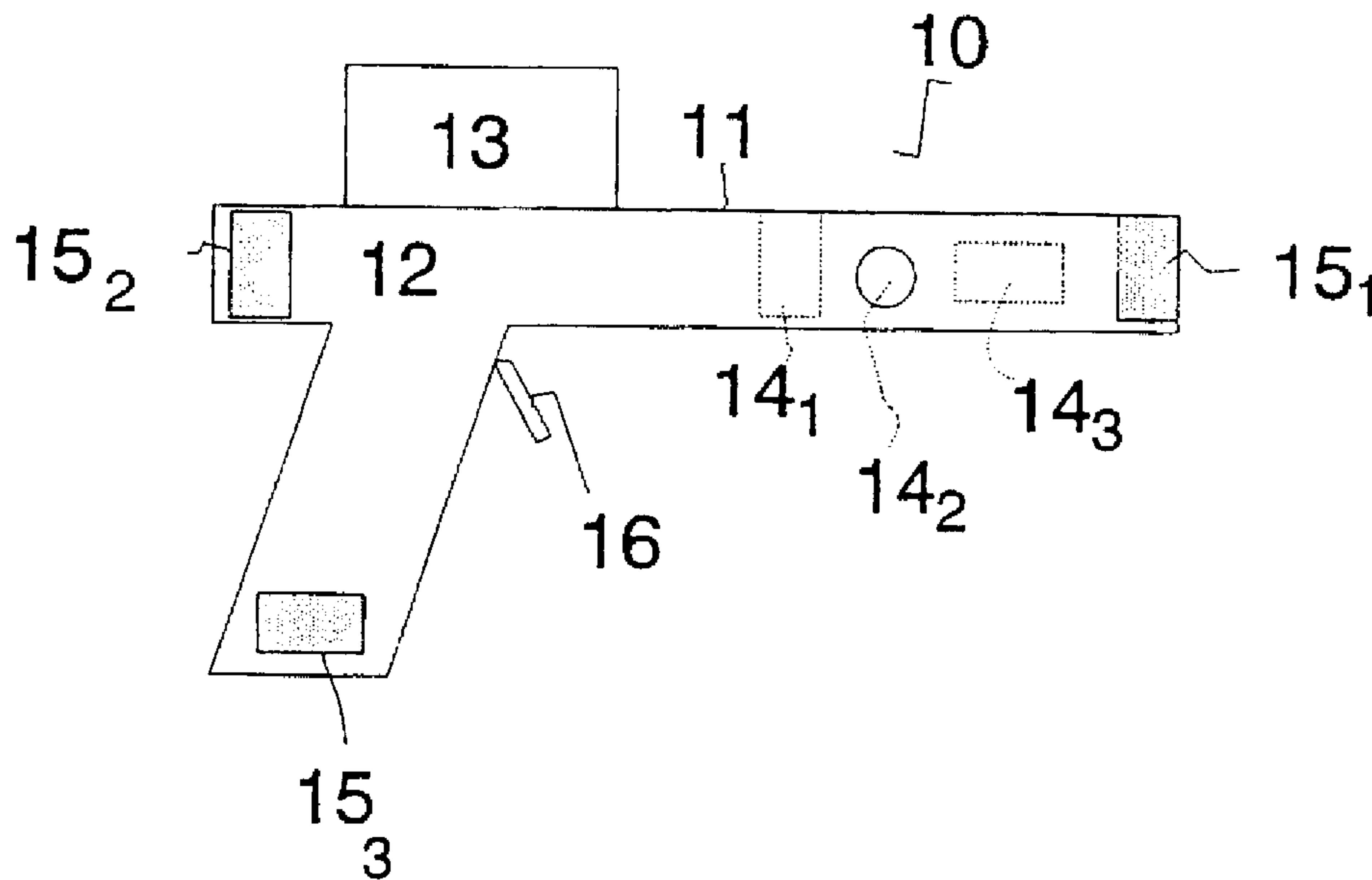




(86) Date de dépôt PCT/PCT Filing Date: 1998/01/19
 (87) Date publication PCT/PCT Publication Date: 1998/07/23
 (45) Date de délivrance/Issue Date: 2006/02/21
 (85) Entrée phase nationale/National Entry: 1998/09/14
 (86) N° demande PCT/PCT Application No.: FR 1998/000086
 (87) N° publication PCT/PCT Publication No.: 1998/031985
 (30) Priorité/Priority: 1997/01/17 (97/00497) FR

(51) Cl.Int./Int.Cl. *F41G 11/00* (2006.01),
F41G 5/16 (2006.01), *F41G 3/00* (2006.01)
 (72) Inventeurs/Inventors:
ALHADEF, BERNARD, FR;
PHILIBERT, GUY, FR
 (73) Propriétaire/Owner:
SOFRESUD, FR
 (74) Agent: ROBIC

(54) Titre : DISPOSITIF APTE A DETERMINER LA DIRECTION D'UNE CIBLE DANS UN REPERE PREDEFINI
 (54) Title: DEVICE FOR DETERMINING THE DIRECTION OF A TARGET IN A PREDETERMINED INDEX MARK



(57) Abrégé/Abstract:

La présente invention concerne le domaine des appareils de visée ou de pointage et a plus particulièrement pour objet un dispositif apte à déterminer la direction d'une cible dans un repère prédéfini et du type comportant des moyens de visée (10), des moyens (20) de recalage de ces moyens de visée (10) et des moyens (30) de traitement de signaux issus des moyens de visée (10), ces moyens de traitement (30) étant aptes à déterminer des valeurs représentatives de la direction entre les moyens de visée (10) et la cible et à les transmettre à des moyens (40) de visualisation ou à des moyens extérieurs (50, 60), dispositif caractérisé en ce que les moyens de visée (10) comportent un organe de visée (13), trois gyromètres (14₁, 14₂, 14₃) disposés selon trois axes sensiblement perpendiculaires les uns par rapport aux autres et des moyens de commande (16) de la transmission aux moyens (40) de visualisation ou aux moyens extérieurs (50, 60), des valeurs représentatives de la direction entre les moyens de visée et la cible.

PCT

ORGANISATION MONDIALE DE LA PROPRIÉTÉ INTELLECTUELLE
Bureau international

DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITE DE COOPERATION EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)

<p>(51) Classification internationale des brevets ⁶ : G01C 21/16, F41G 5/16</p>	<p>A1</p>	<p>(11) Numéro de publication internationale: WO 98/31985 (43) Date de publication internationale: 23 juillet 1998 (23.07.98)</p>
<p>(21) Numéro de la demande internationale: PCT/FR98/00086 (22) Date de dépôt international: 19 janvier 1998 (19.01.98) (30) Données relatives à la priorité: 97/00497 17 janvier 1997 (17.01.97) FR (71) Déposants (pour tous les Etats désignés sauf US): ETAT FRANÇAIS, représenté par LE DELEGUE GENERAL POUR L'ARMEMENT [FR/FR]; La Rotonde, 26, boulevard Victor, F-00460 Armées (FR). SOFRESUD [FR/FR]; 125, chemin de la Capellane, F-83190 Ollioules (FR). (72) Inventeurs; et (75) Inventeurs/Déposants (US seulement): ALHADEF, Bernard [FR/FR]; 1130, chemin Le Cas, F-83330 Le Castellet (FR). PHILIBERT, Guy [FR/FR]; Chemin de Fabre à Gavet, F-83500 La Seyne sur Mer (FR). (74) Représentant commun: DELEGATION GENERALE POUR L'ARMEMENT; Bureau de la Propriété Industrielle, 16 bis, avenue Prieur de la Côte d'Or, F-94114 Arcueil Cedex (FR).</p>		<p>(81) Etats désignés: CA, US, brevet européen (AT, BE, CH, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE).</p> <p>Publiée Avec rapport de recherche internationale. Avant l'expiration du délai prévu pour la modification des revendications, sera republiée si de telles modifications sont reçues.</p>

(54) Title: DEVICE FOR DETERMINING THE DIRECTION OF A TARGET IN A PREDETERMINED INDEX MARK

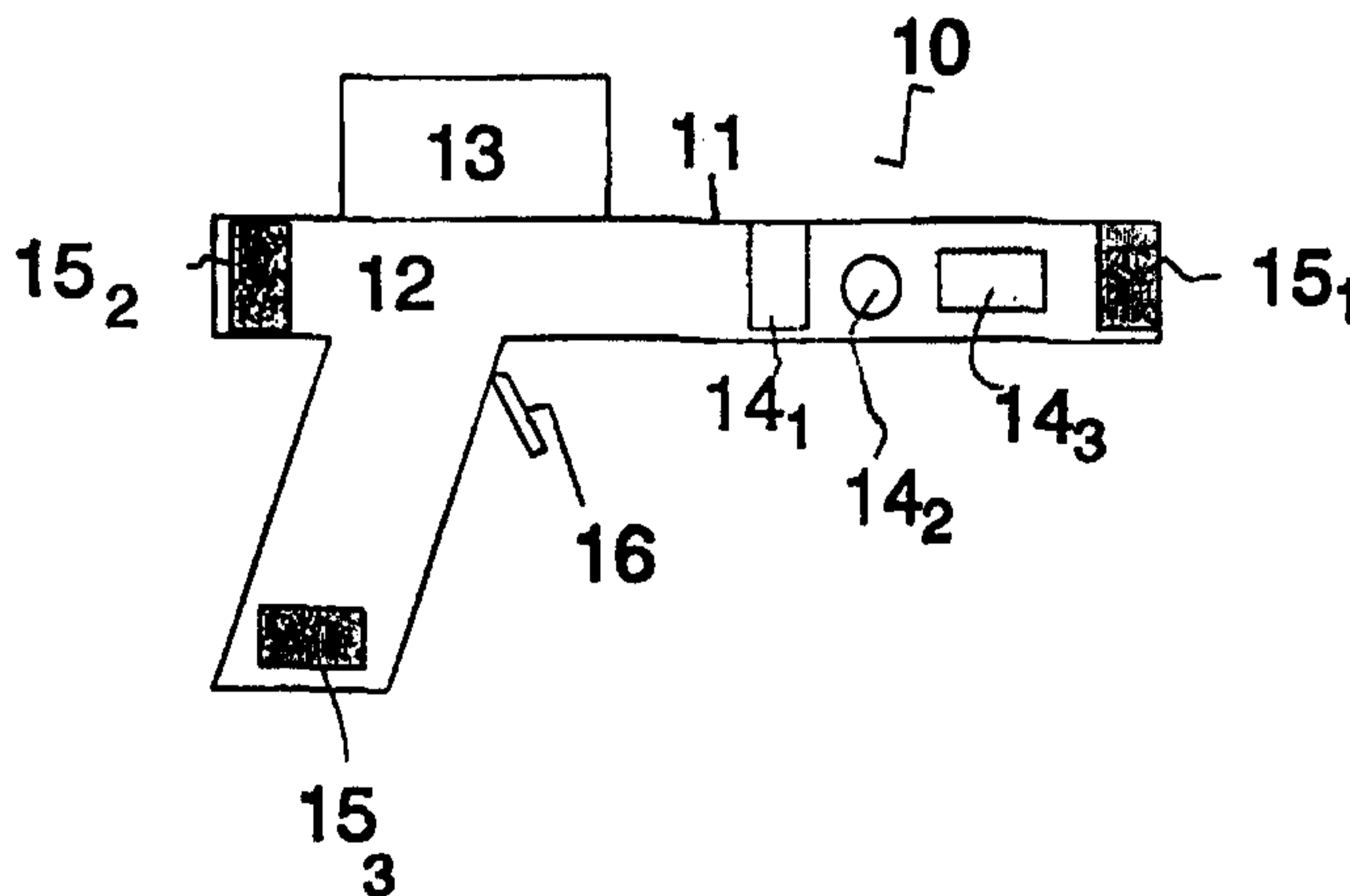
(54) Titre: DISPOSITIF APTE A DETERMINER LA DIRECTION D'UNE CIBLE DANS UN REPERE PREDEFINI

(57) Abstract

The invention concerns the field of focusing and aiming instruments and more particularly a device for determining the direction of a target in a predetermined index mark comprising focusing means (10), means (20) for resetting these focusing means (10) and means (30) for processing signals derived from the focusing means (10), these processing means (30) being capable of determining values representing the direction between the focusing means (10) and the target and transmitting them to display means (40) or external means (50, 60). The device is characterised in that the focusing means (10) comprise a focusing member (13) three gyrometers (14₁, 14₂, 14₃) arranged along three axes substantially perpendicular to one another and means for controlling (16) the transmission to the display means (40) or to the external means (50, 60), of values representing the direction between the focusing means and the target.

(57) Abrégé

La présente invention concerne le domaine des appareils de visée ou de pointage et a plus particulièrement pour objet un dispositif apte à déterminer la direction d'une cible dans un repère prédéfini et du type comportant des moyens de visée (10), des moyens (20) de recalage de ces moyens de visée (10) et des moyens (30) de traitement de signaux issus des moyens de visée (10), ces moyens de traitement (30) étant aptes à déterminer des valeurs représentatives de la direction entre les moyens de visée (10) et la cible et à les transmettre à des moyens (40) de visualisation ou à des moyens extérieurs (50, 60), dispositif caractérisé en ce que les moyens de visée (10) comportent un organe de visée (13), trois gyromètres (14₁, 14₂, 14₃) disposés selon trois axes sensiblement perpendiculaires les uns par rapport aux autres et des moyens de commande (16) de la transmission aux moyens (40) de visualisation ou aux moyens extérieurs (50, 60), des valeurs représentatives de la direction entre les moyens de visée et la cible.



Dispositif apte à déterminer la direction d'une cible dans un repère prédéfini

La présente invention concerne le domaine des appareils de visée ou de pointage. Elle a plus particulièrement pour objet un dispositif apte à déterminer la direction d'une cible dans un repère prédéfini, dispositif du type comportant des moyens de visée et des moyens de traitement de signaux issus des moyens de visée, ces moyens de traitement étant aptes à déterminer la direction entre les moyens de visée et la cible et à les transmettre à des moyens de visualisation ou à des moyens extérieurs.

Il existe de nombreux dispositifs aptes à déterminer notamment le site et l'azimut d'une cible.

On peut, à ce titre citer le brevet EP557591 qui décrit un dispositif apte à déterminer l'orientation d'un corps par rapport à une orientation de référence, et comprend une unité d'orientation mobile et une unité de capteurs de références, chacune d'entre elles comportant une unité gyroscopique à trois axes, une unité de calcul recevant les valeurs de mesures des unités précitées, et une unité de sortie.

Cependant une grande partie de ces dispositifs nécessite une logistique importante. Or, dans certaines circonstances, il peut s'avérer nécessaire, voire vital d'utiliser un dispositif léger et maniable utilisable par un seul opérateur.

De tels dispositifs existent et mettent en oeuvre des capteurs de champ magnétique.

Parmi ces dispositifs, des jumelles, vendues sous la marque LEICA, sont aptes à déterminer le site et l'azimut d'une cible et donnent entière satisfaction lorsqu'elles sont utilisées en espace libre. Par contre leur utilisation n'est pas possible dans un environnement comportant des perturbations magnétiques.

D'autres dispositifs consistent à analyser des champs électrostatiques voire électromagnétiques et, par relevé de leur cartographie, à déterminer la position et la direction d'une cible.

Les dispositifs donnent satisfaction dans des environnements parfaitement connus et de petites dimensions. Ils sont cependant lourds à mettre en oeuvre et ne supportent pas de modifications de l'environnement électrique.

On connaît le brevet US4012989 qui décrit un hélicoptère comportant un dispositif de détermination de la direction d'une cible en vue de diriger un système d'arme mobile. Le dispositif de détermination de la direction d'une cible comporte un organe de visée mobile muni de deux gyroscopes inertiels intégrés, des moyens de recalage solidaires de l'hélicoptère munis de deux gyroscopes et des moyens d'asservissement de la direction de l'arme en fonction des informations fournies par les gyroscopes. Les moyens de recalage servent à bloquer les quatre gyroscopes dans

une première position de référence pour définir un repère. Lorsque les moyens de visée sont dégagés des moyens de recalage, les quatre gyroscopes sont libérés. La paire de gyroscope intégré aux moyens de recalage tourne alors en fonction des mouvements de l'hélicoptère. La paire de gyroscope intégrée à l'organe de visée
5 tourne en fonction des mouvements de l'hélicoptère et des mouvements du tireur maniant l'organe de visée. L'arme est dirigée en temps réel en direction de la cible en fonction de la différence de rotation entre les deux paires de gyroscopes.

Ce dispositif comporte de nombreux inconvénients. Ainsi, le tireur est obligé de maintenir les moyens de visée en permanence en direction de la cible, et ce jusqu'au
10 tir du système d'arme ce qui limite les capacités de tir et rend l'hélicoptère vulnérable en cas de présence de plusieurs cibles. Du fait des vibrations de l'hélicoptère et des mouvements de poignet incontrôlés les deux gyroscopes des moyens de visée transmettent aux moyens de traitement des successions de variations de signaux entraînant une acculation d'erreur de mesure qui nuit à la précision de la
15 détermination de la direction de la cible. A bord d'un bateau, en cas de mer agitée donc de fort tangage et roulis, l'orientation du système d'arme en direction de la cible serait quasiment impossible avec un tel dispositif.

L'un des buts de l'invention est de proposer un dispositif léger et maniable, apte
20 à déterminer, précisément et rapidement, le site et l'azimut d'une cible et utilisable quel que soit le type d'environnement.

La solution proposée est un dispositif apte à déterminer la direction d'une cible dans un repère prédéfini et du type comportant des moyens de visée, des moyens de recalage de ces moyens de visée et des moyens de traitement de signaux issus des
25 moyens de visée, ces moyens de traitement étant aptes à déterminer des valeurs représentatives de la direction entre les moyens de visée et la cible et à les transmettre à des moyens de visualisation ou à des moyens extérieurs, dispositif caractérisé en ce que les moyens de visée comportent un organe de visée, trois gyromètres disposés selon trois axes sensiblement perpendiculaires les uns par
30 rapport aux autres et des moyens de commande de la transmission aux moyens de visualisation ou aux moyens extérieurs, des valeurs représentatives de la direction entre les moyens de visée et la cible.

Selon une caractéristique particulière avantageuse, le dispositif comporte trois
35 gyromètres optiques, par exemple à fibre optique.

Selon une caractéristique limitant le risque d'endommagement de ces gyroscopes, seule leur bobine est positionnée sur les moyens de visée.

Selon une caractéristique particulière permettant un positionnement précis des moyens de visée dans les moyens de recalage, les moyens de visée comportent des éléments aptes à coopérer avec des éléments des moyens de recalage.

5 Selon une caractéristique additionnelle, les premiers éléments sont constitués par trois plaquettes, l'une creusée d'un cône, la seconde comportant un plan, tandis que les autres éléments sont constitués par des picots de forme conique.

Selon une caractéristique, les moyens de traitement comportent une source d'alimentation électrique et des moyens de calcul et de gestion d'informations mettant en oeuvre un logiciel réalisant plusieurs fonctions.

10 Selon une caractéristique particulière, le logiciel réalise trois fonctions principales :

- la fonction de désignation d'objectif, qui fait l'acquisition des données de l'instrument de visée et les traite afin d'obtenir le site et l'azimut désiré,
- la fonction de transmission qui envoie les données d'azimut – site pour 15 affichage sur les moyens de visualisation et/ou à un système d'arme,
- la fonction de recalage, qui permet de corriger régulièrement la dérive de l'instrument de visée due à l'utilisation de gyromètres.

Selon une caractéristique particulière, le logiciel réalise, en outre, une fonction de visualisation de l'état opérationnel des éléments de l'invention.

20 Il est connu aussi que les valeurs issues de gyroscopes dérivent, notamment en temps et en température, et que leur calibration statique et dynamique est nécessaire.

Les brevets EP717264 et EP496172 décrivent des procédés de correction des biais gyrométriques ainsi que les moyens de leur mise en oeuvre.

25 Le premier concerne la correction des biais gyrométriques sur un aéronef et le second, sur un véhicule. Dans les deux cas, le calibrage gyroscopique est effectué lorsque l'aéronef ou le véhicule est en position stationnaire.

Cependant, pour obtenir une bonne précision, il est nécessaire de compenser la dérive gyroscopique, à tout moment, et non seulement en position stationnaire.

30 Il est aussi connu qu'une modélisation complexe de la trajectoire des données gyroscopiques est nécessaire pour obtenir de bons résultats d'intégration. Dans ce but des moyens de traitement des signaux puissants et volumineux, donc non transportables, sont utilisés.

35 L'un des buts de l'invention est de proposer un procédé de traitement des signaux issus des gyroscopes donnant de bons résultats et ne nécessitant pas de moyens de traitement des signaux puissants .

La solution consiste à proposer un procédé d'intégration des données gyroscopiques consistant à effectuer successivement, à partir des valeurs gyroscopiques obtenues entre le temps t_0 et le temps t_1 , des premiers calculs avec

une modélisation complexe ne pouvant, compte tenu de la capacité de traitement des moyens de traitement, fonctionner en temps réel mais donnant des résultats précis, puis à partir des valeurs gyroscopiques obtenues entre le temps t1 et le temps t2, des seconds calculs avec une modélisation simplifiée et capable d'être mise en oeuvre en
5 temps réel.

Selon une autre caractéristique, le logiciel réalise une fonction de correction de la dérive des gyromètres entre deux recalages successifs.

Selon une caractéristique additionnelle, les moyens de visée comportent au moins un capteur de température.

10 D'autres avantages et caractéristiques apparaîtront dans la description d'un mode particulier de réalisation dans le cadre d'une exploitation à bord d'un navire et au regard des figures annexées parmi lesquelles :

- la figure 1 un schéma des moyens généraux de l'invention.
- la figure 2 présente des moyens de visée selon l'invention,
- 15 – la figure 3 illustre des moyens de recalage selon l'invention,

Les moyens de l'invention présentés à la figure 1 comportent des moyens de visée 10, des moyens de recalage 20, des moyens de traitement de signaux 30, des moyens de visualisation 40 , des moyens extérieurs 50,60.

20 Comme montré sur la figure 2, les moyens de visée 10 comportent des moyens 11 ayant le forme d'un pistolet. L'âme 12 de ce dernier est un support de précision en matériau léger, par exemple de l'aluminium usiné, sur lequel sont positionnés d'une part un organe de visée 13, et d'autre part selon trois axes sensiblement perpendiculaires les uns par rapport aux autres, trois gyroscopes optiques 14₁, 14₂, 14₃. D'une manière préférentielle, ces gyroscopes sont des gyromètres à fibres
25 optiques. Ils permettent d'obtenir une grande précision des mesures, leur dérive est faible, ils supportent des mouvements rapides et peuvent être utilisés dans n'importe quel environnement.

Ces gyromètres donnent la vitesse de rotation autour de leur axe et permettent par intégration pas à pas au cours du temps, de déterminer la position des moyens 11.

30 L'organe de visée 13 est constitué par un viseur de la marque C-MoreTM qui projette un réticule à l'infini, permettant ainsi de viser sans erreur de parallaxe.

Sur la joue droite du pistolet sont placées trois plaquettes amovibles en acier qui servent au positionnement dudit pistolet dans les moyens de recalage. La première 15₁, située en bout du canon, est creusée d'un cône ; la seconde 15₂ se trouve au-
35 dessus de la crosse et comporte une rainure ; La troisième 15₃ placée en bas de la crosse comporte un plan.

Des orifices sont usinés dans le pistolet pour y loger les systèmes électriques et les trois gyromètres de mesure. Les plans sur lesquels ils prennent appui, et qui

déterminent leur axe de rotation sont usinés afin de veiller à leur parfaite perpendicularité. Ces moyens de visée comportent en outre des moyens de commande de transmission constitués par un interrupteur 16 se présentant sous la forme d'une détente de pistolet.

5 Les moyens de recalage 20, présentés sur la figure 3, sont fixés au navire et sont composés d'un support se présentant sous la forme d'une boîte parallélépipédique 21 comportant un couvercle 22 pivotant autour d'un axe 23. Cette boîte renferme une gaine 24 qui épouse la forme des moyens de visée 10. La surface
10 interne de la face 22 comporte trois picots fixes de forme conique 25₁, 25₂, 25₃ disposés de telle sorte que chacun d'entre eux coopère avec l'une des trois plaquettes amovibles fixées sur les moyens de visée afin d'assurer un positionnement très précis de ces derniers dans les moyens de recalage, la précision pouvant être de l'ordre du centième de degré voire supérieure.

15 Ces moyens de recalage comportent en outre un interrupteur 26 indiquant ou non la présence des moyens de visée 10.

Les moyens de traitement 30 sont portables et comportent une source stabilisée d'alimentation électrique et des moyens de calcul et de gestion d'informations mettant en oeuvre un logiciel réalisant plusieurs fonctions.

20 Les moyens extérieurs comportent d'une part des moyens 50 de mesure de l'attitude (cap, roulis, tangage) du navire, en l'occurrence une centrale de navigation, et la latitude de ce dernier à la surface de la terre. Dans cet exemple de réalisation, ces informations sont transmises aux moyens de l'invention par les moyens de navigation du navire, sous forme de données directement exploitables par les moyens de calcul, moyennant une fonction de transfert pour tenir compte du positionnement de la
25 centrale de navigation par rapport aux moyens de recalage.

Ils comportent d'autre part un système d'armes 60 dont le pointage est commandé à partir des valeurs de site et d'azimut déterminées par les moyens de l'invention et de valeurs propres au système d'armes et à son emplacement sur le navire.

30 Dans le cadre de l'invention, pour désigner l'objectif, et donc déterminer la direction viseur-cible, il suffit de déterminer l'attitude de l'instrument de visée.

Cette attitude peut être exprimée dans différents repères, suivant les besoins du système qui va exploiter l'information de visée.

35 Il peut notamment s'agir d'un repère absolu, dont les axes sont l'est géographique, le nord géographique et la verticale du lieu, ou d'un repère lié au navire.

Le calcul de l'attitude se décompose de la manière suivante :

Lorsque les moyens de visée 10 sont positionnés dans le support de recalage 20, leur position est parfaitement connue dans un repère absolu connaissant d'une part

la position du support de recalage sur le navire (6 degrés de liberté) et d'autre part la position du navire dans le repère géographique lié à son point tranquille (cap, roulis, tangage et latitude). Ces informations sont transmises aux moyens de traitement 30 par la centrale de navigation du navire.

5 La commande de libération des moyens de visée de son support de recalage 20 déclenche l'intégration des trois angles incrémentaux suivant chacun des trois axes liés aux moyens de visée 10.

Cette intégration se fait dans un repère galiléen lié au support de recalage 20, dans la position où il était au moment de l'extraction des moyens de visée 10.

10 L'attitude du dispositif est donc connue à tout instant par rapport à ce repère galiléen.

Toutefois, l'expression de l'attitude des moyens de visée doit être en conformité avec les besoins des moyens extérieurs 60.

Dans ce mode de réalisation, cette mise en conformité nécessite deux étapes.

15 La première consiste à calculer l'attitude des moyens de visée dans un repère géographique centré sur le support de recalage 20, à l'instant d'utilisation de l'information. Ce calcul prend en compte la rotation terrestre et le temps écoulé depuis le dernier recalage.

20 La seconde consiste à exprimer l'attitude dans le repère d'exploitation, en l'occurrence le repère du système d'arme.

Ce repère peut être situé à plusieurs dizaines de mètres du support de recalage, et de ce fait l'erreur de parallaxe peut ne pas être négligeable, notamment si les objets visés sont proches, ces objets pouvant être des nageurs ou des embarcations légères.

25 Connaissant le besoin opérationnel, on sépare en deux domaines le champ de visée. D'une part, on considère le domaine des sites positifs (ou faiblement négatifs), qui ne peuvent être des buts flottants. Pour ces objets, une distance forfaitaire d'environ 4 000 mètres est utilisée pour corriger le parallaxe. D'autre part, on considère le domaine des sites négatifs, supposés être des buts flottants. Connaissant l'altitude
30 du dispositif par rapport à la mer, et connaissant le site de visée (mesurée par le dispositif), un calcul trigonométrique simple permet d'estimer la distance de l'objet, et c'est cette distance qui sert de base au calcul des parallaxes.

Par ailleurs, les mouvements de la visée dus aux tremblements de l'opérateur dans un environnement à la fois stressant et perturbé par les mouvements du navire
35 génèrent un bruit dans l'information de visée qui peut en rendre l'exploitation difficile voire impossible.

Pour pallier à cet inconvénient, un logiciel de filtrage des données est intégré de façon à stabiliser le signal de sortie. Ce filtrage peut être du type passe-bas ou un

filtre de type KALMANN de façon à prendre en compte les évolutions des cibles dans un gabarit donné sans avoir de traîne.

5 Le mouvement pouvant être assez rapide, et les angles incrémentaux mesurés par le système de mesure assez grands, une modélisation adéquate permet de se ramener dans les conditions précédentes.

10 L'attitude initiale est déterminée mécaniquement. Avant toute désignation d'objectif, l'instrument de visée est au repos dans les moyens de recalage, afin que sa position soit connue et reproductible. La précision de cette position est acquise par trois picots de positionnement fixes 25_1 , 25_2 , 25_3 dans ce support et qui viennent s'enficher successivement dans l'une des plaquettes disposées sur les moyens de visée. Les six degrés de liberté étant ainsi déterminés avec grande précision, l'attitude initiale de l'instrument de visée est parfaitement connue.

15 Il faut noter que le positionnement des moyens de visée dans les moyens de recalage est effectué en deux temps. Le premier consiste à positionner les moyens de visée dans la gaine 24 : il constitue un positionnement que l'on peut qualifier de grossier tandis que le second consiste à positionner les moyens de visée par enfichage successif de l'un des trois picots dans l'une des trois plaquettes : le positionnement est ainsi obtenu au centième de degré près. Compte tenu de la position des picots 25_1 , 25_2 , 25_3 sur le couvercle 22, le positionnement précis des
20 moyens de visée s'effectue automatiquement lorsque le couvercle 22 de la boîte 21 est refermé.

25 Le logiciel mis en oeuvre par les moyens de traitement 30 a pour mission de traiter les données brutes fournies par l'instrument de visée, dispositif qui permet à l'opérateur des moyens selon l'invention, en visant une cible, de déterminer son site et son azimuth.

Ce logiciel réalise les quatre fonctions suivantes :

- 30
- la fonction de désignation d'objectif, qui fait l'acquisition des données de l'instrument de visée et les traite afin d'obtenir le site et l'azimut désiré,
 - la fonction de transmission qui envoie les données d'azimut - site, pour affichage sur les moyens de visualisation et/ou pour commande du système d'arme 60,
 - la fonction de recalage, qui permet de corriger régulièrement la dérive de l'instrument de visée due à l'utilisation de gyromètres.
 - 35 - la fonction de visualisation de l'état opérationnel des éléments de l'invention.

La fonction de désignation d'objectif a lieu en permanence quand l'instrument de visée est en mode opérationnel, c'est à dire hors du support de recalage. Il est nécessaire que le temps de traitement des données gyroscopiques soit minimal, par exemple de l'ordre de quelques millisecondes, afin de pouvoir traiter le maximum de données sortant des gyromètres, et ainsi suivre au mieux l'évolution des incréments d'angle et des angles qui s'en déduisent, afin de limiter l'erreur au cours du traitement. En fonction de la taille des incréments d'angles issus des gyromètres, une modélisation est mise en place pour s'affranchir le plus possible des limites de commutativité des rotations dans l'espace.

10 Les valeurs d'entrée nécessaire à cette fonction sont :

– les incréments d'angles issus des gyromètres : $dqx(t)$, $dqy(t)$, $dqz(t)$,

– \mathbf{u} , \mathbf{v} , \mathbf{w} : vecteurs de position de l'instrument de visée à l'instant $t - dt$ dans le repère absolu du support de recalage en t_0 (instant du dernier recalage).

Les valeurs de sortie sont :

15 – \mathbf{u} , \mathbf{v} , \mathbf{w} : vecteurs de position de l'instrument de visée à l'instant t dans le repère absolu du support de recalage en t_0 ,

– site S et azimuth A dans le repère absolu de référence en t .

L'intégration des données gyrométriques se fait dans le repère absolu du support de recalage en t_0 . Au moment de la visée, et de l'appui sur la détente, on termine le traitement en prenant en compte la rotation terrestre qui a été mesurée en sus par les gyromètres depuis le début du traitement. Pour cela on se place dans le repère absolu du support de recalage en t , instant de la visée, puis on en déduit le site et l'azimut absolu de l'instrument de visée par rapport au bâtiment.

La correction des données gyrométriques est réalisée comme suit :

25 Les trois gyromètres fournissent : $Sdqx(t)$, $Sdqy(t)$, $Sdqz(t)$.

On calcule facilement $dqx(t)$, $dqy(t)$, $dqz(t)$:

$dqx(t) = Sdqx(t) - Sdqx(t-dt)$.

Il en est de même pour $dqy(t)$ et $dqz(t)$.

30 Après les multiples corrections réalisées de façon connue à ce niveau telles la compensation de la dérive des gyromètres en fonction du temps, de la température, filtrage du bruit..., les données notées : $dqu(t)$, $dqv(t)$, $dqw(t)$ sont intégrées suivant la méthode précédemment décrite.

La fonction transmission est très simple, puisqu'elle consiste à envoyer les valeurs calculées de site et l'azimut dans le repère absolu du bâtiment à l'instant t , vers une mémoire et vers le système d'armes et/ou pour affichage sur vers les moyens de visualisation pour affichage.

Cette fonction est déclenchée par le passage de l'interrupteur 16 de la position ouverte à la position fermée. Elle s'accompagne de l'émission d'un signal sonore et/ou d'un signal lumineux et de l'affichage d'une information positive sur les moyens de visualisation.

5 Tant que l'interrupteur est fermé, un recalage automatique a lieu périodiquement et les dérives des gyromètres sont analysées tant dans le temps qu'en température. Si, au cours du traitement, l'interrupteur s'ouvre, le recalage en cours est annulé, et les valeurs du recalage précédent sont prises en compte.

Les valeurs d'entrée sont :

10 – la position de l'interrupteur 24,
 – les valeurs issues des moyens extérieurs 50
 – la position de l'instrument de visée (U_0 , V_0 , W_0) dans le repère relatif du bâtiment quand l'instrument de visée est dans le support de recalage : k , r , t (cap, roulis, tangage de l'instrument de visée par rapport au bâtiment déterminés lors de la
 15 calibration du support).

Les valeurs de sortie sont : t_0 , u_0 , v_0 , w_0 les vecteurs de position de l'instrument de visée à t_0 , ainsi que D_u .

Le traitement des données d'entrée est réalisé comme suit :

Les valeurs du cap K , du roulis R_r et du tangage T_a du bâtiment sont acquises.

20 A l'initialisation du logiciel, on entre comme paramètre la position du support de recalage par rapport au bâtiment. On connaît par ailleurs la position de l'instrument de visée dans son support de recalage (u_r , v_r , w_r). Ceci permet de déterminer la position de l'instrument de visée, quand il est dans son support de recalage, dans le repère relatif du bâtiment.

25 Les calculs lors du traitement se font dans le repère absolu du bâtiment (et du support de recalage) en t_0 , instant du dernier recalage. Le recalage a donc pour objet de déterminer les nouveaux vecteurs de départ de l'intégrale dans le repère absolu du support de recalage en t_0 .

30 Pour afficher une valeur représentative de la dérive des gyromètres au cours de la dernière phase opérationnelle, il est nécessaire de connaître dans le repère absolu du support de recalage en t_{01} , instant où l'on a posé l'instrument de visée dans son support, le vecteur v calculé après traitement des données gyrométriques, et v_0 , vecteur de référence déterminé à partir de la navigation du bâtiment.

On effectue le calcul suivant pour déterminer la dérive.

35 On se place dans le repère absolu du support de recalage en t_0 , instant où l'on vient de mettre l'instrument de visée dans son support (t_{01}).

On calcule le site et l'azimut à l'aide du vecteur de visée déterminé par les mesures gyrométriques et l'intégration au cours du mode opérationnel.

On compare ces valeurs à celles calculées à partir du vecteur de visée déterminé par la navigation du bâtiment et la position connue de l'instrument de visée quand il est dans son support de recalage.

5 La fonction visualisation de l'état du système permet de visualiser l'état de certaines fonctions :

- transmissions des gyromètres vers le calculateur,
- transmissions des valeurs issues des moyens extérieurs
- transmission de la détente vers le calculateur,
- 10 - transmission du capteur de recalage vers le calculateur.

ainsi que de certaines valeurs comme le site et l'azimut calculés, les valeurs de cap, roulis , tangage, latitude, ainsi que de l'heure, de l'heure de dernier recalage, de la durée de dernière utilisation depuis le recalage, de la dérive constatée...

15 Pour tester la réception des informations en provenance des gyromètres, il faut vérifier que les données gyrométriques parviennent bien à l'unité de traitement tous les Dt. Si au bout de 3 Dt, aucune information n'est parvenue à l'unité de traitement, il y a détection d'une anomalie, et passage de 1 à 0 de la variable "transmission des gyromètres".

20 Pour tester la transmission des valeurs issues des moyens extérieurs, le même principe est utilisé.

Quand la détente est appuyée, il y a fermeture de l'interrupteur 16, et la variable détente passe de 0 à 1 sur l'écran.

De même, lorsqu' il y a fermeture de l'interrupteur 26, la variable recalage passe de 0 à 1 sur l'écran.

25 La mise en oeuvre des moyens de l'invention est réalisée par un opérateur. Lorsque ce dernier aperçoit une cible, il enlève les moyens de visée 10 des moyens de recalage 20 puis il pointe, à l'aide de l'organe de visée 13, les moyens 10 en direction de la cible et appuie sur l'interrupteur 16 lorsqu'il estime qu'ils sont correctement positionnés par rapport à la cible. Dès lors les moyens 30 calculent le site et l'azimut de la cible et transmettent ces valeurs au système d'arme qui commande l'orientation de l'arme en fonction de ces valeurs et des variations d'attitude du navire à partir de ladite transmission des valeurs, ces variations étant, comme précédemment mentionné, déterminées par les moyens 50.

35 Immédiatement après la transmission, le tireur peut viser une autre cible et appuyer sur l'interrupteur 16. Les moyens 30 calculent alors le site et l'azimut de la nouvelle cible et transmettent ces valeurs au système d'arme qui stocke en mémoire

lesdites valeurs et peut orienter l'arme vers cette nouvelle cible immédiatement après le tir en direction de la première cible.

Ainsi, le tireur peut viser successivement plusieurs cibles en un minimum de temps, sans être obligé d'attendre la fin de la séquence de tir de l'arme ce qui optimise la durée totale nécessaire aux tirs correspondants et diminue ainsi la vulnérabilité du bateau.

Il permet en outre au tireur de pouvoir reviser une cible dans le cas où le projectile de l'arme l'aurait pas atteinte, et ce alors que le système d'arme est orienté vers une autre cible.

De plus, le tireur peut, après acquisition de la ou des différentes cibles, réaliser des tâches complémentaires ou se déplacer sans que le système d'arme réagisse à ses mouvements.

L'acquisition des gyromètres est faite avec un pas Δt compris entre 5 ms et 100 ms. Ces valeurs sont intégrées et il est connu de modéliser cette intégration afin d'obtenir des résultats précis. Cependant, avec des moyens de calcul portable, il n'est pas possible de réaliser des calculs en temps réel. L'un des buts de l'invention est de remédier à ce problème en proposant un procédé d'intégration consistant à effectuer successivement, à partir des valeurs gyroscopiques obtenues entre le temps t_0 et le temps t_1 , des premiers calculs avec une modélisation complexe ne pouvant fonctionner en temps réel mais donnant des résultats précis, puis à partir des valeurs gyroscopiques obtenues entre le temps t_1 et le temps t_2 , des seconds calculs avec une modélisation simplifiée et capable d'être mise en oeuvre en temps réel.

Cette succession d'étapes à l'avantage de pouvoir conduire à des calculs de site et d'azimut en temps réel par rapport à la fermeture de l'interrupteur 16 et, compte tenu de cet objectif, donne des résultats plus précis que l'utilisation seule de la modélisation complexe, de la modélisation simplifiée.

Il est évident que de nombreuses modifications peuvent être apportées au mode de réalisation présenté. Ainsi, la boîte 21 peut être remplacée par un dispositif comportant des actionneurs par exemple du type électromécaniques ou pneumatiques.

Les moyens de visée 10 sont placés dans un support du type étui. De ce fait ils sont positionnés grossièrement à quelques degrés près.

Sur détection de leur présence un dispositif pneumatique ou électromécanique vient les plaquer contre les 3 picots décrits précédemment.

Ce faisant, ils sont automatiquement positionnés au centième de degré grâce à l'action des 3 picots avec les 3 plaquettes. Le recalage a alors lieu.

Par ailleurs, les moyens de visée peuvent être appliqués à un casque, comme celui décrit dans le brevet US 4 722 601, à un bandeau ou à des jumelles et le logiciel peut comporter un algorithme auto adaptatif pour le calcul de la dérive des gyromètres.

Pour ce qui est des éléments 15,25 de positionnement des moyens de visée dans les moyens de recalage, les 3 plaquettes peuvent chacune comporter une fente, ou les moyens peuvent aussi comporter 4 plaquettes dont deux comportant une fente, la troisième présente un arrêt et la quatrième forme 1 plan.

REVENDICATIONS

- 1 Dispositif apte à déterminer la direction d'une cible dans un repère prédéfini et du type comportant des moyens de visée (10), des moyens (20) de recalage de ces
5 moyens de visée (10) et des moyens (30) de traitement de signaux issus des moyens de visée (10), ces moyens de traitement (30) étant aptes à déterminer des valeurs représentatives de la direction entre les moyens de visée (10) et la cible et à les transmettre à des moyens (40) de visualisation ou à des moyens extérieurs (50,60),
10 dispositif caractérisé en ce que les moyens de visée (10) comportent un organe de visée (13), trois gyromètres (14₁, 14₂, 14₃) disposés selon trois axes sensiblement perpendiculaires les uns par rapport aux autres et des moyens de commande (16) de la transmission aux moyens (40) de visualisation ou aux moyens extérieurs (50,60), des valeurs représentatives de la direction entre les moyens de visée et la cible.
- 15 2 Dispositif selon la revendication 1, caractérisé en ce que le dispositif comporte trois gyromètres optiques (14₁, 14₂, 14₃).
- 3 Dispositif selon la revendication 2, caractérisé en ce que le dispositif
20 comporte trois gyromètres à fibre optique (14₁, 14₂, 14₃).
- 4 Dispositif selon la revendication 3, caractérisé en ce que seule la bobine de chacun des gyromètres à fibre optique est positionnée sur les moyens de visée (10).
- 5 Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, caractérisé en ce
25 que les moyens de visée (10) comportent des éléments (15) aptes à coopérer avec des éléments (25) des moyens de recalage.
- 6 Dispositif selon la revendication 5, caractérisé en ce que les éléments (15)
30 sont constitués par trois plaquettes, l'une creusée d'un trou, la seconde comportant une fente et la troisième formant un plan.
- 7 Dispositif selon la revendication 5, caractérisé en ce que les éléments (15)
sont constitués par trois plaquettes comportant chacune une fente.
- 35 8 Dispositif selon la revendication 5, caractérisé en ce que les éléments (15) sont constitués par quatre plaquettes, deux comportant une fente, la troisième présentant un arrêt et la quatrième formant 1 plan.

9 Dispositif selon l'une quelconque des revendications 5 à 8, caractérisé en ce que les éléments (25) sont constitués par des picots de forme conique.

5 10 Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 9, caractérisé en ce que les moyens de recalage (20) comportent des moyens (24) de positionnement approximatif des moyens de visée ainsi que des moyens (22) de positionnement précis de ces moyens.

10 11 Dispositif selon la revendication 10, caractérisé en ce que les moyens (24) sont constitués par une gaine.

12 Dispositif selon l'une quelconque des revendications 10 et 11, caractérisé en ce que les moyens (22) sont constitués par un couvercle.

15 13 Dispositif selon l'une quelconque des revendications 10 et 11, caractérisé en ce que les moyens (22) sont constitués par au moins un actionneur.

20 14 Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 13, caractérisé en ce que les moyens de visée comportent un capteur de température.

25 15 Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 14, caractérisé en ce que les moyens de traitement (30) comportent une source d'alimentation électrique et des moyens de calcul et de gestion d'informations mettant en oeuvre un logiciel réalisant plusieurs fonctions.

16 Dispositif selon la revendication 15, caractérisé en ce que le logiciel réalise notamment :

- une fonction de désignation d'objectif, qui fait l'acquisition des données de l'instrument de visée et les traite afin d'obtenir le site et l'azimut désiré,
- 30 – une fonction de transmission qui envoie les données d'azimut et de site pour un affichage sur des moyens de visualisation ou à un système d'arme,
- une fonction de recalage, qui permet de corriger régulièrement une dérive de l'instrument de visée due à l'utilisation de gyromètres.

35 17 Dispositif selon la revendication 16, caractérisé en ce que le logiciel réalise, en outre, une fonction de visualisation de l'état opérationnel des éléments de l'invention.

18 Dispositif selon l'une quelconque des revendications 16 et 17, caractérisé en ce que le logiciel réalise, une fonction de correction de la dérive des gyromètres entre deux recalages successifs.

5 19 Dispositif selon la revendication 18, caractérisé en ce que le logiciel de correction de la dérive est du type auto adaptatif.

20 Dispositif selon l'une quelconque des revendications 16 et 19, caractérisé en ce que le logiciel réalise, une fonction de filtrage du bruit.

10

21 Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 20, caractérisé en ce que les moyens de visée (10) comportent un organe de visée (13) constitué par un viseur projetant un réticule à l'infini.

22 Procédé d'intégration des données gyroscopiques issues des moyens de visée du dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 21, caractérisé en ce qu'il consiste à effectuer successivement, à partir des valeurs gyroscopiques obtenues entre le temps t_0 et le temps t_1 , des premiers calculs avec une modélisation complexe ne pouvant, compte tenu de la capacité de traitement des moyens de traitement, fonctionner en temps réel mais donnant des résultats précis, puis à partir des valeurs gyroscopiques obtenues entre le temps t_1 et le temps t_2 , des seconds calculs avec une modélisation simplifiée et capable d'être mise en oeuvre en temps réel.

1/2

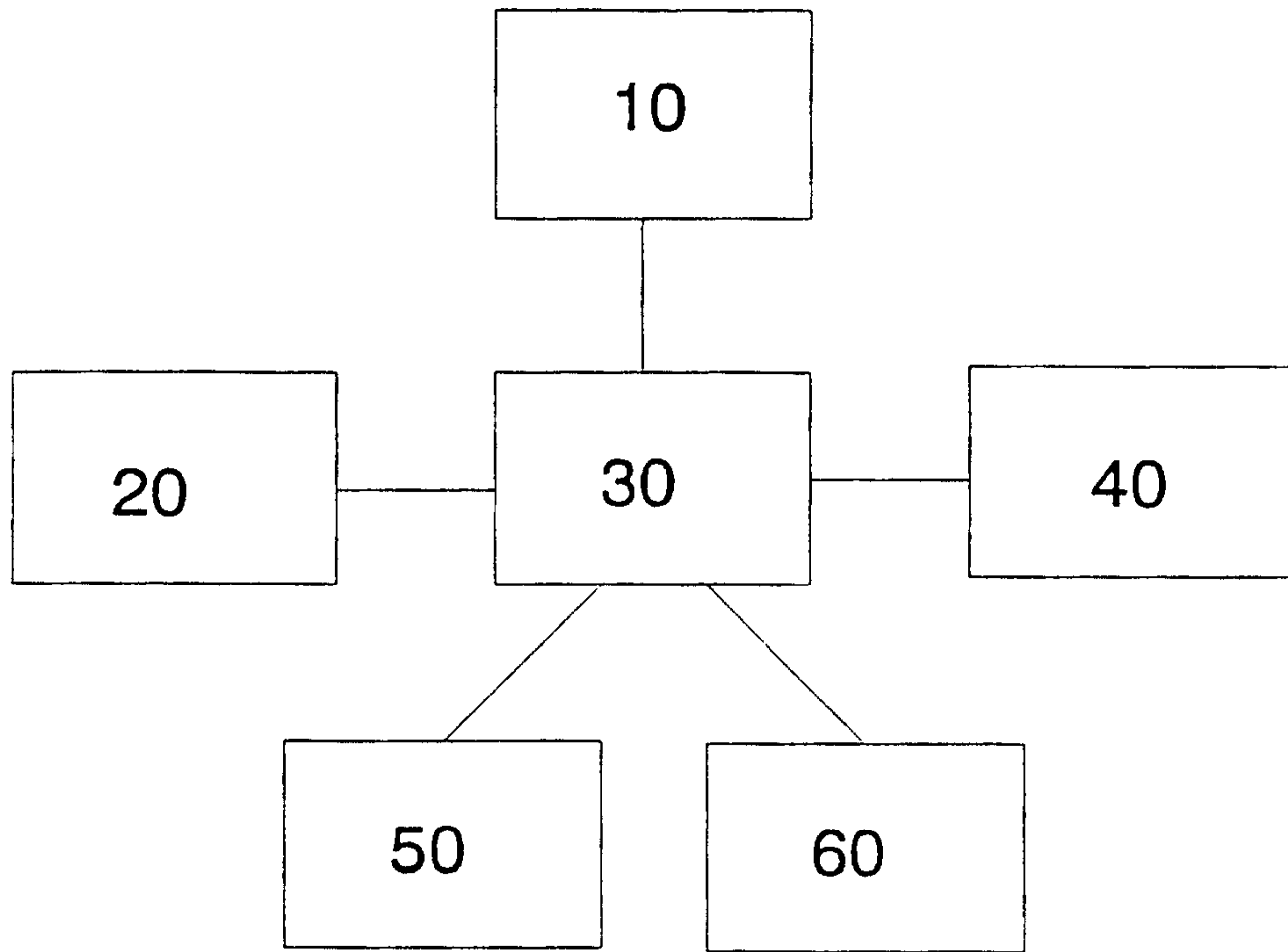


FIG. 1

