 anti dérive de la carène, d'où un meilleur cap. Aux allures portantes (grand large à (i) vent arrière, on centre la voilure (figure 12.III). La poussée vélique se trouve dans l'axe du bateau

et reculée afin de faire talonner le bateau sur l'arrière en allégeant le flotteur sous le vent. L'effet sustentation devient

20 presque nul car le gréement devient perpendiculaire au vent (fig. 12 II) et la poussée vélique crée une force énorme, au bout du bras de levier L, qui devient parallèle en sens d'avancée du voilier et qui a pour tendance de le faire loffer. Ce problème

disparaît en centrant le gréement. Par petit temps (fig. 12 IV)

25 il est intéressant de désaxer légèrement le gréement afin d'offrir la plus grande surface projetée au vent en le déplaçant de la valeur de l'angle de gîte, d'où perpendicularité par rapport au vent, et ceci en allure très près jusqu'au large .

30 Le chariot, pièce maîtresse de l'invention, a cinq fonctions distinctes dans le fonctionnement de cette voilure: (fig. 8)

- La première est de supporter le poids du gréement.

- La deuxième lui permet de se déplacer d'une extrémité du bras de jonction des 3 cocues à l'autre en roulant sur une piste prévue à cet effet.

35 - La troisième transmette la poussée vélique du bas du gréement au mal horizontal dont il est mécaniquement solidaire.

La jonction supérieure (figure 10) du mât oblique (7) est une chappe manchonnée (47) sur celui-ci, coudée afin de se fixer perpendiculairement sur le mât (44) ou voilure, grâce à un tenon (48) qui lui est solidaire.

5 Cette jonction est dimensionnée de façon à contenir les efforts de la poussée vélique FV qui se décompose en une force de réaction des haubans latéraux FM, et la force de propulsion fp qui est transmise à la coque à travers cette jonction, et ce mât (7).

10 Ces haubans (5) sont fixés à cette articulation sur la pièce (47), grâce à 2 oreillettes (48) sur lesquelles ils sont fixés grâce à des chapes (49), qui laissent un certain degré de liberté latérale au gréement nécessaire au mouvement pendulaire de 60° de part et d'autre de la verticale. Les points d'encrage (3) (figure 3), page 2, sur le
15 bras de jonction des coques (4) sont placés de façon à obtenir un angle minimum de 10° entre le hauban (5) et l'axe du gréement, afin d'obtenir un empatement suffisant à la solidité et à l'équilibre de l'édifice.

20 Il doit d'ailleurs être entendu que la description qui précède n'a été donnée qu'à titre d'exemple, et qu'elle ne limite nullement le domaine de l'invention dont on ne sortirait pas en remplaçant les détails d'exécution décrits par tous autres équivalents. En
25 particulier, toute autre forme de réalisation de support autorisant les mêmes degrés de liberté à un gréement pendulaire peut-être envisagé sans sortir du cadre de l'invention, à condition qu'elle présente la même fonction.

REVENDEICATIONS

- 1/Dispositif qui permet à un grément ou voilure(8) de s'incliner de façon pendulaire latéralement jusqu'à un angle de 45° maximum de part et d'autre du voilier afin de pouvoir régler l'effet sustentateur variable de la voilure, façon pendulaire mélangée à une rotation de la base de cette voilure au bout du mât horizontal(6), autour d'un axe ou butée(12) situé à l'avant du voilier, pour déplacer le centre de poussée vélique sur une longueur suffisante par rapport à la longueur totale de la coque en surface projetée pour des raisons d'efficacité de carène, le tout suivant les allures de navigation, dispositif caractérisé en ce qu'il est constitué d'un mât horizontal (6) solidaire en rotation à un mât oblique(7) par une butée(12) fixée à l'avant de la coque, qui forme ainsi un triangle indéformable grâce à la liaison de ces deux mâts avec celui principal de la voilure considérée, elle-même supportée par un chariot(11) qui lui permet de se déplacer, de part et d'autre du voilier sur une piste(9) aménagée dans le bras de liaison(4), en arc de cercle autour du point de rotation(10): liaison supérieure du triangle indéformable située et maintenue à la verticale de la coque par deux haubans(5) prévus à cet effet et ancrés chacun à une extrémité du bras de jonction en(3), liaison permettant ainsi l'angulation pendulaire de la voilure contrôlée en déplacement au niveau du chariot (11) par un treuil videur dévideur et un jeu judicieux de poulies (17), (18), qui guident le câble tracteur (13) et assure ainsi le maintien dans la position choisie par le navigateur, l'incidence de la voilure étant contrôlée de façon conventionnelle par une écoute de grande voile dimensionnée à cet effet.
- 2/Dispositif selon la revendication 1 caractérisé en ce que ce grément ou voilure est unique en fonctionnement normal et en ce qu'il est possible de gréer sur l'avant de ce dispositif des voiles de grande surface pour le petit temps, grâce à un point fixe (10) situé suffisamment haut qui en permet la fixation, et ceci quand le grément principal est en position petit temps

- La quatrième contient la traction vers le haut de la baume et contient l'angle de 90° quelque soit l'incidence du gréement grace au hale bas prévu à cet effet.

5 - La cinquième solidaire du système de va-et-vient, il suit les sollicitations des deux cables qui maintiennent le chariot en traction comme en propulsion à la position choisie fonction de l'allure.

10 Le chariot est constitué d'un corps (25) sur lequel est articulé un fléau (29) à 3 paliers prévus à cet effet. Deux roues (33) sont fixées à ce fléau de manière courante et dimensionnées à cet effet. Un rail (31) supporte l'articulation (40) de la baume (37) et l'encrage (28) du halebas (39). Deux oreilles (38) permettent la fixation des cables (30) du va-et-vient

15 grâce à deux chappes (27). Le mât avant horizontal (7) vient s'encaster dans une encoche du corps (25) dont il est solidaire dans tout mouvement, verrouillé par un axe (43). Une embrase (36) contient le pied du mât (44) en poussée de haut

20 en bas et en rotation autour de l'axe (41) détrompé par un axe (42) vertical qui s'encastre dans le corps (25). Deux oreilles (32) sont fixées sur l'embrase (36) afin de fixer les tirants de la première barre de flèche sur le mât (44) proprement dit.

25 Le bras de jonction monobloc en stratifié carbone moussé (figure 7.1) est creusé d'une piste (9) qui permet le va-et-vient du chariot d'une extrémité à l'autre de celui-ci. Cette piste est en arc de cercle autour de l'axe de rotation du gréement.

30 Un treuil (21) manuel, hydraulique ou électrique muni d'un tambour videur, dévideur(20) permet de mouvoir ou retenir le gréement entre les deux poulies (17). Deux tendeurs (18) permettent de maintenir en tension les deux cables tout en laissant coulisser dans les poulies.(16). Les poulies (19)

35 assurent la sortie des deux cables (13) de la coque principale (22). Un frein à tambour (23) permet de bloquer

en position le tambour, donc le chariot, et de contenir les tractions de fonctionnement du gréement. Un trou (24) permet d'évacuer l'eau qui s'accumule sur la piste (3) pendant l'évolution à grande vitesse du bateau.

5 La force de sustentation est suffisamment importante pour être exploitée, à l'incidence 55° du gréement. Au delà il est impératif d'utiliser un profil dit rigide et réversible (figure 6) , car l'incidence d'attaque de la
 10 voilure à 45° d'inclinaison se fait à des angles très faibles par rapport au vent, incidence qu'une voile ne peut exploiter vu le phénomène de vrillage de celle-ci. On utilise donc dans ce cas précis une aile en deux parties articulées, créant un effet de fente au niveau de l'articulation ou
 15 phénomène venturie qui redonne de la vitesse aux filets d'air sur l'extrados intéressant aux allures portantes. Dans ce cas on privilégie le respect de la forme de l'extrados qui est réversible lors d'un changement de bord.

 On peut dans le cas d'utilisation de l'aile rigide à profil réversible supprimer la fonction du mât avant (6)
 20 horizontal qui nous obligera à avancer quelque peu l'implantation de la voilure . La trajectoire de roulement du chariot devient perpendiculaire à l'axe de la coque principale. On utilisera donc un système de glissière en arc de cercle autour du point de rotation de la voilure ;
 25 cette glissière guidera la voilure dans sa trajectoire latérale. Ce fonctionnement à 45° est très pointu. En cas de survente, on contrôle la portance de l'aile par l'ouverture de l'angle de la partie B par rapport à celui de C, par un système de tarrage de 2 ressorts guidés (15) qui maintiennent B par rapport à C, comparable au principe de fonctionnement d'une soupape de sécurité.
 30

 La force de basculement pendulaire du gréement est due au moment de force du couple $FV \times l$ centré au point de pivotement O; cette force est d'ailleurs utilisée pour le
 35 déplacement du gréement. (fig.13 II) (FV =force du vent)

Ce basculement pendulaire de rotation est dans un sens opposé à celui de la gîte. (f_p = force de propulsion)

5 La force de gîte diminue car elle est proportionnelle à la différence $f_p - f_s$. Cette force est maximum sur un gréement vertical car $f_p = FR$ $f_s = 0$. (f_s = force de sustentation)

Cette force de gîte est égale à 0 quand ce gréement est à 45° par rapport à l'eau car $f_p - f_s = 0$ cas N° III (figure 13). Quand f_v augmente, f_s aussi et quand $f_s = FG$ le bateau commence à "voler." (f_G = force de gîte)

10 Il est évident que la force de propulsion en agissant sur le profil de la voilure crée en contre réaction à la force antidérive de la coque une force vers l'avant, principe de fonctionnement de tout voilier.

15 Le principe de fonctionnement de cette voilure sur cette coque de trimaran est donc un système intermédiaire entre les cas I et III (fig. 13), avec un point de rotation pendulaire suffisamment haut afin que le déplacement du centre de poussée vélique soit suffisamment important en surface projetée (figure 5) lors de la rotation autour de l'axe O. Le déplacement est d'au moins 10% par rapport à la longueur totale de la coque (immergée).

20 Un bateau propulsé par un gréement courant subit les effets néfastes de la gîte, phénomène bien connu engendré par la force du vent FV (figure 13) I sur le gréement. (On considère le gréement comme une surface perpendiculaire au vent). Cette force FV axée sur le centre de poussée du gréement crée une force de réaction FR perpendiculaire à cette surface, et un moment de force par rapport au bras de levier de longueur L égale à la distance entre le centre de poussée vélique et le centre de poussée de la coque qui offre une force antidérive FC par le franc bord de ladite coque et sa surface de dérive. Il en résulte donc une force qui tend à basculer la coque et à appuyer sur le flotteur force de gîte f_G sous le vent dans le cas d'un trimaran, cas étudié pour ce projet. Le flotteur tend à s'enfoncer dans l'eau, d'où une surface mouillée et un déplacement d'eau qui croît avec la force f_G de gîte.

25

30

35

Le cas étudié sur la réalisation permet une inclinaison 60° par rapport à l'eau - (Figure 13) II

5 La force FV du vent projetée sur le centre de poussée vélique se décompose en 2 forces : fs force de sustentation, et fp force de propulsion du gréement.

La force résultante FR tend vers le haut perpendiculaire à la surface du gréement.

10 L'intérêt d'avoir un point fixe (50) dans cette voilure par rapport aux systèmes antérieurs de voilure à sustentation, est de pouvoir fixer et gréer une voile de grande surface spinnecker (44) pour le petit temps. Un mât aile (40) est une solution plus aérodynamique qu'un mât haubané classique. (fig.5)

15 Son centre de rotation (46) se trouvera avancé par rapport à l'axe de la baume (47). Deux haubans supplémentaires (1) (figures 1 & 3) servent à contenir la flexion dirigée naturellement vers l'avant du mât oblique sous l'effet de la force vélique. En effet, l'axe de fixation (F) (figure 9) est en arrière par rapport à l'axe du mât (G) sous l'effet de la force F venant du haut, la flexion se fait sur l'avant, ces deux haubants sont amarrés aux deux extrémités du bras de jonction en (3) (figures 1 & 3) et au milieu du mât oblique en (2).

20

25 La butée avant (figure 9.I) est constituée d'une pièce de jonction (45) manchonnée sur le mât horizontal (6), et articulée dans le sens vertical pour le mât oblique (7), ceci pour des commodités d'aide au montage de la voilure. Cette pièce de jonction est solidaire de l'articulation qui permet une rotation de 90° du couple triangle voilure

30 autour de l'axe que constitue le mât oblique. L'articulation est réalisée sous la forme d'une chappe à bille (42) qui nous donne les degrés de liberté suffisants, chappe fixée à la coque par un goujon prévu à cet effet qui se visse dans un insert (46) ancré dans le stratifié de la coque,

35 de manière usuelle. Cette jonction articulée, sur laquelle se centre la plus grosse partie de la poussée vélique est donc dimensionnée à cet effet.

3/Dispositif suivant la revendication 1 caractérisé en ce que ce grément ou voileure est contrôlé dans son incidence par un treuil à tambour videur dévideur(21) qui a pour fonction de propulser par l'intermédiaire du cable (13) du chariot (11)

- 5 la base de la voileure d'un bord à l'autre sur la piste (9) et de la maintenir en position par un frein prévu à cet effet et de retenir le grément lors de son fonctionnement dans la position choisie et de contrôler son déplacement

4/Dispositif suivant la revendication 1 caractérisé en ce que

- 10 le hale bas doit être dimensionné par rapport aux proportions du grément, et que tout autre moyen existant visant à la même fonction, qui est d'éтарыquer le grément vers le bas, peut être envisagé tel que écoute de grande voile sur glissière, solidaire d'un deuxième bras de jonction des coques.

- 15 5/Dispositif suivant la revendication 1 caractérisé en ce que le couple triangle et voileure se déplace sur un chariot muni de roues et sur une piste (9), un système de guidage par glissière ayant la même fonction et dimensionné à cet effet nous permettant de supprimer le mât avant horizontal (6).

- 20 6/Dispositif suivant l'une quelconque des revendications précédentes caractérisé en ce que ce dispositif nous permet d'utiliser tous les types de voileure à profil réversible connu, à profil épais ou fin, à structure rigide, souple, ou articulée.

Fig. 3

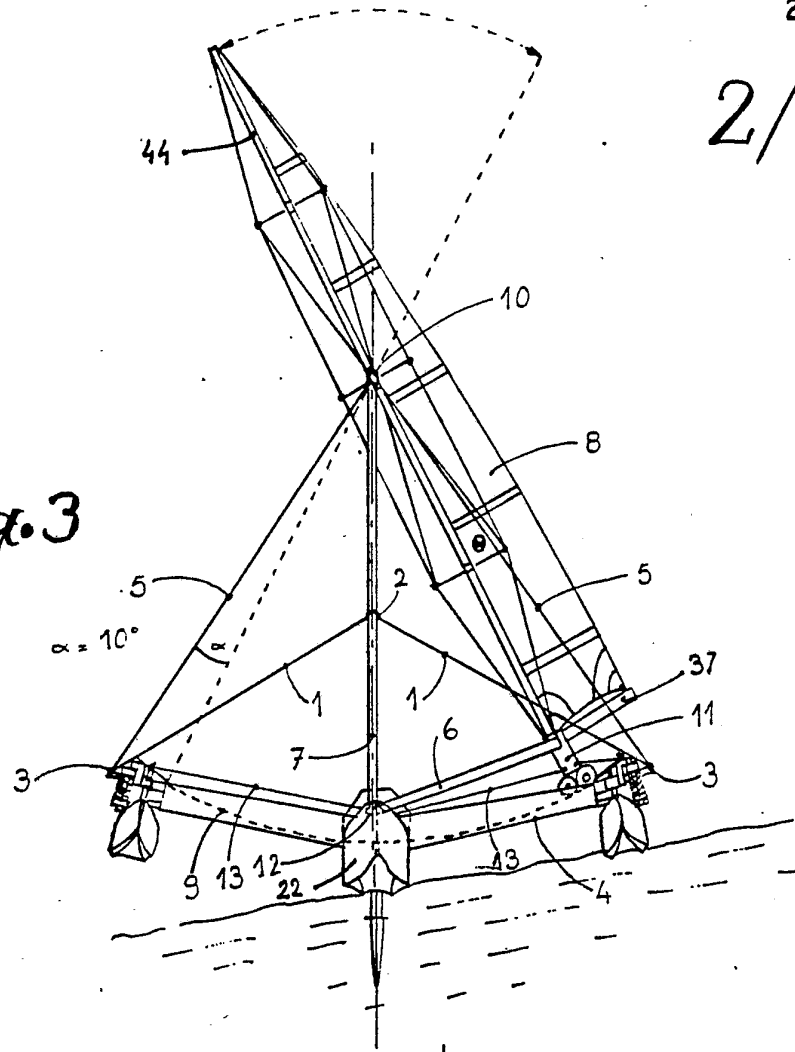
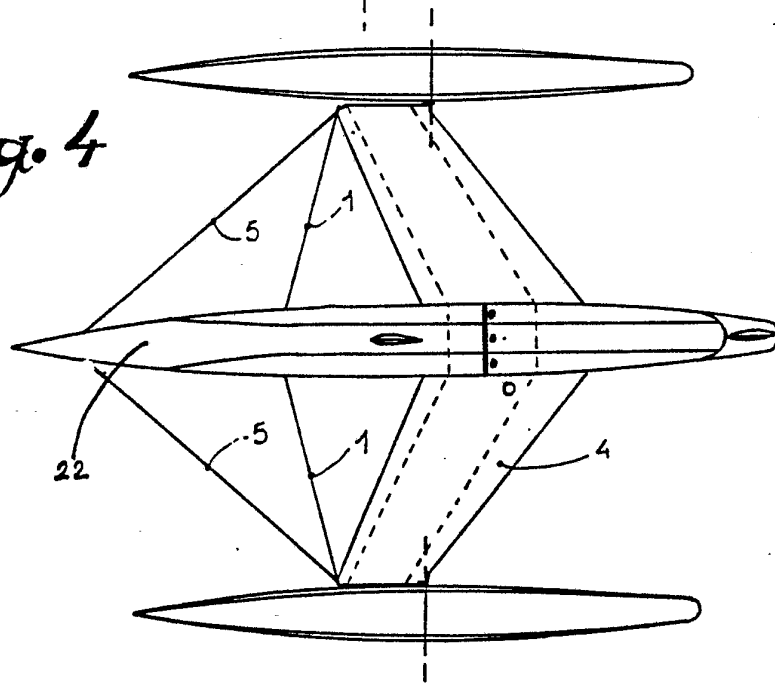


Fig. 4



3/10

Fig. 5

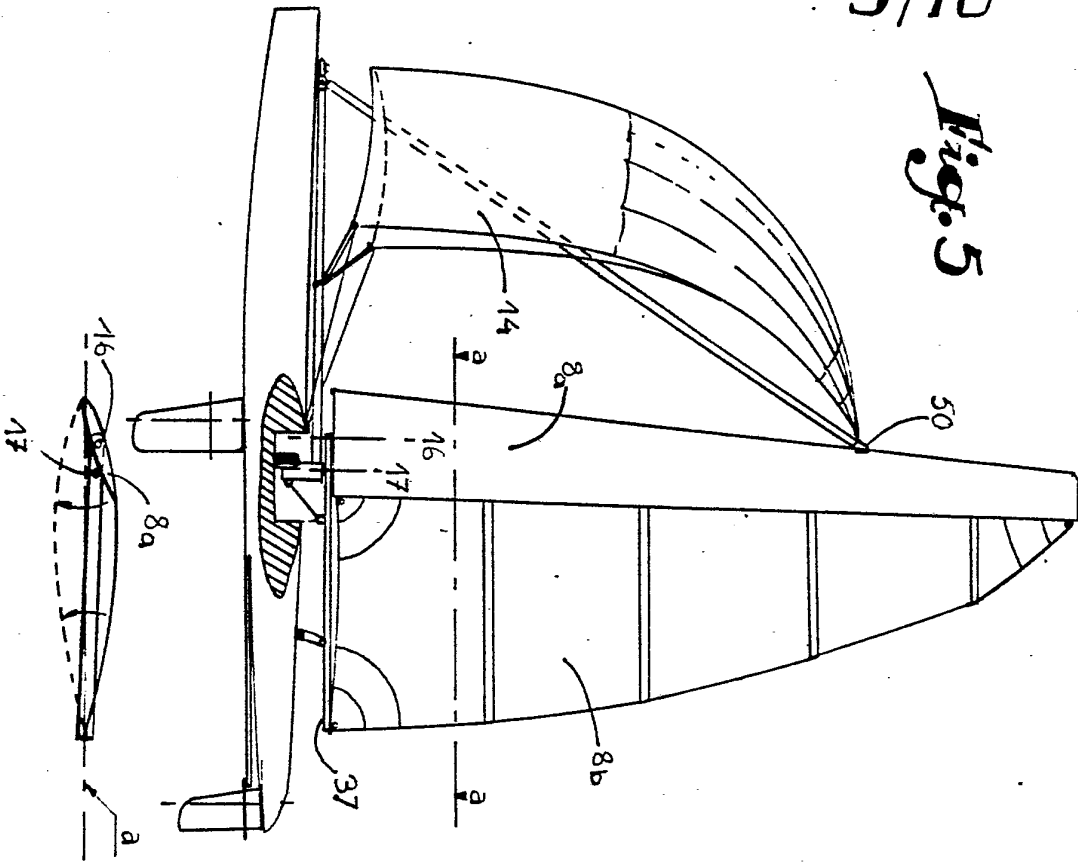
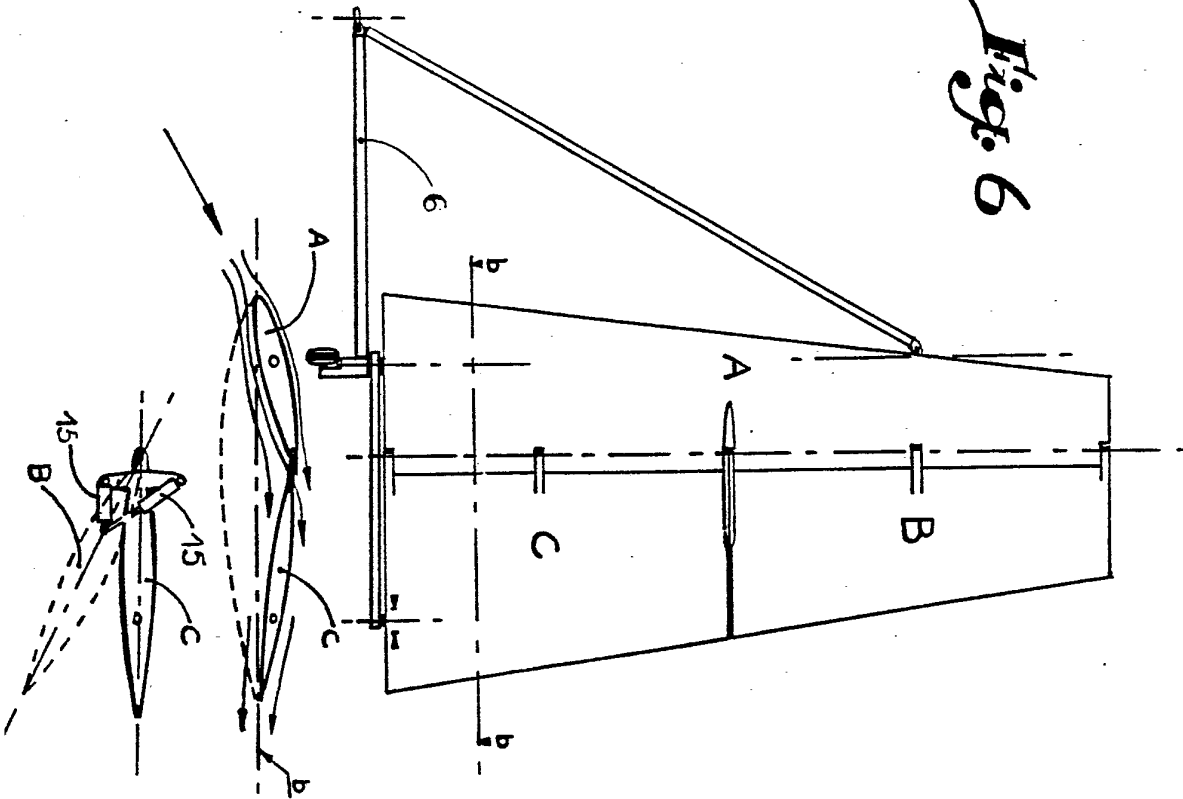
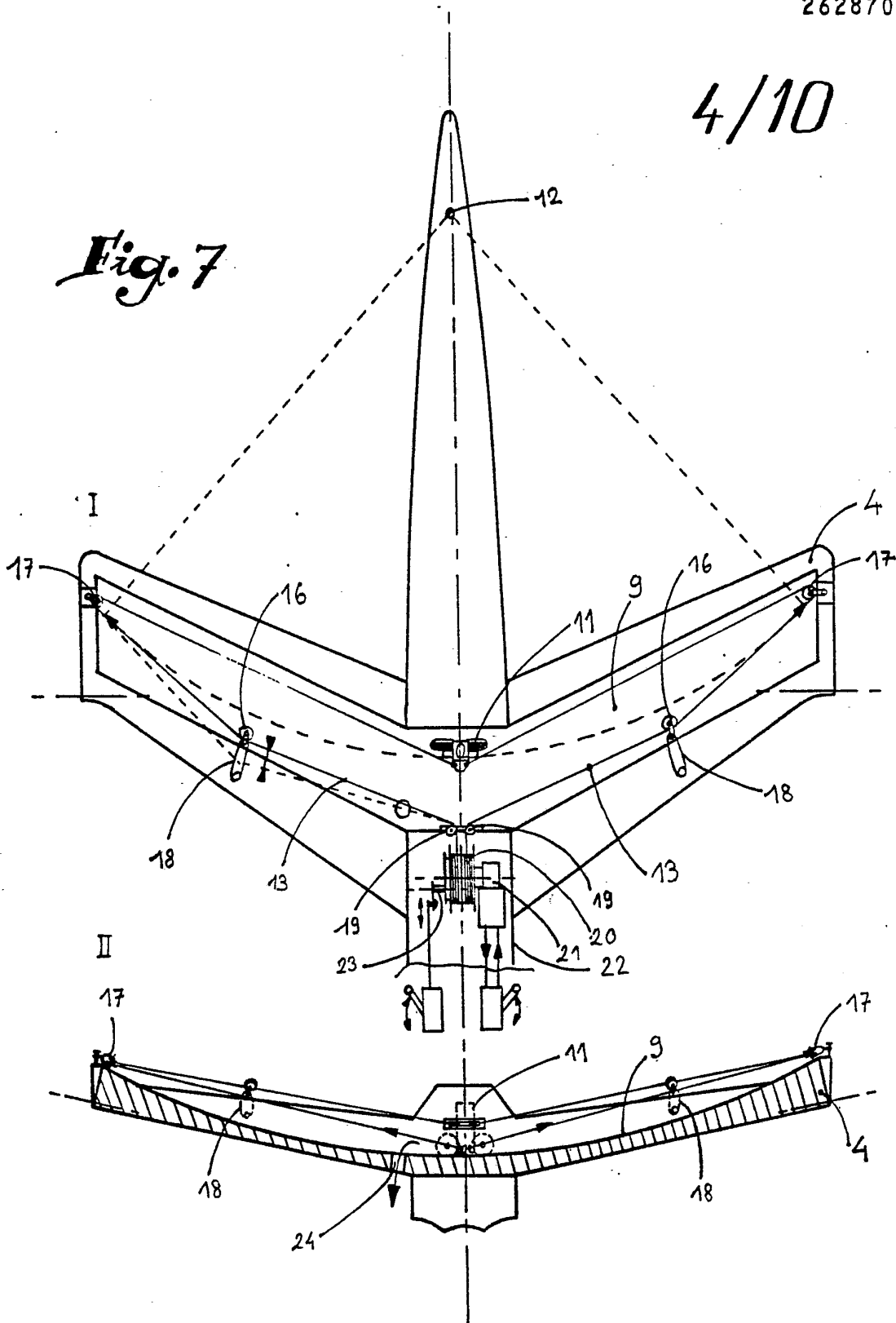


Fig. 6



4/10

Fig. 7



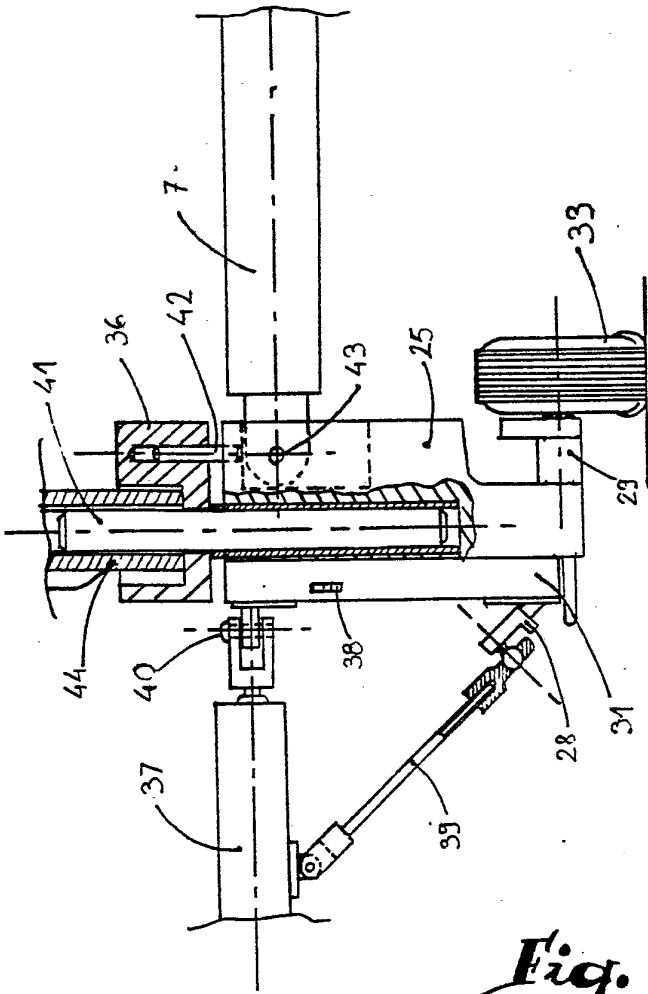
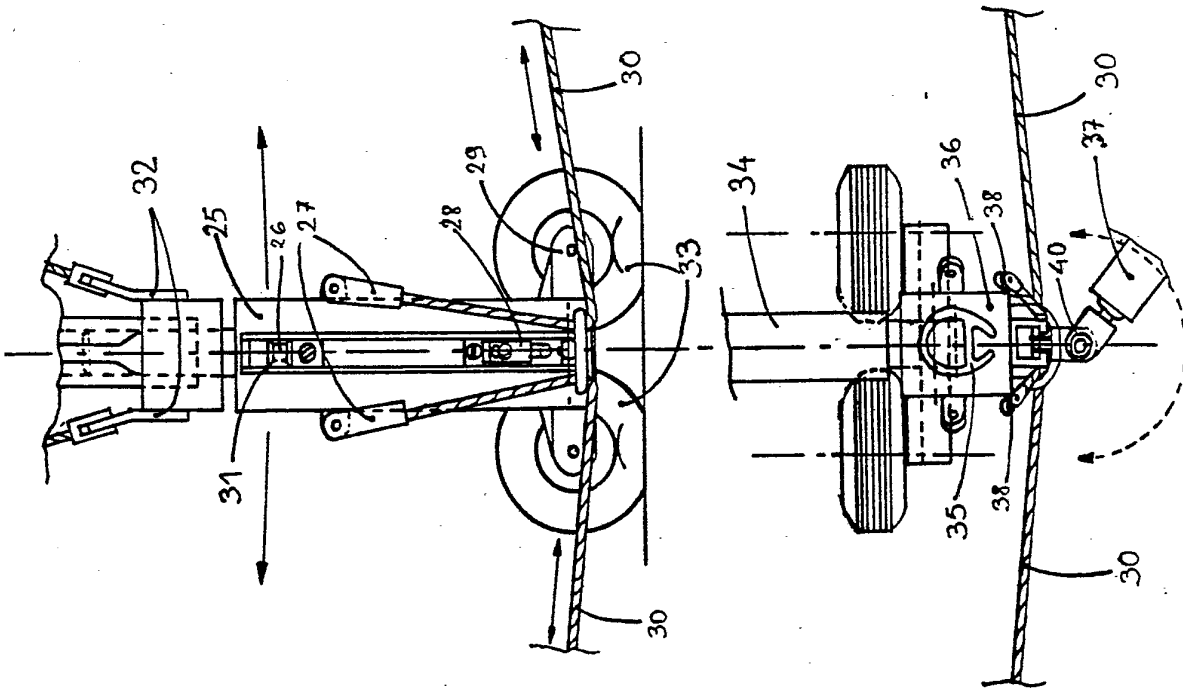
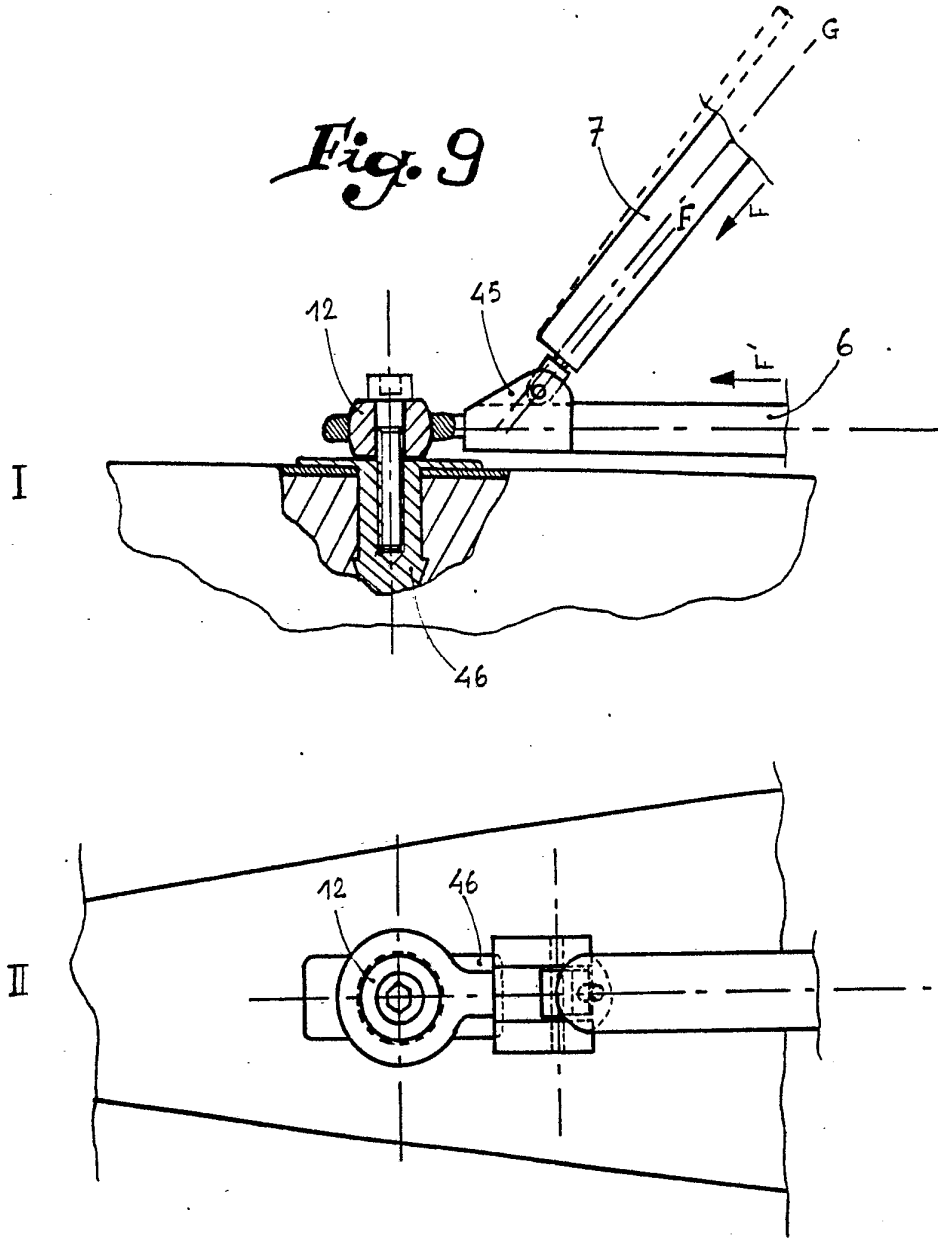


Fig. 8



6/10

Fig. 9



7/10

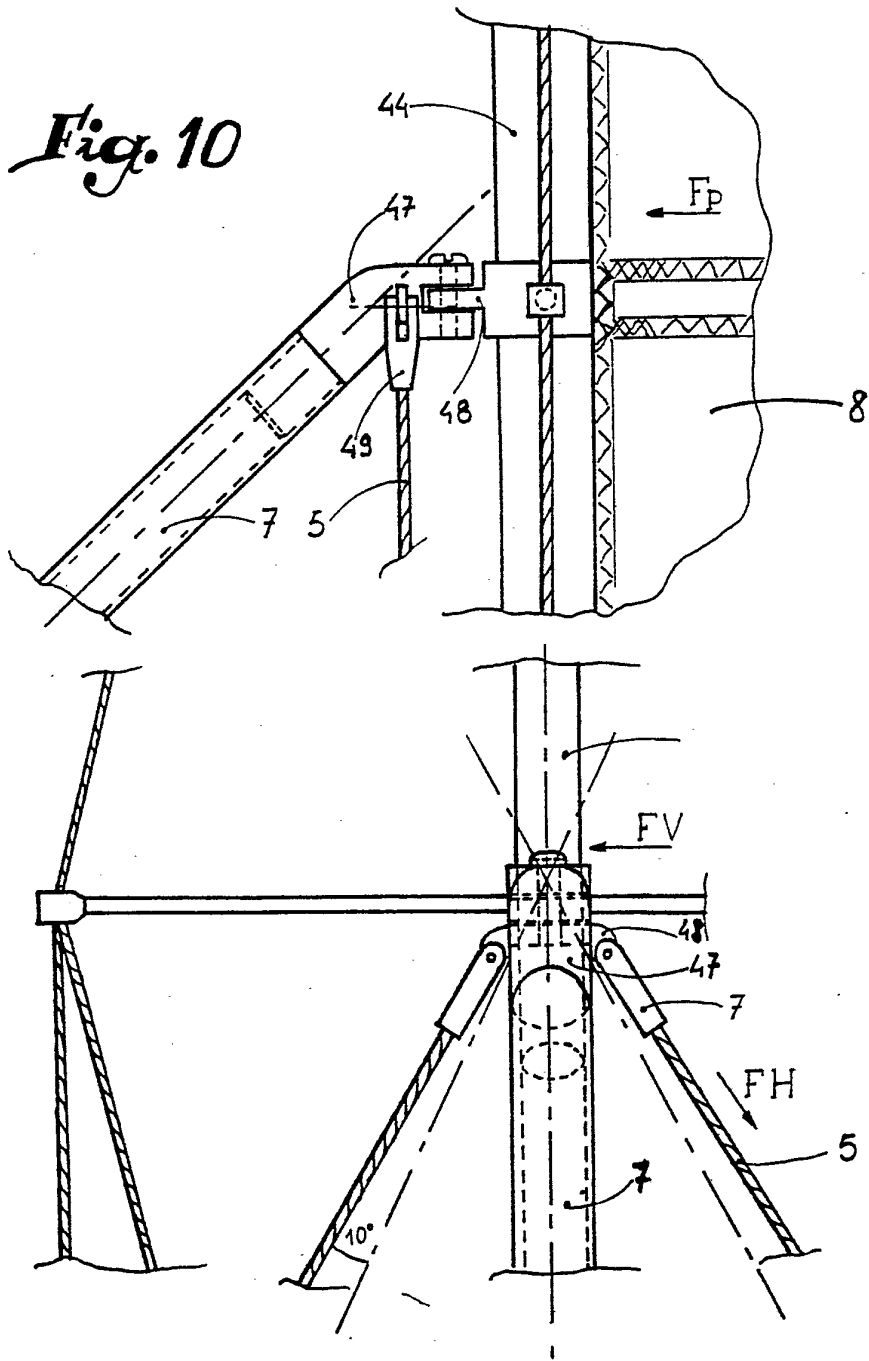
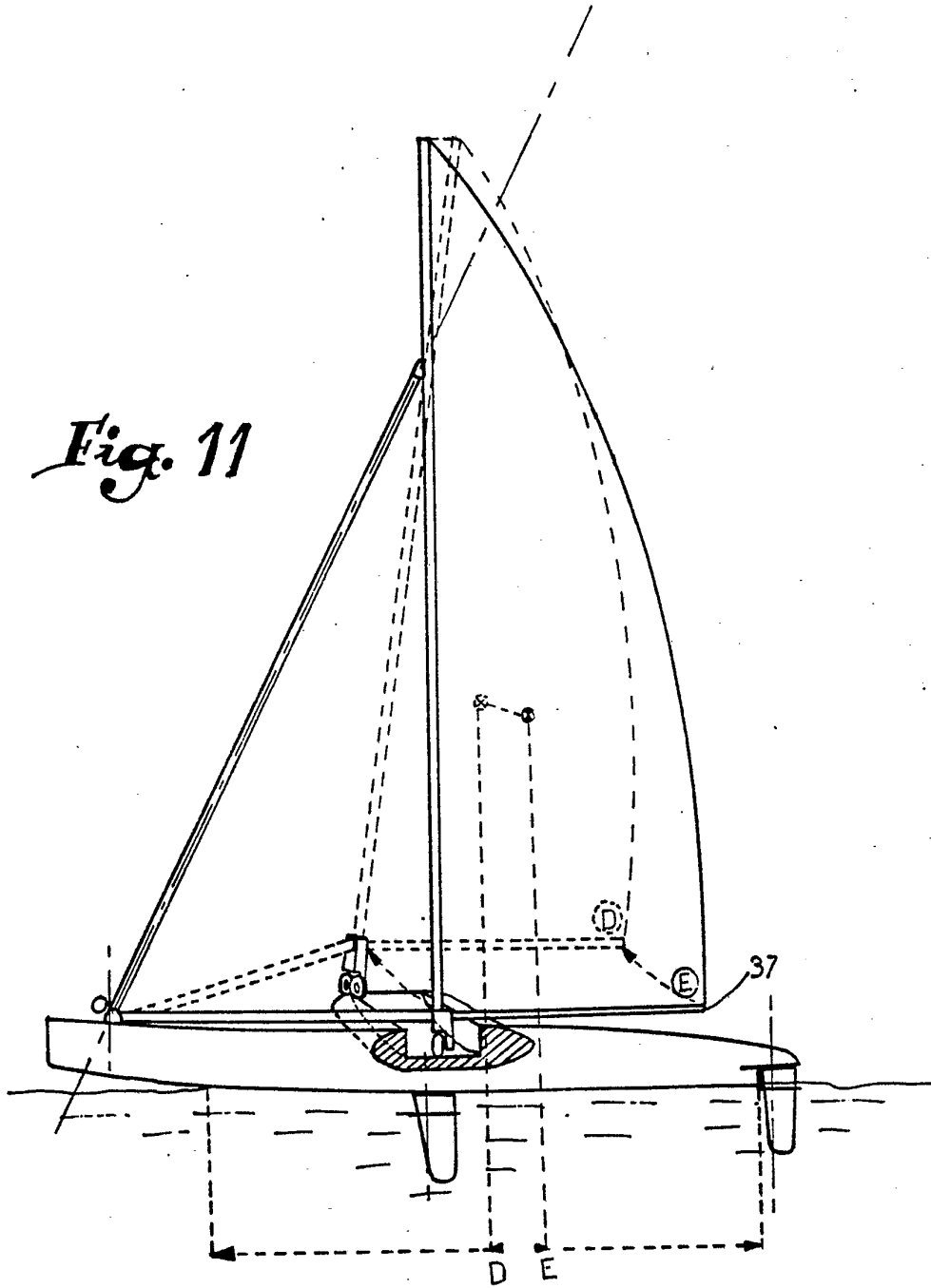
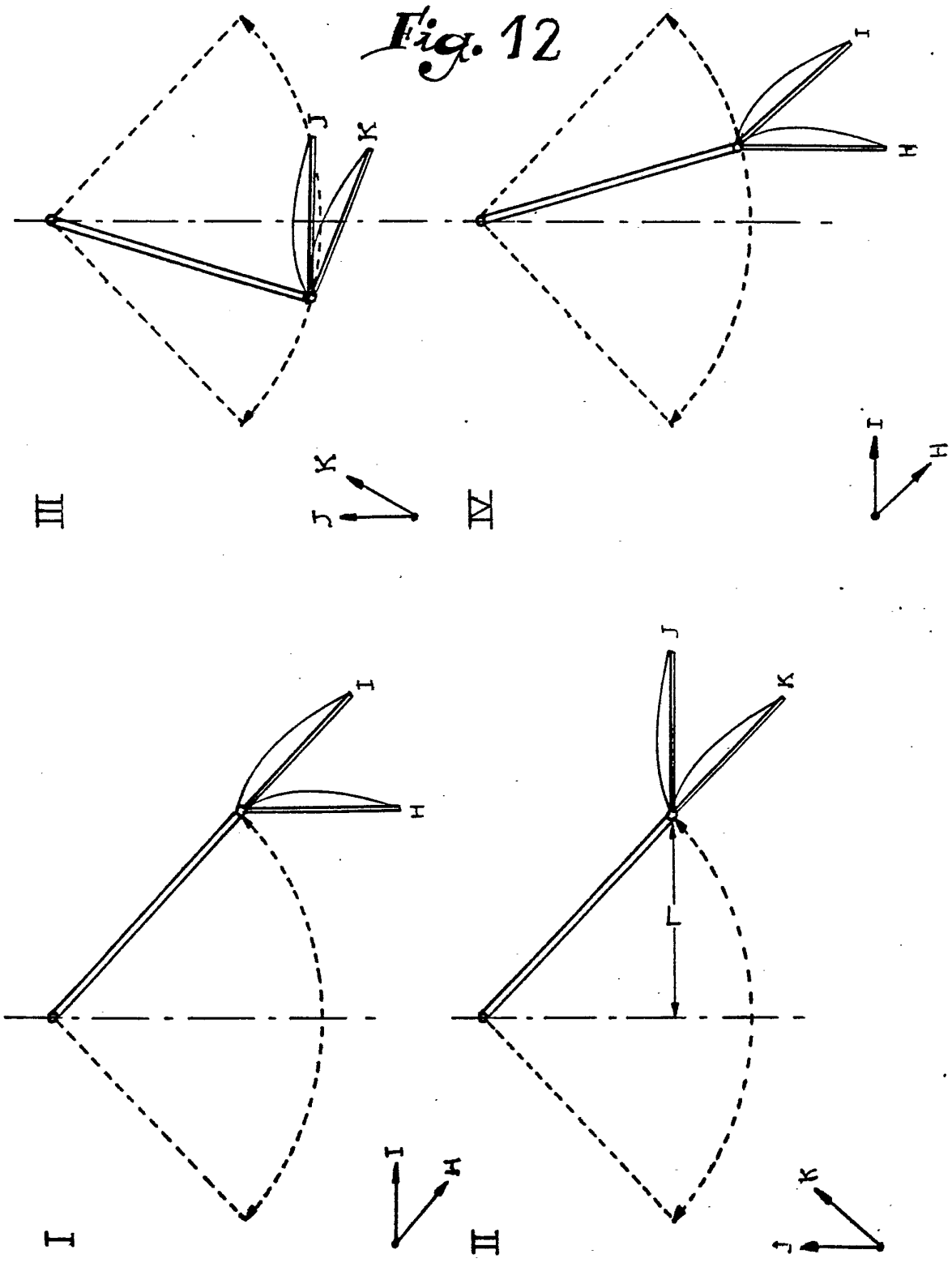


Fig. 11



9/10

Fig. 12



10/10

Fig. 13

