(19) Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11) **EP 2 009 387 A1**

(12) **DEMANDE DE BREVET EUROPEEN**

(43) Date de publication:
31.12.2008 Bulletin 2009/01

(51) Int Cl.:
F42C 13/00 *(2006.01)* ***F42C 15/40*** *(2006.01)*
F41G 7/34 *(2006.01)*

(21) Numéro de dépôt: **08290608.2**

(22) Date de dépôt: **25.06.2008**

(84) Etats contractants désignés:
AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MT NL NO PL PT RO SE SI SK TR
Etats d'extension désignés:
AL BA MK RS

(30) Priorité: **27.06.2007 FR 0704613**

(71) Demandeur: **NEXTER Munitions**
78000 Versailles (FR)

(72) Inventeur: **Bredy, Thierry**
18230 Saint Doulchard (FR)

(74) Mandataire: **Célanie, Christian**
Cabinet Célanie
5, avenue de Saint Cloud
BP 214
78002 Versailles Cedex (FR)

(54) Procédé de commande du déclenchement d'un module d'attaque et dispositif mettant en oeuvre un tel procédé

(57) L'invention a pour objet un procédé de commande du déclenchement d'un module d'attaque (2), tel un projectile ou un sous projectile, module d'attaque ayant au moins une direction d'action déterminée (W_H), procédé caractérisé par les étapes suivantes : on programme avant tir ou sur trajectoire les coordonnées d'au moins une cible (3) dans un repère terrestre fixe (4), on réalise au moins une détermination sur trajectoire de l'orientation de la ou des direction(s) d'action (W_H) dans le repère terrestre fixe (4) et on n'autorise le déclenchement du module d'attaque (2) que si la direction d'action (W_H) se trouve orientée en direction de la cible (3).

L'invention a également pour objet le dispositif mettant en oeuvre un tel procédé.

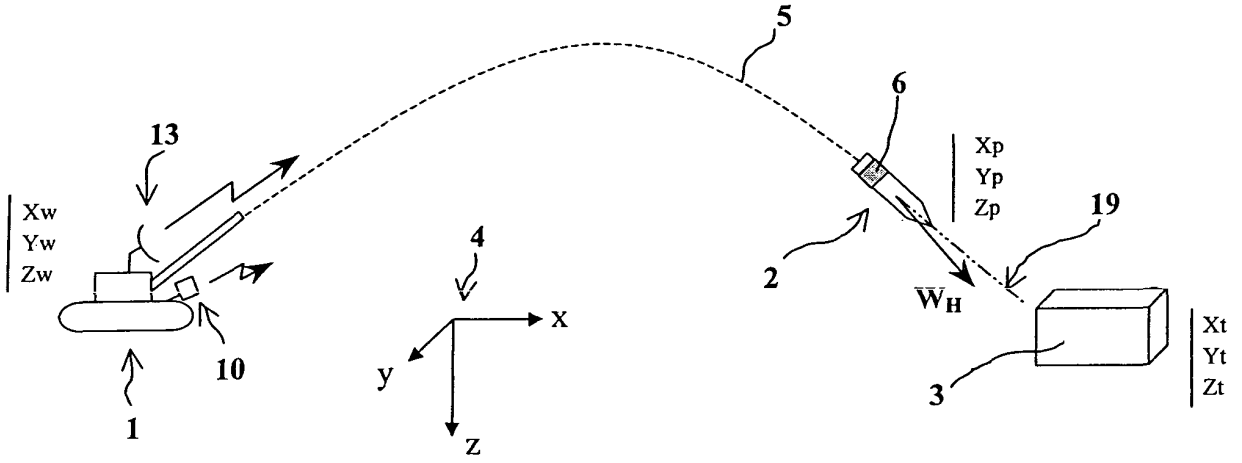


Fig. 1

EP 2 009 387 A1

Description

[0001] Le domaine technique de l'invention est celui des dispositifs permettant de commander le déclenchement d'un module d'attaque ayant au moins une direction d'action déterminée.

[0002] On entend par module d'attaque ayant une direction d'action déterminée, un projectile ou sous projectile qui agit d'une façon préférentielle suivant une direction donnée de l'espace.

[0003] Il en est ainsi des projectiles ou sous projectiles comportant une charge formée (charge creuse ou charge génératrice de noyau). Dans ce cas la direction d'action est celle suivant laquelle se trouve projeté le noyau ou le jet de charge creuse. A titre d'exemple, le brevet FR2793314 décrit un sous projectile à charge génératrice de noyau connu.

[0004] Il en est également ainsi pour les projectiles ou sous projectiles comportant un générateur d'éclats conçu de façon à ne projeter les éclats que suivant une direction moyenne donnée. Il est connu par exemple de remplacer dans une charge génératrice de noyau le revêtement de charge par un boîtier renfermant des éclats préformés.

[0005] L'initiation de cette charge projette une gerbe d'éclats suivant une direction donnée qui est l'axe de la charge. Les éclats se dispersent légèrement autour de l'axe de projection et il en résulte une surface d'impact sur une cible qui a une aire donnée (en fonction de la distance charge/cible). Le brevet EP1045222 décrit une telle charge projetant des éclats suivant une direction donnée.

[0006] Les projectiles ou sous projectiles ayant ainsi une direction d'action déterminée sont particulièrement intéressants car ils autorisent une maîtrise de la zone de risque. Les dégâts collatéraux peuvent être minimisés, seule la cible visée étant en principe détruite.

[0007] Ces modules d'attaque permettent ainsi de limiter les effets à un secteur bien défini ce qui n'était pas le cas avec les projectiles ou sous projectiles classiques, par exemple les obus explosifs d'artillerie qui engendrent des éclats suivant toutes les directions de l'espace entourant l'axe de l'obus.

[0008] Un des problèmes posés par les modules d'attaque ayant une direction d'action déterminée est cependant qu'il est nécessaire de les orienter en direction de la cible souhaitée.

[0009] On connaît ainsi des projectiles qui sont amenés en contact ou au voisinage de la cible, soit par tir direct (obus à charge formée tirés en tir tendu sans guidage) soit par tir indirect.

[0010] Dans le cas du tir indirect il est cependant nécessaire de prévoir des moyens de guidage et de pilotage permettant d'amener le projectile sur la cible, par exemple des gouvernes orientables commandées par un autodirecteur. On pourra consulter les brevets EP905473 ou FR2847033 qui décrivent de tels projectiles guidés.

[0011] On connaît aussi des sous projectiles dépourvus de moyens de pilotage mais qui sont conçus pour balayer une zone de terrain avec un senseur de cible (par exemple un capteur infra rouge). Dans ce cas le tir est déclenché lorsque le sous projectile détecte une cible ayant les caractéristiques de silhouette souhaitées. Les brevets GB2090950 et US4858532 décrivent de tels sous projectiles connus.

[0012] Ces sous projectiles dépourvus de moyens de pilotage présentent cependant encore des inconvénients.

[0013] Ils ne peuvent tout d'abord agresser que des cibles ayant une signature bien définie et bien reconnaissable. Ils ne peuvent donc pas être utilisés contre des cibles peu détectables.

[0014] Par ailleurs il subsiste avec ces sous projectiles des risques de déclenchement intempestifs par des fausses cibles (leurres ou bien cibles déjà atteintes par un autre sous projectile) ou encore par des cibles amies.

[0015] L'invention a pour but de proposer un dispositif de déclenchement d'un module d'attaque (tel qu'un projectile ou un sous projectile) permettant d'accroître la maîtrise de la zone de risque.

[0016] Le dispositif selon l'invention peut être mis en oeuvre avec des projectiles ou sous projectiles dépourvus de moyens de pilotage et dépourvus aussi de moyens de détection de cible, ce qui permet de réduire les susceptibilités de ces projectiles ou sous projectiles au brouillage ou au masquage.

[0017] Le dispositif assure néanmoins à ces projectiles ou sous projectiles une parfaite maîtrise des dimensions de la zone de risques.

[0018] L'invention peut aussi être mise en oeuvre dans un projectile ou sous projectile qui est déjà doté de moyens de détection.

[0019] Dans ce cas l'invention permet d'apporter une condition de tir supplémentaire qui conduit à améliorer la maîtrise globale de la zone d'efficacité des modules d'attaque. On peut ainsi éviter tout déclenchement intempestif et/ou imposer une zone d'attaque bien déterminée.

[0020] Ainsi l'invention a pour objet un procédé de commande du déclenchement d'un module d'attaque, tel un projectile ou un sous projectile, module d'attaque ayant au moins une direction d'action déterminée, procédé caractérisé par les étapes suivantes :

on programme avant tir ou sur trajectoire les coordonnées d'au moins une cible dans un repère terrestre fixe,
on réalise au moins une détermination sur trajectoire de l'orientation de la ou des direction(s) d'action dans le repère terrestre fixe,
on n'autorise le déclenchement du module d'attaque que si la direction d'action se trouve orientée en direction de

la cible.

[0021] Avantageusement, la détermination de l'orientation de la direction d'action par rapport au repère terrestre fixe sera effectuée en mesurant l'orientation du module d'attaque par rapport à au moins deux composantes du champ magnétique terrestre, les composantes du champ magnétique terrestre étant par ailleurs connues dans le repère terrestre fixe.

[0022] On pourra par ailleurs réaliser une mesure d'une distance module d'attaque / cible à partir des coordonnées de la cible dans le repère terrestre fixe, programmées avant tir ou sur trajectoire, et des mesures des coordonnées du module d'attaque dans le repère terrestre fixe, mesures effectuées sur trajectoire par un système de positionnement par satellite ou bien transmises au module d'attaque à partir d'une plate-forme dotée de moyens de trajectographie.

[0023] Plus particulièrement, pour adapter l'invention à un projectile ayant une trajectoire non verticale, on calcule sur trajectoire et dans un repère terrestre fixe les coordonnées du vecteur module d'attaque / cible, calcul effectué à partir des coordonnées de la cible préprogrammées ainsi que de celles mesurées du module d'attaque et on détermine à l'aide d'un compas magnétique tri-axial l'orientation de la direction d'action du module d'attaque dans un repère terrestre fixe.

[0024] Pour déterminer l'orientation de la direction d'action du module d'attaque dans un repère terrestre fixe, on calculera les coefficients d'une matrice de passage d'un repère lié au module d'attaque vers le repère terrestre fixe, ces composantes étant calculées en associant, pour les points de la trajectoire considérés, la mesure des composantes du champ magnétique terrestre dans un repère lié au module d'attaque et les valeurs des composantes du champ magnétique dans le repère terrestre, ces dernières valeurs étant connues et préprogrammées dans le module d'attaque, l'indétermination de calcul étant levée par la détermination d'au moins une direction dans le repère terrestre d'un des axes d'un repère lié au module d'attaque.

[0025] Pour lever l'indétermination on calculera l'orientation de l'axe longitudinal du module d'attaque à partir d'un calcul de l'angle d'incidence du projectile, calcul qui sera réalisé à partir des mesures de la trajectoire suivie, de la vitesse dans le repère terrestre, ainsi qu'à partir de la connaissance de la fonction de transfert aérodynamique du projectile.

[0026] Pour adapter l'invention à un sous projectile dispersé au-dessus d'une zone de terrain par un porteur et animé d'un mouvement de descente suivant un axe sensiblement vertical ainsi que d'un mouvement de rotation autour de l'axe vertical de descente, la direction d'action étant inclinée par rapport à l'axe vertical d'un angle donné, on procèdera à une détermination de l'orientation de la direction d'action dans le repère terrestre fixe à partir de la mesure des composantes du champ magnétique dans un plan horizontal, plan qui est défini par deux capteurs magnétiques portés par le module d'attaque, l'orientation de la direction d'action par rapport à ce plan étant par ailleurs connue ainsi que l'orientation du champ magnétique dans le repère terrestre fixe.

[0027] On pourra selon une variante, mettre également en oeuvre au niveau du module d'attaque des moyens de détection de cible et on ne provoquera alors le déclenchement du module d'attaque que si les conditions d'autorisation sont remplies et qu'une cible est par ailleurs détectée.

[0028] L'invention a également pour objet un dispositif de commande du déclenchement d'un module d'attaque ayant au moins une direction d'action déterminée, et mettant en oeuvre un tel procédé.

[0029] Ce dispositif est caractérisé en ce qu'il comprend des moyens permettant de mémoriser les coordonnées d'au moins une cible dans un repère terrestre fixe, des moyens permettant de mesurer les coordonnées du module d'attaque dans le repère terrestre fixe, ainsi que des moyens de calcul permettant de déterminer sur trajectoire l'orientation de la direction d'action du module d'attaque dans le repère terrestre fixe, les moyens assurant le déclenchement du module d'attaque étant couplés aux moyens de calcul de façon à n'autoriser un tel déclenchement que si la direction d'action se trouve orientée en direction de la cible.

[0030] Les moyens permettant de mesurer les coordonnées du module d'attaque dans le repère terrestre fixe pourront comprendre un récepteur GPS et/ou un récepteur de données de localisation transmises à partir d'une plate-forme distante.

[0031] Le dispositif pourra comprendre au moins deux capteurs magnétiques fixes permettant de déterminer l'orientation de la direction d'action du module d'attaque par rapport au champ magnétique terrestre, des moyens mémoire fournissant par ailleurs les composantes du champ magnétique terrestre dans le repère terrestre fixe.

[0032] Lorsqu'il est plus particulièrement adapté à un projectile ayant une trajectoire non verticale, le dispositif est caractérisé en ce que le module d'attaque incorpore au moins trois capteurs magnétiques et des moyens mémoire permettant de connaître les valeurs du champ magnétique terrestre dans un repère terrestre fixe pour les différents points de la trajectoire, des moyens de calcul permettant de déterminer à partir des différentes valeurs du champ magnétique terrestre, l'orientation du repère lié au module d'attaque par rapport au repère terrestre ainsi que les coordonnées du vecteur module d'attaque / cible dans un repère terrestre fixe, et celles de la direction d'action du module d'attaque.

[0033] Lorsqu'il est plus particulièrement adapté à un sous projectile destiné à être dispersé au-dessus d'une zone de terrain par un porteur et animé après dispersion d'un mouvement de descente suivant un axe sensiblement vertical

ainsi que d'un mouvement de rotation autour de cet axe vertical (la direction d'action étant par ailleurs inclinée par rapport à l'axe vertical d'un angle donné), le dispositif est caractérisé en ce que le module d'attaque comporte au moins deux capteurs magnétiques disposés suivant deux axes d'un repère lié au module d'attaque, les deux axes définis par ces capteurs déterminant ainsi un plan qui sera perpendiculaire à l'axe de chute vertical prévu, l'orientation de la direction d'action du module d'attaque par rapport à ce plan horizontal étant connue.

[0034] L'invention sera mieux comprise à la lecture de la description qui va suivre de différents modes de réalisation, description faite en référence aux dessins annexés et dans lesquels :

- la figure 1 schématise la mise en oeuvre d'un module d'attaque selon un premier mode de réalisation de l'invention à partir d'une plate-forme terrestre,
- la figure 2 est un schéma synoptique du dispositif de déclenchement selon l'invention,
- la figure 3 montre les différents axes, angles et vecteurs pour un module d'attaque constitué par un projectile ayant une trajectoire balistique,
- les figures 4 et 5 sont des logigrammes synthétisant les principales étapes du procédé selon l'invention,
- la figure 6 montre un mode particulier de réalisation suivant lequel on utilise un sous projectile qui est animé d'un mouvement de descente au-dessus d'une zone de terrain suivant un axe sensiblement vertical,
- la figure 7 est une vue plus détaillée du sous projectile permettant de repérer les différents axes, angles et vecteurs,
- la figure 8 est une vue analogue à la figure 7 mais

dans laquelle les vecteurs sont représentés en projection suivant un plan horizontal.

[0035] La figure 1 montre un système d'arme ou plate-forme de tir 1 (ici un automoteur d'artillerie) qui envoie un projectile 2 vers une cible 3 en vue de la détruire. Ce projectile 2 constitue un module d'attaque ayant une direction d'action déterminée W_H qui forme ici un angle avec l'axe 19 du projectile 2.

[0036] Ce dernier suit une trajectoire balistique 5 et il tourne par ailleurs autour de son axe.

[0037] On a représenté sur la figure 1 un repère terrestre fixe 4 d'axes XYZ. Dans ce repère les coordonnées de la plate-forme de tir 1 sont $X_wY_WZ_W$, les coordonnées du projectile 2 sont $X_pY_pZ_p$, et celles de la cible 3 sont $X_tY_tZ_t$.

[0038] Pour la clarté de l'exposé on parle ici de coordonnées de points (cible, plate-forme, projectile). Il est bien entendu que les cibles visées ont une certaine surface au sol et que le point cible correspond par exemple au barycentre de la cible réelle. De même les coordonnées du projectile sont par exemple celles de son centre de gravité ou bien celles du foyer de sa tête militaire.

[0039] L'exposé qui va suivre est basé sur des considérations géométriques théoriques. L'Homme du Métier pourra aisément adapter les principes qui seront décrits pour traiter les cas particuliers de modules d'attaque réels.

[0040] Le module d'attaque 2 incorpore un dispositif 6 de commande de son déclenchement. Ce dispositif permet d'assurer que le déclenchement n'interviendra que lorsque les conditions optimales seront réunies, conditions permettant de limiter les dégâts collatéraux.

[0041] Le module d'attaque 2 pourra comporter une ou plusieurs charges formées (non représentées) qui seront projetées suivant la direction d'action W_H. Il pourra comporter aussi une charge projetant une gerbe d'éclats suivant la direction moyenne W_H.

[0042] L'exposé se limitera à traiter le cas d'une direction d'action moyenne W_H unique. Une charge à éclat projette des éclats suivant une gerbe sensiblement conique centrée sur cette direction d'action. On pourra adapter aisément les principes qui vont être décrits à la détermination des surfaces atteintes au niveau du sol et à la comparaison de cette surface théoriquement atteinte avec l'empreinte au sol globale (connue et programmée) d'une cible à traiter.

[0043] Les moyens pyrotechniques assurant l'effet terminal (tir de charge formée ou projection d'éclats) ne font pas l'objet de la présente invention et ne seront pas décrits en détails.

[0044] Ces moyens sont bien connus de l'Homme du Métier.

[0045] La figure 2 représente de façon schématique la structure du dispositif de commande 6. Ce dispositif comprend essentiellement des moyens de calcul 7 qui incorporent différents modules de calcul réalisés sous la forme d'algorithmes mis en mémoires ou registres.

[0046] Ces moyens de calcul 7 sont reliés à un moyen 20 de déclenchement du tir de la charge pyrotechnique du module d'attaque 2 (par exemple une fusée électronique provoquant l'initiation d'un détonateur). Ces moyens connus ne sont pas l'objet de la présente invention et ne seront donc pas décrits en détails.

[0047] Le dispositif de commande 6 comporte également des moyens mémoires ou registres (incorporés aux moyens de calcul 7) permettant de mémoriser les coordonnées $X_tY_tZ_t$ d'au moins une cible 3 dans le repère terrestre fixe 4.

[0048] Les coordonnées de la ou des cibles 3 sont introduites dans les moyens de calcul 7 à partir d'une interface 8 appropriée. Elles sont fournies par un moyen de programmation 9 qui est solidaire de la plate-forme de tir 1.

[0049] On pourra par exemple programmer ces coordonnées avant le tir à l'aide de contacts électriques portés par la plate-forme 1 et reliés au moyen de programmation 9. On pourra aussi réaliser la programmation par un couplage inductif et associer une boucle d'induction fixe solidaire de la plate-forme 1, boucle destinée à coopérer avec une autre

boucle portée par le projectile 2.

[0050] On pourra également transmettre les coordonnées au projectile 2 sur sa trajectoire à l'aide d'un moyen transmetteur 10 solidaire de la plate-forme 1 (par exemple un transmetteur de signaux hertziens). L'interface 8 comprendra alors une antenne réceptrice (non représentée).

[0051] Selon une caractéristique de l'invention, le dispositif 6 comprend aussi des moyens 11 permettant de mesurer les coordonnées $X_pY_pZ_p$ du module d'attaque dans le repère terrestre fixe 4. Ces moyens 11 pourront être constitués par un récepteur d'un système de positionnement par satellite (ou GPS).

[0052] Alternativement on pourra remplacer le récepteur GPS embarqué dans le projectile 2 par un simple récepteur 12 de signaux fournis par un transmetteur 10 (identique ou distinct de celui précédemment décrit) et solidaire de la plate-forme 1. Ce transmetteur 10 sera alors couplé à un moyen de trajectographie 13 lui aussi solidaire de la plate-forme 1.

[0053] Le dispositif selon l'invention comprend également des capteurs magnétiques fixes 14 (par exemple des magnéto résistances). Ces capteurs permettent de mesurer les composantes du champ magnétique terrestre suivant deux ou trois axes d'un repère lié au projectile 2.

[0054] La mesure des composantes du champ magnétique terrestre va permettre, à l'aide d'algorithmes appropriés, de positionner le repère lié au projectile par rapport au repère terrestre 4.

[0055] Par ailleurs les moyens de calcul 7 comportent aussi des moyens mémoires ou registres permettant de mémoriser les composantes du champ magnétique terrestre H dans un repère terrestre fixe 4 et en tous points de la trajectoire 5 prévue pour le projectile 2.

[0056] On a représenté sur la figure 3 le projectile 2 équipé de trois capteurs magnétiques 14 qui définissent les axes GXmYmZm d'un repère (ici orthonormé) lié au projectile 2.

[0057] Le champ magnétique H a donc, dans ce repère lié au projectile, les trois composantes H_{Xm}, H_{Ym} et H_{Zm} qui sont mesurées le long de la trajectoire 5.

[0058] Le même champ magnétique H a par ailleurs dans le repère terrestre fixe 4, positionné au niveau du point G de la trajectoire 5, des composantes H_X, H_Y et H_Z.

[0059] Le vecteur Vt est le vecteur vitesse du projectile 2 sur sa trajectoire 5. Les composantes de ce vecteur dans le repère fixe 4 ainsi que les coordonnées du point G auquel se situe le projectile 2 sont connues grâce au moyen de positionnement 11 (ou aux moyens de trajectographie).

[0060] Les coordonnées du point G étant connues sur trajectoire et les coordonnées de la cible 3 ayant été programmées, les moyens de calcul 7 peuvent donc à tout instant calculer, dans le repère fixe 4, les coordonnées du vecteur Δ qui relie le module d'attaque 2 à la cible 3 (vecteur dont la norme exprime la distance du module d'attaque à la cible).

[0061] On a représenté sur la figure 3 le vecteur W_H qui est celui définissant la direction d'action du projectile (ou module d'attaque) 2. Cette direction d'action W_H est une donnée fixe dans le repère XmYmZm lié au projectile. Cette donnée est déterminée lors de la construction du projectile 2. On sait en effet, pour un projectile ou module d'attaque donné, comment sont placés les capteurs magnétiques 14 par rapport à la tête militaire et on connaît également la direction d'action de la tête militaire par rapport au corps de projectile 2. Les coordonnées du vecteur W_H dans le repère lié au projectile 2 sont incorporées en mémoire dans les moyens de calcul 7.

[0062] Conformément à l'invention on déterminera sur trajectoire l'orientation de cette direction d'action W_H dans le repère terrestre fixe 4.

[0063] On détermine par ailleurs par calcul la distance module d'attaque / cible qui est la norme du vecteur Δ.

[0064] On autorisera alors le déclenchement du module d'attaque 2 si la direction d'action W_H se trouve orientée en direction de la cible 3, c'est à dire si les vecteurs W_H et Δ sont colinéaires et de même sens, et si par ailleurs la distance du module d'attaque 2 à la cible 3 est inférieure ou égale au rayon d'action du module d'attaque.

[0065] En effet, les modules d'attaque connus (incorporant des charges formées ou à éclats focalisés) ont une efficacité qui va dépendre de la distance qui les sépare de leur cible au moment de leur initiation. Il est inutile de les déclencher à une distance excessive. Il suffira de vérifier que la norme du vecteur Δ est inférieure ou égale à une valeur programmée qui est le rayon d'action Ra pour le module d'attaque considéré et qui correspond à une distance convenable pour commander le déclenchement par rapport à une cible.

[0066] On notera que dans le cas où on met en oeuvre un module d'attaque ayant une grande distance d'action (par exemple comprise entre 200 mètres et 500 mètres) il sera possible de déclencher le tir lorsque la colinéarité (de même sens) des vecteurs W_H et Δ est assurée (sans vérification de la valeur de la norme de Δ par rapport à un rayon d'action).

[0067] En effet la probabilité pour que ces vecteurs soient colinéaires pour une distance supérieure à 500 mètres est quasi nulle lors du vol d'un projectile suivant une trajectoire balistique.

[0068] Les modules d'attaque à grande distance d'action sont par exemple ceux équipés de charges génératrices de noyau.

[0069] La figure 4 est un logigramme qui synthétise les principales étapes du procédé selon l'invention.

[0070] L'étape A correspond au calcul des coordonnées du vecteur Δ dans le repère terrestre fixe 4 (vecteur distance module d'attaque / cible). La norme de ce vecteur Δ sera calculée à la même étape.

[0071] L'étape B correspond au calcul des coordonnées du vecteur W_H (orientation de la direction d'action) dans le

repère terrestre fixe 4. Ce calcul met en oeuvre des étapes qui seront détaillées par la suite.

[0072] Le test C vérifie la colinéarité et le même sens des vecteurs W_H et Δ.

[0073] Le test D vérifie (éventuellement) que la norme du vecteur Δ est inférieure ou égale à une valeur de référence (rayon d'action Ra).

[0074] Lorsque les deux tests sont concluants, l'étape E correspond à l'autorisation de déclenchement du module d'attaque 2.

[0075] Si l'un ou l'autre des tests est négatif, les étapes de calcul se poursuivent (étape A et B).

[0076] L'ordre des tests C et D est bien entendu indifférent et les étapes A et B peuvent être conduites simultanément.

[0077] Suivant une caractéristique du procédé selon l'invention, on va déterminer au cours de l'étape B l'orientation de la direction d'action W_H par rapport au repère terrestre fixe 4 en mesurant l'orientation du module d'attaque 2 par rapport à au moins deux composantes du champ magnétique terrestre.

[0078] On voit sur la figure 3 que, pour connaître l'orientation du vecteur W_H dans le repère fixe 4, il suffit de connaître l'orientation du repère GXmYmZm lié au projectile 2 par rapport au repère terrestre fixe 4 (l'orientation de W_H dans le repère lié au projectile 2 est en effet fixe et connue).

[0079] Les calculs de passage d'un repère mobile à un repère fixe mettent en oeuvre les angles d'Euler qui sont bien connus de l'Homme du Métier. Ils interviennent dans la détermination des coefficients d'une matrice de passage T permettant le calcul des coordonnées de points ou de vecteurs dans le repère fixe à partir des coordonnées connues dans le repère mobile lié au projectile 2.

[0080] On pourra ainsi écrire la relation :

$$(H_X, H_Y, H_Z) = T \cdot (H_{Xm}, H_{Ym}, H_{Zm})$$

[0081] (H_X,H_Y,H_Z) étant les coordonnées du vecteur champ magnétique terrestre dans le repère fixe et (H_{Xm},H_{Ym},H_{zm}) étant les coordonnées de ce même vecteur dans le repère lié au projectile.

[0082] Les coefficients de la matrice T (donc les angles d'Euler) dépendent bien entendu de l'attitude du projectile 2 sur trajectoire, donc des conditions de vol. Ils varient sur trajectoire et doivent être déterminés d'une façon continue (ou périodique).

[0083] Dans le domaine des missiles ou de l'aéronautique on détermine ces angles d'Euler et les coefficients de la matrice de passage T à l'aide de systèmes inertiels associant gyromètres et accéléromètres, qui sont des équipements fragiles et coûteux (qui ne résistent pas au tir par un canon).

[0084] Avec le procédé selon l'invention on va utiliser pour calculer les coefficients de la matrice T les valeurs connues (H_X,H_Y,H_Z) et préprogrammées des composantes du champ magnétique sur les différents points de la trajectoire 5 prévue ainsi que les valeurs (H_{Xm},H_{Ym},H_{Zm}) qui sont mesurées grâce aux capteurs 14.

[0085] En première approximation pour les portées d'artillerie habituelles, les composantes du champ magnétique terrestre pourront être considérées comme constantes sur toute la trajectoire 5 du projectile 2 et durant le temps de vol.

[0086] On montre mathématiquement que le calcul des coefficients de la matrice T ne peut pas être ainsi résolu sans la connaissance d'une caractéristique complémentaire du repère lié au projectile 2. Il existe en effet une infinité de combinaisons d'angles d'Euler permettant de résoudre l'équation $(H_X,H_Y,H_Z) = T \cdot (H_{Xm},H_{Ym},H_{Zm})$.

[0087] Conformément à l'invention, on résoudra cette indétermination en calculant l'orientation de l'axe GXm du repère lié au projectile 2.

[0088] On choisira comme axe GXm l'axe 19 du projectile 2 lui-même et on utilisera un calcul classique de mécanique du vol pour déterminer l'orientation de cet axe dans le repère terrestre 4.

[0089] Il est en effet possible grâce au moyen de positionnement GPS 11 (ou aux moyens de trajectographie) de connaître dans le repère terrestre les coordonnées du vecteur vitesse Vt associées aux coordonnées des différents points de la trajectoire 5.

[0090] Les équations classiques de la mécanique du vol d'un projectile permettent alors de calculer dans le repère terrestre les coordonnées de l'axe du projectile (vecteur GXm) par rapport à celles du vecteur vitesse Vt.

[0091] En effet, la connaissance de la trajectoire 5 et de la vitesse Vt permet de connaître la courbure de la trajectoire et l'accélération à laquelle est soumise le projectile 2. Ce dernier possède par ailleurs une fonction de transfert aérodynamique Fta qui dépend de sa géométrie, de sa masse et de sa matrice d'inertie et qui est fixée à la construction.

[0092] La mise en oeuvre des équations aérodynamiques et de mécanique du vol permet de déterminer l'angle d'incidence Inc qui sépare les vecteurs Vt et Gxm à partir de la fonction de transfert Fta et des composantes de l'accélération calculées sur trajectoire. Cet angle Inc est un angle d'incidence résultante qui se mesure dans le plan des vecteurs Vt et Gxm, plan qui est perpendiculaire au vecteur de rotation instantanée du projectile sur sa trajectoire.

[0093] En première approximation on pourra dans certains cas considérer que l'angle Inc est nul (vecteur Vt colinéaire à l'axe Gxm).

[0094] Ces calculs sont bien connus de l'Homme du Métier et il n'est donc pas nécessaire de les détailler ici.

[0095] La figure 5 est un logigramme qui détaille ainsi l'étape B correspondant au calcul des coordonnées du vecteur W_H (orientation de la direction d'action) dans le repère terrestre fixe 4.

[0096] Le bloc F correspond à la mesure par les moyens de positionnement 11, et dans le repère terrestre 4, des coordonnées du vecteur Vt associées aux différents points de la trajectoire 5 localisés ainsi qu'au calcul par dérivation, (ou bien par détermination du rayon de courbure de la trajectoire) des accélérations auxquelles est soumis le projectile.

[0097] Le bloc G correspond au calcul des coordonnées dans le repère terrestre fixe 4 de l'axe principal du projectile GXm. Ce calcul met en oeuvre les calculs issus du bloc F ainsi que la fonction de transfert aérodynamique (Fta) du projectile 2.

[0098] Le bloc H_M correspond à la mesure par les capteurs 14 des composantes du champ magnétique dans le repère du projectile 2. Le bloc H_{RT} correspond à la détermination (par lecture dans des mémoires ou registres du calculateur 7) des composantes du champ magnétique terrestre dans le repère terrestre au point considéré sur la trajectoire. Sur la figure 5 ce bloc est relié au bloc F pour rappeler que la mémoire des données du champ magnétique doit être lue en référence aux coordonnées du point considéré sur la trajectoire du projectile (coordonnées fournies par le moyen de positionnement 11).

[0099] Le bloc T est celui du calcul des coefficients de la matrice T permettant le passage d'un repère lié au projectile à un repère terrestre fixe.

[0100] Le bloc W_H enfin correspond au calcul des coordonnées du vecteur direction d'action W_H par rapport au repère terrestre fixe 4.

[0101] Suivant un mode particulier de réalisation, l'invention peut avantageusement être mise en oeuvre pour un module d'attaque qui est constitué par un sous projectile dispersé au-dessus d'une zone de terrain par un porteur, par exemple un obus cargo d'artillerie, un drone ou une roquette (non représentés).

[0102] De tels sous-projectiles sont bien connus de l'Homme du Métier.

[0103] On a représenté schématiquement sur la figure 6 un tel sous projectile 15. Il est animé d'un mouvement de descente suivant un axe 16 sensiblement vertical ainsi que d'un mouvement de rotation (vitesse Ω) autour de cet axe vertical de descente.

[0104] La direction d'action W_H est inclinée par rapport à l'axe vertical 16 d'un angle β donné qui est fixé par construction.

[0105] Ainsi, lors de la descente du sous projectile 15, sa direction d'action W_H balaye le sol suivant une spirale 17 dont le rayon R diminue avec l'altitude Zp du sous projectile 15.

[0106] On a représenté sur la figure 6 les coordonnées des différents points dans un repère terrestre fixe 4.

[0107] (Xp,Yp,Zp) sont les coordonnées du sous projectile 15.

[0108] (Xt,Yt,Zt) sont les coordonnées de la cible 3.

[0109] (Xf,Yf,Zf) sont les coordonnées du point d'intersection avec le sol du vecteur direction d'action W_H du sous projectile 15. Ce point correspond au point d'impact théorique 18 sur le sol du noyau ou de la gerbe d'éclats engendrés lors de l'initiation du sous projectile 15.

[0110] Le rayon R est relié à l'altitude Zp du sous projectile 15 par la relation trigonométrique $R = Zp.\tan(\beta)$.

[0111] On a représenté sur la figure 6 le vecteur Δ (vecteur distance module d'attaque / cible).

[0112] Les coordonnées de ce vecteur dans le repère terrestre se calculent facilement à partir des coordonnées (Xp, Yp,Zp) du sous projectile 15 (mesurées par le moyen de positionnement 11) et de celles (Xt, Yt,Zt) de la cible 3 (programmées avant tir).

[0113] Comme dans le mode de réalisation précédent, la norme de ce vecteur Δ sera la valeur d'une distance module d'attaque / cible.

[0114] Conformément à l'invention on va chercher à détecter la colinéarité des vecteurs W_H et Δ pour autoriser le déclenchement du tir (les vecteurs devant par ailleurs avoir bien sûr la même orientation).

[0115] Avec le cas particulier d'un sous projectile animé d'un mouvement de chute verticale combiné à une rotation, lorsque les vecteurs W_H et Δ sont colinéaires ils ont également la même norme.

[0116] Il n'est alors généralement pas nécessaire de mettre en oeuvre une condition de rayon d'action à respecter pour la distance Δ. En effet la distance d'action opérationnelle des sous-projectiles connus est suffisamment importante (plusieurs centaines de mètres) pour assurer l'efficacité terminale sur la cible. Le test D (figure 4) est alors inutile.

[0117] Dans certains cas, par exemple lorsque les sous projectiles sont dispersés à une distance du sol très importante (supérieure à 800m), on pourra néanmoins prévoir un test complémentaire à la mesure de colinéarité des vecteurs W_H et Δ. Ce test permettra de vérifier que la valeur de la norme du vecteur Δ est inférieure ou égale à un rayon d'action Ra prédéfini.

[0118] On pourrait alternativement effectuer un test sur l'altitude à laquelle se trouve le sous-projectile par rapport au sol (en utilisant un altimètre).

[0119] La chute verticale du sous projectile permet de simplifier notablement la mise en oeuvre du procédé selon l'invention.

[0120] En effet le sous-projectile suit une trajectoire verticale et il n'est soumis à aucune accélération latérale. Il est

alors facile de lever l'indétermination dans le calcul de la matrice de passage T permettant de passer du repère lié au sous projectile au repère terrestre. Il suffit de considérer que l'axe GZm du repère lié au projectile est vertical. Les coordonnées de l'axe GZm dans le repère terrestre sont connues facilement à partir de la seule détermination des coordonnées du point G (données par le moyen de positionnement 11).

[0121] La figure 7 montre le sous projectile 15 ainsi que le positionnement de deux capteurs 14 du champ magnétique.

[0122] Le repère GXmYmZm lié au sous projectile 15 a un axe privilégié GZm qui est l'axe vertical.

[0123] Les capteurs magnétiques 14 sont disposés dans le sous projectile 15 de façon à matérialiser deux directions GXm et GYm qui définissent un plan horizontal lors de la chute du sous projectile (plan perpendiculaire à la direction GZm).

[0124] Compte tenu de la géométrie du sous projectile 15 il est aisé de maîtriser la position des capteurs 14 pour qu'ils définissent un tel plan lors de la chute de la sous-munition.

[0125] On a ici défini un repère orthonormé mais tout autre repère serait possible à la condition que le plan GXmYm soit orthogonal à la verticale GZm.

[0126] Comme dans le mode de réalisation précédent la localisation de la direction d'action W_H par rapport au sous projectile 15, donc par rapport aux capteurs 14 est une donnée de construction fixe.

[0127] Il est donc facile de déterminer l'orientation de la direction d'action W_H dans le repère terrestre fixe 4 à partir de la mesure des composantes du champ magnétique dans le plan GXmYm et de la connaissance des composantes de ce champ dans le repère terrestre fixe, au point de mesure considéré, telles qu'elle ont été mises en mémoire avant tir.

[0128] La matrice de passage T permettant le changement de repère se définit donc aisément. La détermination est d'autant plus aisée qu'avec le choix d'un repère lié au projectile et comportant un axe vertical et un plan horizontal, il suffit de connaître un seul angle d'Euler, l'angle α de rotation permettant de passer de l'axe terrestre fixe GX (centré en G au sous projectile 15) à l'axe GXm, pour déterminer l'orientation dans le repère terrestre du sous projectile 15 (donc de sa direction d'action W_H).

[0129] Deux capteurs magnétiques 14 suffisent pour calculer la valeur de l'angle αn que forme la projection N du vecteur champ magnétique avec l'axe GXm. On pourra en déduire l'angle α grâce à la connaissance des coordonnées du champ magnétique dans le repère terrestre. En fait un seul capteur serait en principe suffisant mais, compte tenu des erreurs de mesure d'un capteur magnétique, il est nécessaire d'utiliser deux capteurs.

[0130] Une telle configuration est plus simple que celle décrite précédemment où il était nécessaire de mesurer trois composantes du champ magnétique terrestre.

[0131] On a représenté sur la figure 7 le vecteur champ magnétique terrestre H ainsi que sa projection N sur le plan GXmYm défini par les capteurs 14. L'angle αn sépare dans ce même plan l'axe GXm et le vecteur N.

[0132] A titre d'exemple non limitatif la figure 8 montre comment il est possible de calculer aisément l'orientation de la direction d'action W_H et de vérifier les conditions permettant d'autoriser ou non le déclenchement du module d'attaque.

[0133] Avec ce mode de réalisation de l'invention il est en effet judicieux de conduire les différents calculs dans le plan horizontal GXmYm.

[0134] La figure 8 montre donc les différents vecteurs en projection dans le plan horizontal. On a choisi arbitrairement de confondre l'axe GXm du repère lié au sous projectile 15 avec la projection W_{HN} de la direction d'action W_H sur ce plan.

[0135] Une telle disposition est commode pour simplifier les équations et elle correspond physiquement à un positionnement particulier du capteur 14 par rapport à la direction d'action W_H. Il est bien entendu possible concrètement de ne pas confondre W_{HN} et GXm. Ce qui est important c'est de connaître la position relative de ces deux directions (position qui est une donnée fixe de construction du sous projectile 15).

[0136] On a noté αr l'angle que fait (dans le plan horizontal) la projection N du vecteur champ magnétique H par rapport à l'axe GX du repère fixe. Cette valeur est déduite des coordonnées du champ magnétique dans le repère terrestre telles que préprogrammées pour le point G considéré de la trajectoire. On voit qu'il serait possible dans ce cas de se contenter de mémoriser dans le moyen de calcul 7 uniquement les angles αr et non les composantes complètes du vecteur champ magnétique.

[0137] L'angle αn que forme la projection N du vecteur champ magnétique avec l'axe GXm est mesuré à l'aide des capteurs 14.

[0138] Le vecteur Δ_N (projection du vecteur reliant le sous projectile 15 à la cible 3) est facilement déterminé à partir des coordonnées Xp,Yp du sous projectile (données par le moyen de positionnement 11 et de celles Xt,Yt de la cible 3 (préprogrammées).

[0139] La norme du vecteur Δ_N est telle que :

$$\Delta_N^2 = (Xt-Xp)^2 + (Yt-Yp)^2$$

[0140] Et l'angle αk entre le vecteur N et le vecteur Δ_N est calculé à partir de la valeur préprogrammée de l'angle αr pour le point considéré et des coordonnées du sous projectile 15 et de la cible 3 par :

$$\alpha k = \alpha r - \arctan[(Yt-Yp)/(Xt-Xp)]$$

[0141] L'arc tangente étant défini sur $\pm \pi/2$ On utilisera bien entendu des algorithmes classiques permettant les levées de doute sur la valeur de l'arc calculé.

[0142] Avec les simplifications de calcul ainsi présentées, on voit que la conditions selon laquelle le déclenchement est autorisé si les vecteurs Wh et Δ sont colinéaires de même sens se traduit par :

1 la vérification d'une condition d'égalité d'angles:

$\alpha k = \alpha n \rightarrow$ les vecteurs W_H et Δ sont dans un même plan vertical,

2 la vérification d'une égalité de longueur (en projection dans le plan horizontal):

$W_{HN} = \Delta_N = Rc \rightarrow$ en effet, dans le cas d'une chute verticale, la projection Δ_N du vecteur Δ sur le plan horizontal est une constante Rc (voir figure 6) qui est calculée sur trajectoire en fonction des coordonnées relatives du sous projectile et de la cible.

[0143] On notera par ailleurs qu'indépendamment de son orientation, et comme cela a déjà été précisé en référence à la figure 6, la longueur W_{HN} est facilement calculable à partir de l'altitude du sous projectile 15 :

$$W_{HN} = R = Zp.\tan(\beta).$$

[0144] A titre de contrôle de mesure on pourra donc éventuellement mettre en oeuvre un altimètre (par exemple de technologie laser) pour mesurer Zp et vérifier la valeur calculée de la norme de W_{HN}.

[0145] A titre d'application numérique, si on met en oeuvre l'invention pour un sous projectile 15 qui est animé d'une vitesse de descente de 45 mètres par seconde, d'une vitesse de rotation sur lui-même de 15 tours par seconde et ayant un angle d'inclinaison de sa direction W_H : β=30°, on obtient avec une altitude de déclenchement du tir de 100 mètres une précision de tir (rayon du cercle équiprobable) : CEP = 6 mètres.

[0146] Un tel résultat est obtenu avec des écarts types sur les mesures du positionneur GPS 11 de l'ordre de 3m, un écart type sur les angles calculés de l'ordre de 2°, et un écart type sur l'altitude de l'ordre de 5 mètres.

[0147] La précision de tir obtenue est remarquable alors que le sous projectile 15 est totalement dépourvu de moyens de détection de cible.

[0148] A titre de variante on pourra mettre en oeuvre le procédé selon l'invention pour un module d'attaque qui est déjà pourvu de moyens de détection de cible, par exemple un senseur infrarouge.

[0149] Dans ce cas l'étape E de la figure 4 sera suivie d'un autre test qui correspondra à la vérification de la présence d'une cible ayant les caractéristiques infrarouges attendues (un tel moyen de détection est classique et déjà mis en oeuvre aujourd'hui).

[0150] Le procédé selon l'invention ne commande pas alors lui-même le déclenchement du module d'attaque mais il apporte une condition supplémentaire à la simple détection de cible.

[0151] On peut ainsi assurer que, quelles que soient les cibles potentielles présentes sur le terrain, le déclenchement du module d'attaque ne se produira qu'en direction d'une zone de terrain bien déterminée et programmée avant tir ou sur trajectoire.

[0152] On augmente ainsi la sécurité d'emploi des modules d'attaques et on limite les effets collatéraux des attaques.

[0153] D'autres modes de réalisation sont possibles sans sortir du cadre de l'invention. Il est possible ainsi de mettre en oeuvre l'invention avec un module d'attaque comportant plusieurs directions d'action W_H. Par exemples des modules d'attaque comportant des charges multi modes programmables avant tir ou sur trajectoire. Les calculs décrits précédemment peuvent être réalisés pour plusieurs directions d'action d'un module d'attaque donné. Il suffira de définir quelle est la direction d'action opérationnelle, donc sur laquelle il faut appliquer les conditions d'autorisation de tir permises par l'invention.

[0154] Les exemples décrits ont fait référence à la détermination d'une direction d'action W_H dont l'intersection au niveau du sol est ponctuelle. Il est bien entendu possible, en particulier lorsque le module d'attaque incorpore une charge à éclats, de déterminer, en plus de l'orientation moyenne du vecteur W_H, la valeur de la surface au niveau du sol qui est couverte par la gerbe d'éclats. Cette surface est facile à calculer en introduisant dans le projectile ou sous projectile la valeur de l'angle d'ouverture du cône de la gerbe d'éclats engendrés (angle solide centré sur la direction W_H).

[0155] On pourra alors donner lors de la programmation initiale du module d'attaque, non pas les coordonnées d'une

cible ponctuelle au sol, mais les coordonnées d'une surface au sol dans laquelle le tir est autorisé.

[0156] L'algorithme décrit précédemment permettra alors de vérifier si la gerbe d'éclats engendrés se situera ou non dans la surface de tir autorisé.

Revendications

1. Procédé de commande du déclenchement d'un module d'attaque (2,15), tel un projectile (2) ou un sous projectile (15), module d'attaque ayant au moins une direction d'action déterminée (W_H), procédé **caractérisé par** les étapes suivantes:

   - on programme avant tir ou sur trajectoire les coordonnées d'au moins une cible (3) dans un repère terrestre fixe (4),
   - on réalise au moins une détermination sur trajectoire de l'orientation de la ou des direction(s) d'action (W_H) dans le repère terrestre fixe (4),
   - on n'autorise le déclenchement du module d'attaque (2,15) que si la direction d'action (W_H) se trouve orientée en direction de la cible (3).

2. Procédé de commande du déclenchement d'un module d'attaque selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** la détermination de l'orientation de la direction d'action (W_H) par rapport au repère terrestre fixe (4) est effectuée en mesurant l'orientation du module d'attaque (2,15) par rapport à au moins deux composantes du champ magnétique terrestre, les composantes du champ magnétique terrestre étant par ailleurs connues dans le repère terrestre fixe (4).

3. Procédé de commande du déclenchement d'un module d'attaque selon une des revendications 1 ou 2, **caractérisé en ce qu'**on réalise une mesure d'une distance module d'attaque (2,15)/ cible (3) à partir des coordonnées ($X_tY_tZ_t$) de la cible dans le repère terrestre fixe, programmées avant tir ou sur trajectoire, et des mesures des coordonnées ($X_pY_pZ_p$) du module d'attaque (2,15) dans le repère terrestre fixe (4), mesures effectuées sur trajectoire par un système (11) de positionnement par satellite ou bien transmises au module d'attaque à partir d'une plate-forme (1) dotée de moyens de trajectographie (13).

4. Procédé de commande du déclenchement d'un module d'attaque selon la revendication 3 et plus particulièrement adapté à un projectile (2) ayant une trajectoire non verticale, procédé **caractérisé en ce qu'**on calcule sur trajectoire et dans un repère terrestre fixe (4) les coordonnées du vecteur (Δ) module d'attaque (2) / cible (3), calcul effectué à partir des coordonnées ($X_tY_tZ_t$) de la cible préprogrammées ainsi que de celles ($X_pY_pZ_p$) mesurées du module d'attaque (2) et on détermine à l'aide d'un compas magnétique tri-axial l'orientation de la direction d'action (W_H) du module d'attaque (2) dans un repère terrestre fixe (4).

5. Procédé de commande du déclenchement d'un module d'attaque selon la revendication 4, **caractérisé en ce que**, pour déterminer l'orientation de la direction d'action (W_H) du module d'attaque (2) dans un repère terrestre fixe (4) on calcule les coefficients d'une matrice (T) de passage d'un repère lié au module d'attaque (2) vers le repère terrestre fixe (4), ces composantes étant calculées en associant, pour les points de la trajectoire (5) considérés, la mesure des composantes (H_{Xm},H_{Ym},H_{Zm}) du champ magnétique terrestre dans un repère lié au module d'attaque (2) et les valeurs des composantes (H_X,H_Y,H_Z) du champ magnétique dans le repère terrestre (4), ces dernières valeurs étant connues et préprogrammées dans le module d'attaque (2), l'indétermination de calcul étant levée par la détermination d'au moins une direction dans le repère terrestre d'un des axes d'un repère lié au module d'attaque (2).

6. Procédé de commande du déclenchement d'un module d'attaque selon la revendication 5, **caractérisé en ce que** pour lever l'indétermination on calcule l'orientation de l'axe longitudinal (GXm) du module d'attaque (2) à partir d'un calcul de l'angle d'incidence (Inc) du projectile, calcul réalisé à partir des mesures de la trajectoire (5) suivie, de la vitesse (Vt) dans le repère terrestre (4), ainsi qu'à partir de la connaissance de la fonction de transfert aérodynamique du projectile (2).

7. Procédé de commande du déclenchement d'un module d'attaque selon une des revendications 2 ou 3 et plus particulièrement adapté à un sous projectile (15) dispersé au-dessus d'une zone de terrain par un porteur et animé d'un mouvement de descente suivant un axe (16) sensiblement vertical ainsi que d'un mouvement de rotation autour de l'axe vertical de descente, la direction d'action (W_H) étant inclinée par rapport à l'axe vertical (16) d'un angle (β) donné, **caractérisé en ce que** la détermination de l'orientation de la direction d'action (W_H) dans le repère terrestre

fixe (4) est alors effectuée à partir de la mesure des composantes du champ magnétique dans un plan horizontal qui est défini par deux capteurs magnétiques (14) portés par le module d'attaque (15), l'orientation de la direction d'action (W_H) par rapport à ce plan étant par ailleurs connue ainsi que l'orientation du champ magnétique dans le repère terrestre fixe (4).

8. Procédé de commande du déclenchement d'un module d'attaque selon une des revendications 1 à 7, **caractérisé en ce qu'**on met également en oeuvre au niveau du module d'attaque (2,15) des moyens de détection de cible et **en ce que** l'on ne provoque le déclenchement du module d'attaque que si les conditions d'autorisation sont remplies et qu'une cible est par ailleurs détectée.

9. Dispositif de commande du déclenchement d'un module d'attaque (2,15) ayant au moins une direction d'action déterminée, et mettant en oeuvre le procédé selon une des revendications précédentes, dispositif ***caractérisé en ce qu'***il comprend des moyens (7) permettant de mémoriser les coordonnées d'au moins une cible (3) dans un repère terrestre fixe (4), des moyens (11) permettant de mesurer les coordonnées ($X_pY_pZ_p$) du module d'attaque (2,15) dans le repère terrestre fixe (4), ainsi que des moyens de calcul (7) permettant de déterminer sur trajectoire l'orientation de la direction d'action du module d'attaque dans le repère terrestre fixe, les moyens (20) assurant le déclenchement du module d'attaque (2) étant couplés aux moyens de calcul (7) de façon à n'autoriser un tel déclenchement que si la direction d'action (W_H) se trouve orientée en direction de la cible (3).

10. Dispositif de commande du déclenchement d'un module d'attaque selon la revendication 9, **caractérisé en ce que** les moyens permettant de mesurer les coordonnées du module d'attaque (2,15) dans le repère terrestre fixe comprennent un récepteur GPS (11) et/ou un récepteur (12) de données de localisation transmises à partir d'une plateforme distante.

11. Dispositif de commande du déclenchement d'un module d'attaque selon une des revendications 9 ou 10, **caractérisé en ce qu'**il comprend au moins deux capteurs magnétiques fixes (14) permettant de déterminer l'orientation de la direction d'action du module d'attaque (2,15) par rapport au champ magnétique terrestre, des moyens mémoire (7) fournissant par ailleurs les composantes du champ magnétique terrestre dans le repère terrestre fixe (4).

12. Dispositif de commande du déclenchement d'un module d'attaque selon la revendication 11, et plus particulièrement adapté à un projectile (2) ayant une trajectoire non verticale, dispositif **caractérisé en ce que** le module d'attaque (2) incorpore au moins trois capteurs magnétiques (14) et des moyens mémoire permettant de connaître les valeurs du champ magnétique terrestre dans un repère terrestre fixe (4) pour les différents points de la trajectoire (5), des moyens de calcul (7) permettant de déterminer à partir des différentes valeurs du champ magnétique terrestre, l'orientation du repère lié au module d'attaque (2) par rapport au repère terrestre (4) ainsi que les coordonnées du vecteur (Δ) module d'attaque (2) / cible (3) dans un repère terrestre fixe (4), et celles de la direction d'action (W_H) du module d'attaque.

13. Dispositif de commande du déclenchement d'un module d'attaque selon la revendication 11, et plus particulièrement adapté à un sous projectile (15) destiné à être dispersé au-dessus d'une zone de terrain par un porteur et animé après dispersion d'un mouvement de descente suivant un axe (16) sensiblement vertical ainsi que d'un mouvement de rotation autour de cet axe vertical, la direction d'action (W_H) étant par ailleurs inclinée par rapport à l'axe vertical d'un angle (β) donné, dispositif **caractérisé en ce que** le module d'attaque (15) comporte au moins deux capteurs magnétiques (14) disposés suivant deux axes (GXm,Gym) d'un repère lié au module d'attaque (15), les deux axes définis par ces capteurs déterminant ainsi un plan qui sera perpendiculaire à l'axe (16) de chute vertical prévu, l'orientation de la direction d'action (W_H) du module d'attaque (15) par rapport à ce plan horizontal étant connue.

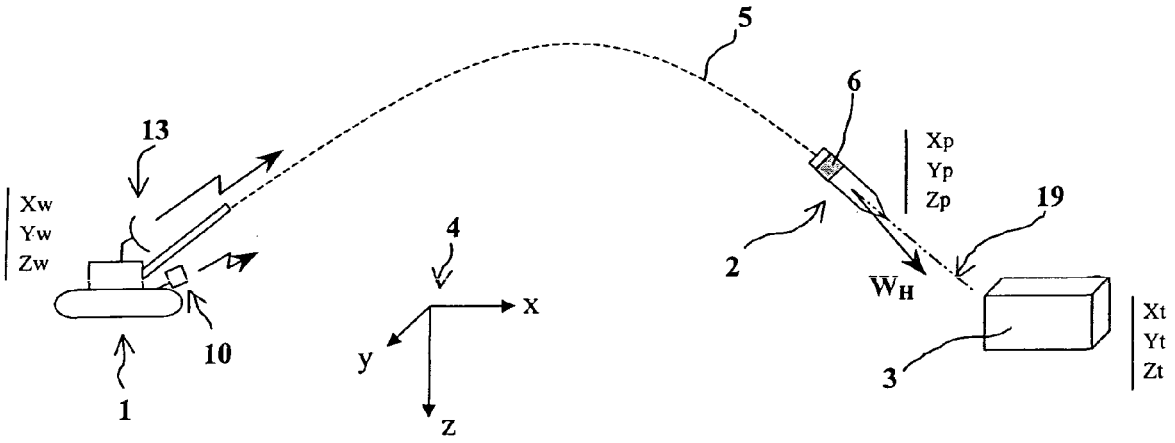

5
6
13
Xp
Yp
Zp
19
Xw
Yw
Zw
4
2
W_H
x
y
z
10
3
Xt
Yt
Zt
1

Fig. 1

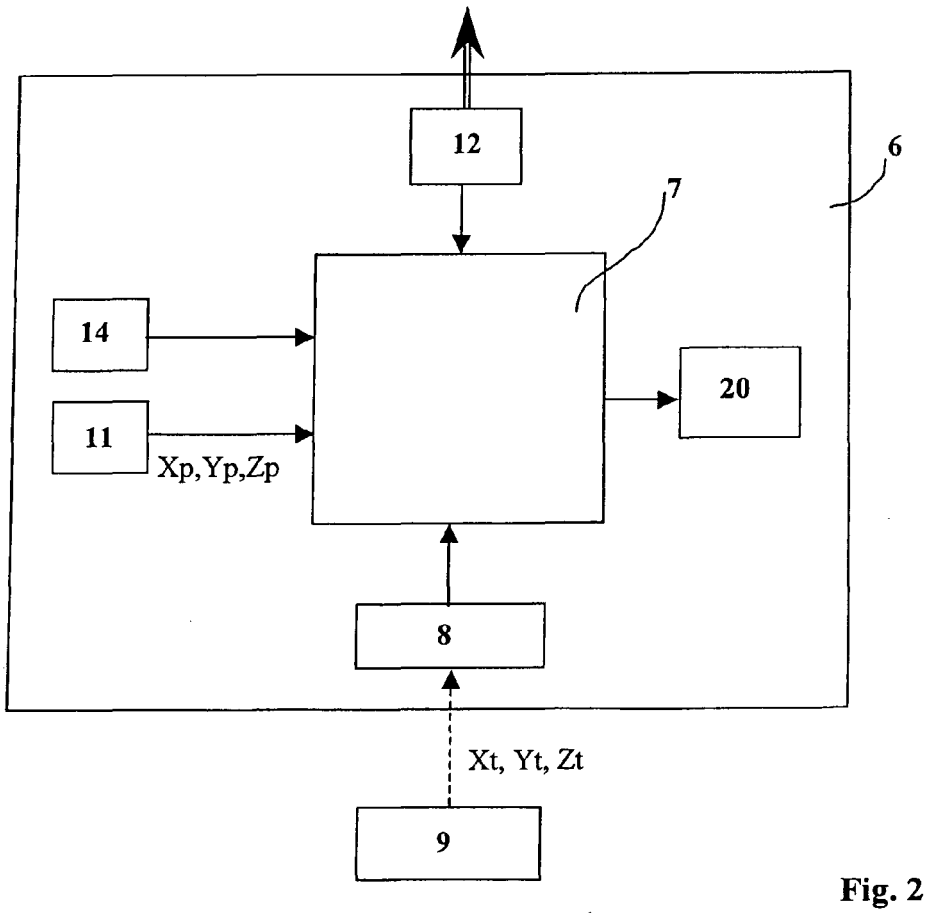

12
6
7
14
20
11
Xp,Yp,Zp
8
Xt, Yt, Zt
9

Fig. 2

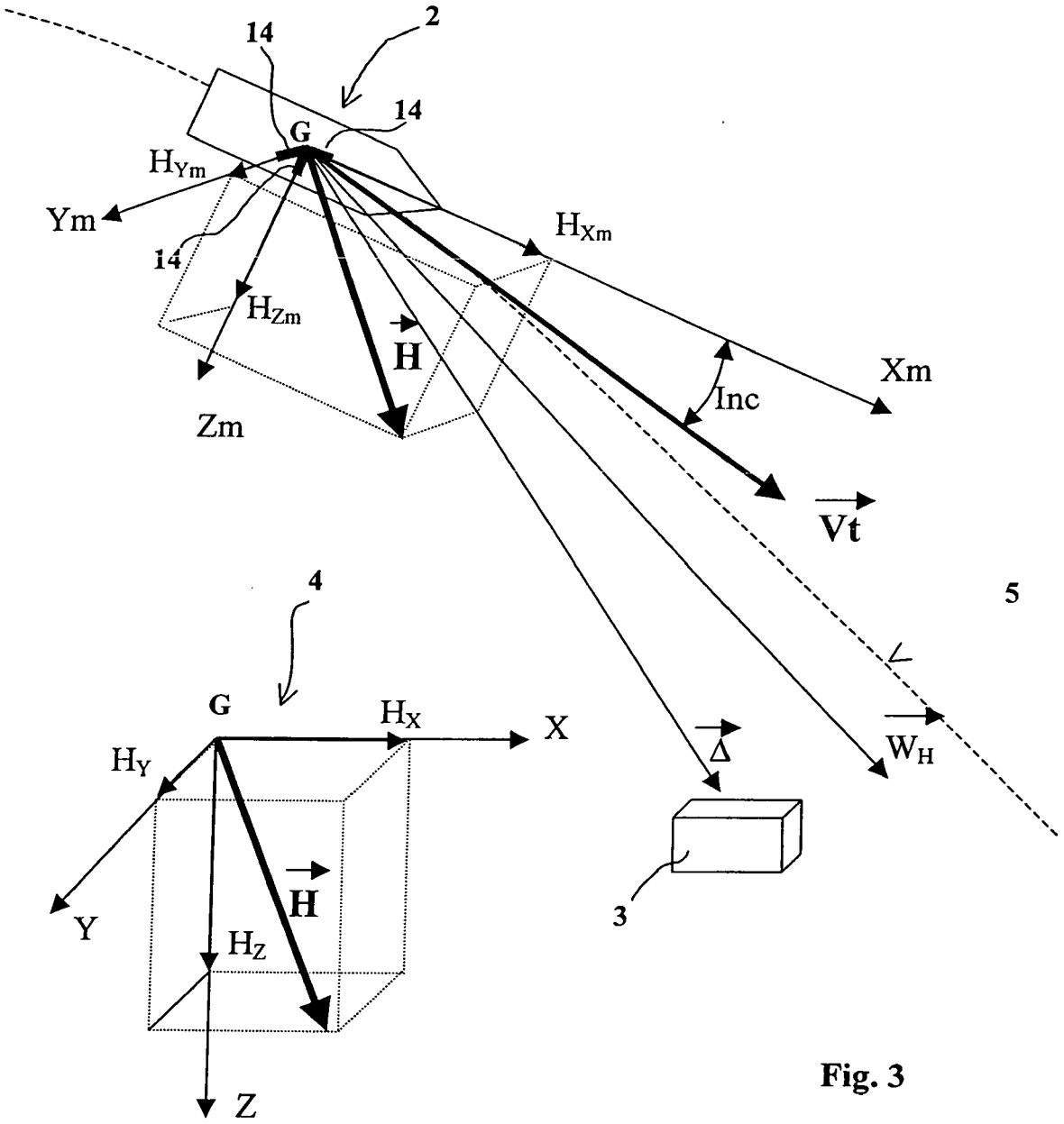


Fig. 3

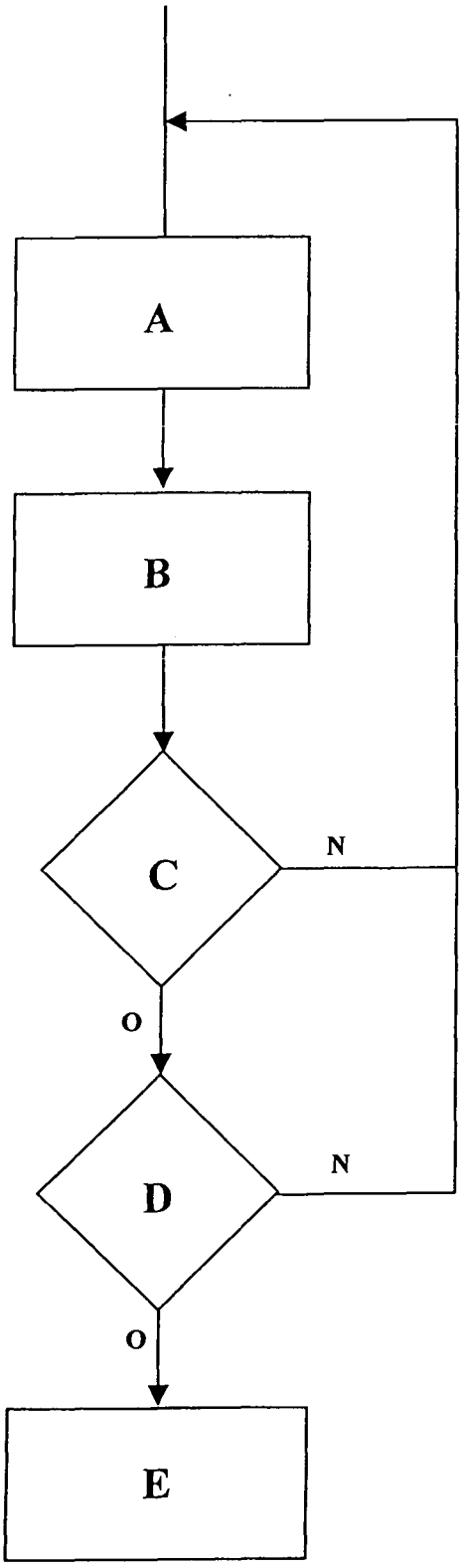


Fig. 4

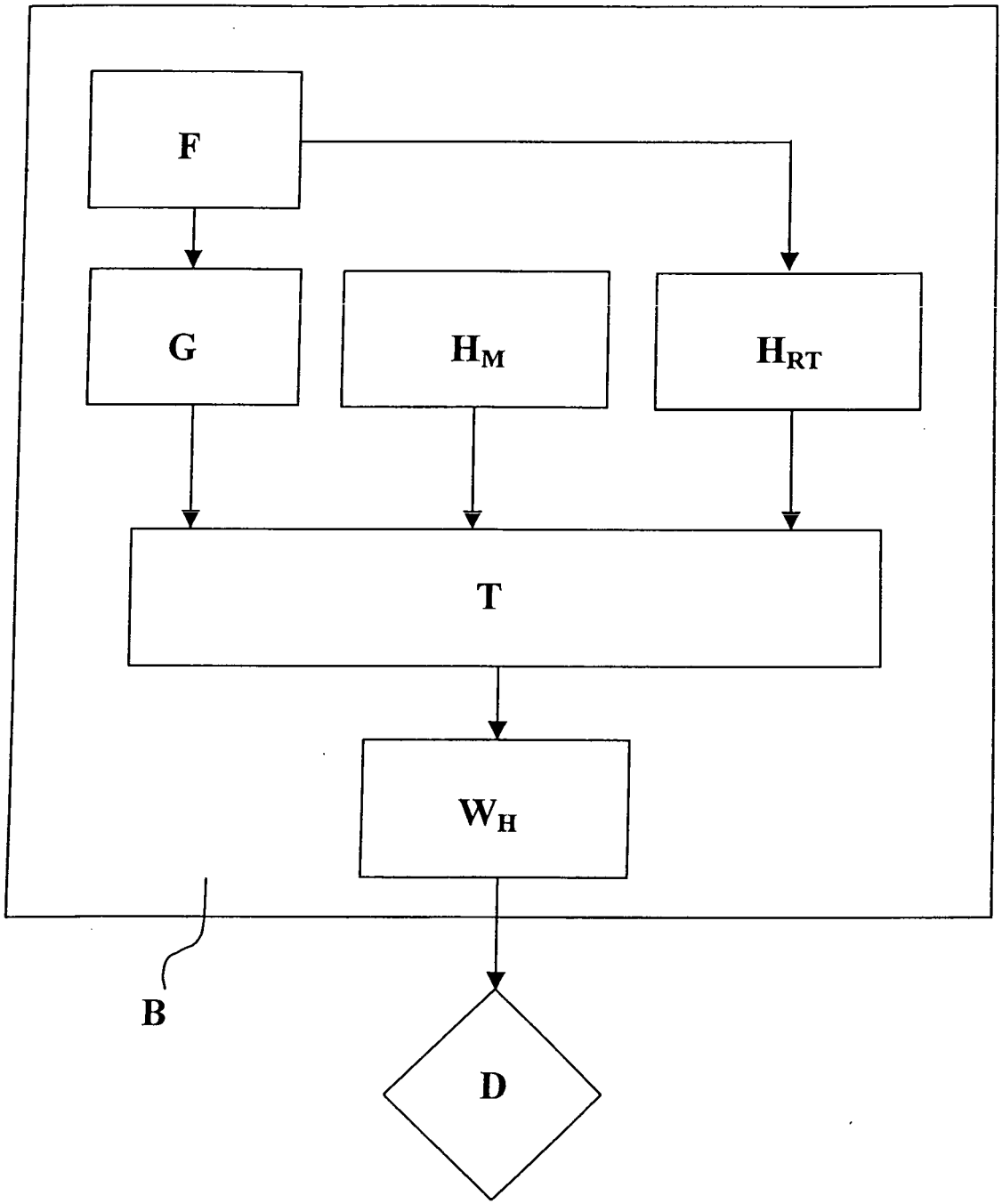


Fig. 5

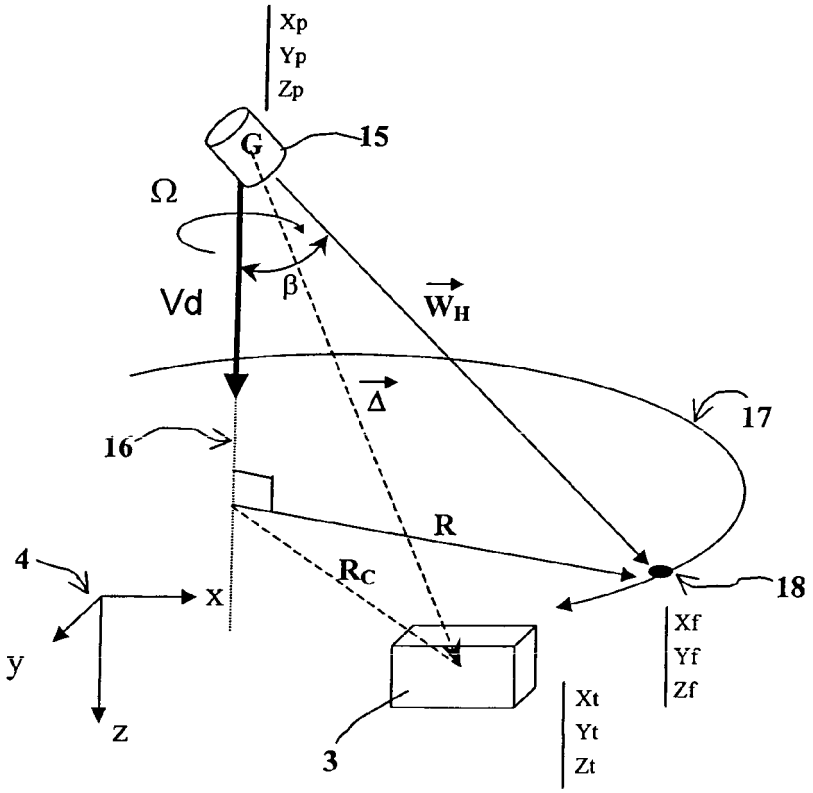

Xp
Yp
Zp
G
15
Ω
Vd
β
$\vec{W_H}$
$\vec{\Delta}$
17
16
R
4
R_C
18
x
y
z
Xf
Yf
Zf
Xt
Yt
Zt
3

Fig. 6

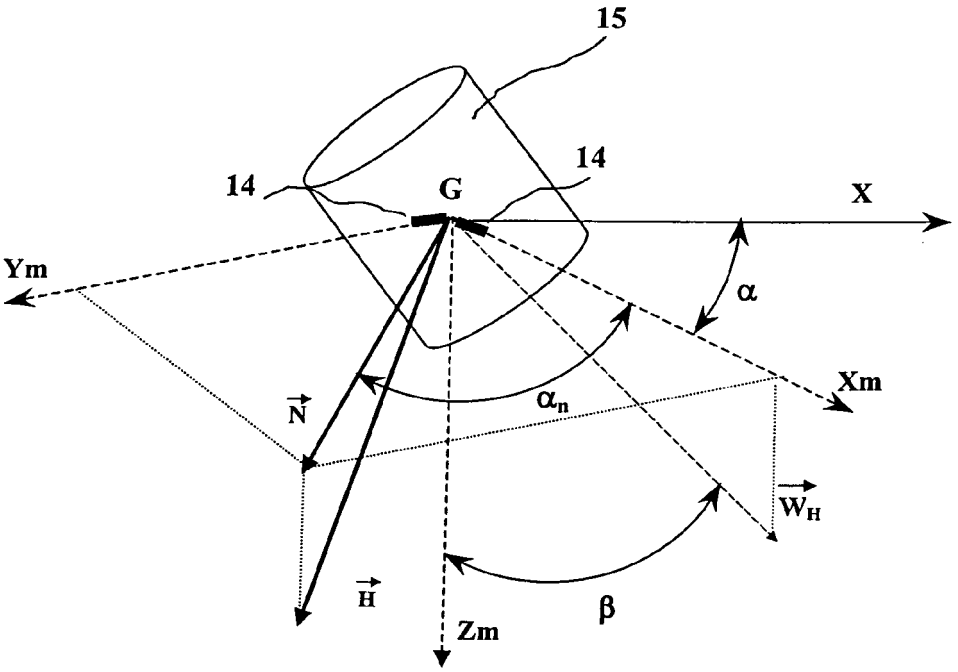

15
14
G
14
X
Ym
α
Xm
$\vec{N}$
α_n
$\vec{W_H}$
$\vec{H}$
β
Zm

Fig. 7

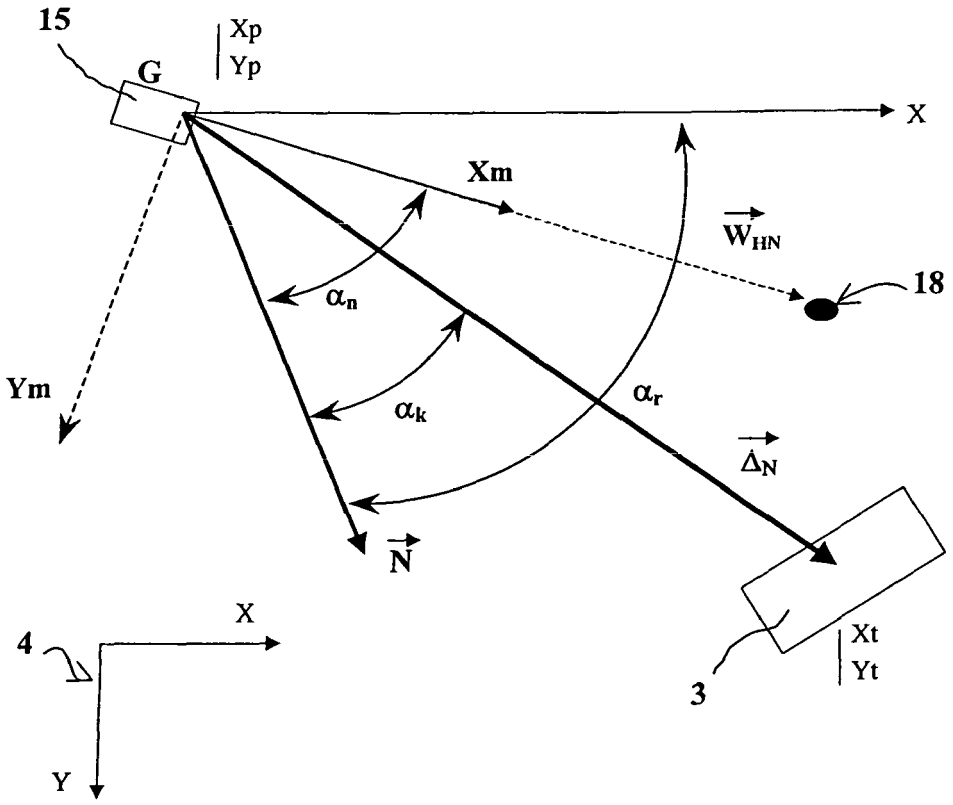

15
Xp
Yp
G
X
Xm
$\vec{W}_{HN}$
18
α_n
Ym
α_k
α_r
$\vec{\Delta}_N$
$\vec{N}$
X
4
Y
Xt
Yt
3

Fig. 8

Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande
EP 08 29 0608

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (IPC)
Y	EP 0 800 054 A (LUCHAIRE DEFENSE SA [FR]) 8 octobre 1997 (1997-10-08) * colonne 3, ligne 25 - colonne 10, ligne 20 * * figures * -----	1-13	INV. F42C13/00 F42C15/40 F41G7/34
Y	EP 1 617 165 A (GIAT IND SA [FR]) 18 janvier 2006 (2006-01-18) * alinéas [0027] - [0126] * * figures * -----	1-13	
A	EP 0 807 798 A (BOFORS AB [SE] BOFORS DEFENCE AB [SE]) 19 novembre 1997 (1997-11-19) * le document en entier * -----	1-13	
A	EP 1 719 969 A (GIAT IND SA [FR]) 8 novembre 2006 (2006-11-08) * le document en entier * -----	1-13	
A	US 4 277 038 A (YATES ROBERT E ET AL) 7 juillet 1981 (1981-07-07) * le document en entier * -----	1-13	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (IPC) F42C F41C F41G

Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications

Lieu de la recherche	Date d'achèvement de la recherche	Examinateur
La Haye	10 octobre 2008	Gex-Collet, A

CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES

X : particulièrement pertinent à lui seul
Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie
A : arrière-plan technologique
O : divulgation non-écrite
P : document intercalaire

T : théorie ou principe à la base de l'invention
E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date
D : cité dans la demande
L : cité pour d'autres raisons

& : membre de la même famille, document correspondant

2

EPO FORM 1503 03.82 (P04C02)

ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET EUROPEEN NO. EP 08 29 0608

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche européenne visé ci-dessus.
Lesdits members sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du
Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets.

10-10-2008

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)		Date de publication
EP 0800054	A	08-10-1997	DE	69706738 D1	25-10-2001
			DE	69706738 T2	04-07-2002
			US	5841059 A	24-11-1998
EP 1617165	A	18-01-2006	FR	2872928 A1	13-01-2006
			US	2006289694 A1	28-12-2006
EP 0807798	A	19-11-1997	AT	212122 T	15-02-2002
			DE	69618573 D1	21-02-2002
			DE	69618573 T2	08-08-2002
			ES	2167534 T3	16-05-2002
EP 1719969	A	08-11-2006	FR	2885213 A1	03-11-2006
			US	2007028791 A1	08-02-2007
US 4277038	A	07-07-1981	AUCUN		

EPO FORM P0460

Pour tout renseignement concernant cette annexe : voir Journal Officiel de l'Office européen des brevets, No.12/82

RÉFÉRENCES CITÉES DANS LA DESCRIPTION

Cette liste de références citées par le demandeur vise uniquement à aider le lecteur et ne fait pas partie du document de brevet européen. Même si le plus grand soin a été accordé à sa conception, des erreurs ou des omissions ne peuvent être exclues et l'OEB décline toute responsabilité à cet égard.

Documents brevets cités dans la description

- FR 2793314 **[0003]**
- EP 1045222 A **[0005]**
- EP 905473 A **[0010]**
- FR 2847033 **[0010]**
- GB 2090950 A **[0011]**
- US 4858532 A **[0011]**