



(12) **DEMANDE DE BREVET EUROPEEN**

(43) Date de publication:
04.09.2002 Bulletin 2002/36

(51) Int Cl.7: **F41A 33/02, F41A 33/06**

(21) Numéro de dépôt: **02352004.2**

(22) Date de dépôt: **27.02.2002**

(84) Etats contractants désignés:
**AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU
MC NL PT SE TR**
Etats d'extension désignés:
AL LT LV MK RO SI

(72) Inventeur: **Cordelier, Roger**
12190 Coubisou (FR)

(74) Mandataire:
Cabinet BARRE LAFORGUE & associés
95, rue des Amidonniers
31000 Toulouse (FR)

(30) Priorité: **28.02.2001 FR 0102755**

(71) Demandeur: **Genie Audio-Visuel et Applications
Professionnelles (Société Anonyme)**
81150 Terssac (FR)

(54) **Simulateur d'arme legere de tir et systeme de simulation de tir**

(57) L'invention concerne un simulateur d'arme légère de tir comprenant des moyens de production d'un tir simulé, un organe déclencheur mobile (107), une source d'énergie mécanique apte à mouvoir l'organe déclencheur depuis une position armée vers une position de tir, des moyens de blocage de l'organe déclencheur en position armée, des moyens (105) de commande de tir par un utilisateur, reliés aux moyens de blocage par des moyens de transmission de la commande de tir adaptés pour, suite à l'actionnement des

moyens (105) de commande de tir, agir sur les moyens de blocage de façon à libérer l'organe déclencheur, ledit simulateur étant caractérisé en ce qu'il comprend des moyens non mécaniques de détection (109, 111) d'au moins une position de l'organe déclencheur (107), dite position de départ de coup, et des moyens (126) de contrôle des moyens de production de tir asservis auxdits moyens (109, 111) de détection de façon à pouvoir déclencher un tir simulé lorsque l'organe déclencheur (107) arrive en position de départ de coup telle que détectée par les moyens (109, 111) de détection.

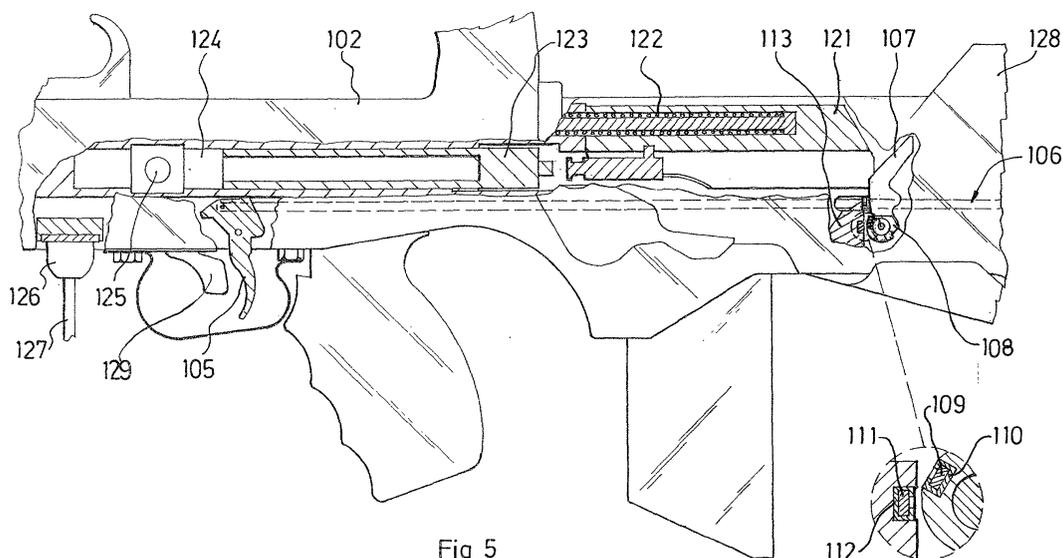


Fig 5

Description

[0001] L'invention concerne un simulateur d'arme légère de tir doté notamment de moyens de production de tir simulé (laser) déclenchés consécutivement à l'actionnement de moyens de commande de tir (détente) par un utilisateur. Un tel simulateur est notamment utilisé dans le cadre d'un système de simulation de tir technique à arme légère comprenant entre autres un écran, permettant la diffusion d'images cibles et sur lequel est détecté l'impact du laser lors du tir, et des moyens informatiques de diffusion desdites images, de détection dudit impact, de calcul de position du tir correspondant.

[0002] Dans toute la suite, on entend par "simulateur d'arme", soit une arme réelle modifiée de façon à être utilisée pour la simulation de tir technique, soit tout appareil didactique de tir entièrement conçu et réalisé à cette fin. S'agissant d'armes réelles modifiées, ils peuvent être démilitarisés ou non. Par ailleurs, on entend par arme simulée l'arme réelle que représente le simulateur d'arme et dont il reproduit la majorité des caractéristiques techniques principales et notamment certaines caractéristiques de tir. Il s'agit, le cas échéant, de l'arme réelle d'origine utilisée pour réaliser le simulateur. Enfin, par arme légère de tir, on entend toute arme de tir portée du type arme de poing (pistolet, pistolet mitrailleur...), arme légère d'infanterie (fusil ou carabine, à rechargement manuel ou automatique, fusil ou carabine de précision, fusil mitrailleur ou mitrailleuse).

[0003] Les simulateurs d'arme légère de tir connus sont principalement de deux types. Un premier type rassemble les simulateurs d'arme disposant d'un laser déclenché directement par la pression de la détente. De tels simulateurs sont par exemple obtenus en déposant le mécanisme d'origine de transmission du mouvement de la détente au percuteur d'une arme réelle et en incorporant à ladite arme, en lieu et place du mécanisme d'origine, des moyens électroniques de déclenchement d'un laser asservis à la détente. Ces moyens électroniques comprennent entre autres un capteur de position de la détente et des moyens de calcul du temps de transmission du mouvement de la détente au percuteur par le mécanisme d'origine. Cette transformation de l'arme réelle entraîne une modification de certaines caractéristiques techniques essentielles de l'arme telles que son poids total et la répartition géométrique dudit poids, certaines sensations de tir (résistance de la détente, sensations du départ de coup...), etc.. De plus, les moyens de calcul du temps de transmission du mouvement de la détente au percuteur ne tiennent pas compte de l'usure de l'arme, qui se traduit, dans le cas d'une arme réelle, en fonction de l'usure effective des différentes pièces du mécanisme de transmission correspondant, par une réponse différente de la détente lorsque l'utilisateur exerce une pression sur celle-ci et par une modification dudit temps de transmission.

[0004] Il est à noter que de tels simulateurs d'arme peuvent également être fabriqués spécifiquement de

toutes pièces, comme l'enseigne par exemple US 4.380.437 ; mais malgré d'importants efforts de reconstitution, les inconvénients précités subsistent. La simulation du tir reste imprécise et ce premier type de simulateur d'arme ne permet qu'un enseignement de bas niveau.

[0005] Un second type de simulateurs d'armes rassemble les armes dont le percuteur et le mécanisme d'origine de transmission du mouvement de la détente au percuteur ont été conservés, et qui comprennent des moyens de déclenchement du laser situés en aval du percuteur d'origine de l'arme et activés par le choc de ce percuteur

[0006] Dans un premier mode de réalisation connu, les moyens déclencheurs comprennent une fausse cartouche portant un organe électrique, destiné à alimenter le laser ou un circuit de commande dudit laser consécutivement au choc de la cartouche par le percuteur, ou une cartouche à blanc associée à un organe électrique activé suite à la percussion de la cartouche par le percuteur. US 4.830.617 décrit ainsi une fausse cartouche comprenant une capacité montée coulissante dans la cartouche et préalablement chargée, un piston situé à l'extrémité arrière de la cartouche et destiné à recevoir le choc du percuteur et à transmettre celui-ci à la capacité, et un contacteur solidaire de la capacité et situé à l'extrémité avant de la cartouche en vue de transmettre un signal électrique à un contacteur associé au circuit électronique de commande du laser (lorsque la fausse cartouche est frappée par le percuteur, le piston déplace la capacité vers l'avant jusqu'à ce que l'extrémité avant de la capacité entre en contact avec le contacteur du circuit électronique, dans lequel elle se décharge). En variante, la fausse cartouche comprend un générateur de pulsations piézo-électrique (activé par le choc du percuteur contre la fausse cartouche), connecté à un plateau conducteur avant de ladite fausse cartouche formant, avec un plateau conducteur en regard fixé sur le canon, une connexion capacitive entre le générateur piézo-électrique et le circuit électronique de commande du laser. US 5.842.300 enseigne l'utilisation d'un module piézo comprenant un cristal piézo-électrique et, en amont dudit cristal, des moyens de compression (bille en appui sur un ressort) transmettant au cristal le choc du percuteur sur le module piézo, entraînant la polarisation dudit cristal et le déclenchement subséquent de l'émission laser.

[0007] Aucun des dispositifs antérieurs connus ne permet de simuler le tir en rafale. Dans le cas d'une arme de tir réelle, lors de tirs en rafale, le tireur maintient la détente pressée, et le réarmement de l'arme s'effectue grâce au recul de la culasse consécutif à l'explosion de la cartouche, qui permet de rabattre le marteau en une position dite position armée, ladite culasse étant ensuite ramenée dans sa position d'origine par un ressort de rappel. Les simulateurs d'arme du premier type détectant la position de la détente pour déclencher le tir sont naturellement inadaptés au tir en rafale, puisque

ce dernier s'effectue en maintenant la détente pressée, dans une position arrière donnée. Les inventeurs ont par ailleurs montré que les simulateurs d'arme du second type utilisant une fausse cartouche présentent des temps de réponse trop longs (dus au déplacement et/ou à l'activation et/ou au déchargement des organes électriques utilisés) pour permettre de déclencher une dizaine de coups par seconde, comme c'est le cas pour certaines armes réelles. Il est à noter que, dans le cas de fausses cartouches consommables (cartouches à blanc générant, suite au choc du percuteur, une onde de choc polarisant un cristal piézo-électrique, ou fausses cartouches de US-4.830.617 dont il convient de recharger la capacité), chaque exercice de simulation de tir en rafale entraîne la consommation d'une importante quantité de fausses cartouches, venant grever de façon prohibitive le coût d'exploitation dudit simulateur d'arme. De plus, il convient de rappeler que les exercices de simulation se déroulent souvent dans des sites clos (pour permettre la projection des images cibles sur un écran de visualisation). Un tir en rafale utilisant des cartouches à blanc ne peut être envisagé dans un tel site sous peine de rendre l'atmosphère dangereusement irrespirable en quelques minutes.

[0008] Il est à noter par ailleurs que, généralement, les simulateurs d'arme du second type ne sont pas démilitarisés, et constituent donc des armes à feu potentielles, qu'il est aisé, y compris pour une personne ne possédant que peu de connaissances dans le domaine, de rendre utilisables en tant qu'armes à feu réelles.

[0009] Enfin, les simulateurs d'arme du second type, en conservant une grande partie des armes réelles d'origine (et notamment le mécanisme de transmission du mouvement de la détente au percuteur et les jeux mécaniques qu'il présente) et en reproduisant un tir réel par l'utilisation soit d'une fausse cartouche comprenant un organe électrique (capacité ou élément piézo-électrique) soit d'une cartouche à blanc associée à un organe électrique de détection de l'onde de choc (élément piézo-électrique par exemple), sont supposés conférer les meilleures précision et fidélité de simulation du tir.

[0010] Cependant, comme évoqué ci-dessus, les inventeurs ont montré que les organes électriques utilisés "activables" par le choc du percuteur, présentent des temps de réponse non négligeables. Il existe donc un décalage dans le temps entre le départ du coup (c'est-à-dire le moment exact où le percuteur frappe la fausse cartouche, qui correspond également au moment où le marteau frappe le percuteur dans le cas d'une arme automatique) et l'émission du laser, que l'on ne rencontre pas lors d'un tir avec une arme réelle, et durant lequel le simulateur est susceptible de bouger. Cette inertie nuit à la précision de la simulation. Or, les inventeurs ont aussi montré que cette précision est capitale. Une arme du type mitraillette ou pistolet mitrailleur (par exemple Famas) permet d'atteindre des cibles situées à 300 mètres du tireur (la simulation de telles cibles sur un écran situé à une dizaine de mètres du tireur se tra-

duit par des images de très petites tailles et de grande résolution). A cette distance, le moindre mouvement de l'arme se traduit par une déviation importante de l'impact du tir. Pour que la simulation soit réaliste et l'instruction utile et adaptée, il est donc nécessaire non seulement de pouvoir déterminer avec précision la position de l'impact du tir laser sur l'écran (cet objectif est atteint par les systèmes de simulation actuels qui offrent une résolution de l'ordre du pixel), mais aussi de faire coïncider précisément le déclenchement du tir laser avec le départ de coup (c'est-à-dire avec l'instant exact où le percuteur frappe la cartouche dans le cas d'un tir réalisé avec l'arme réelle d'origine ou avec l'arme réelle simulée). Cette coïncidence temporelle n'existe pas dans les simulateurs connus, du fait du temps de réponse des organes électriques utilisés. L'impact obtenu avec le simulateur, dont la position est calculée à partir de l'impact laser détecté sur l'écran, ne correspond pas à l'impact qui aurait été obtenu avec l'arme réelle d'origine ou l'arme réelle simulée ; et les conseils de l'instructeur sont souvent erronés.

[0011] L'invention, prise dans toutes ses variantes, vise à pallier les inconvénients précités. En particulier, l'invention vise à proposer un simulateur d'arme comprenant une détente (ou tout autre moyen de commande du tir par le tireur), un organe déclencheur (percuteur ou marteau par exemple) et un mécanisme de transmission du mouvement de la détente à l'organe déclencheur d'une arme légère de tir réelle, ledit simulateur étant adapté pour déclencher, lors d'un tir, une émission laser au moment précis du départ du coup tel que défini dans l'arme réelle d'origine. L'invention vise à offrir une simulation précise du tir, le déclenchement de l'émission laser étant confondu avec le départ de coup du tir réel correspondant.

[0012] Un autre objectif de l'invention est de concevoir un simulateur d'arme obtenu à partir d'une arme réelle en conservant la majorité des pièces d'origine de l'arme, dont notamment les pièces situées en amont du percuteur (c'est-à-dire en amont du départ du coup), en vue de conserver à la fois les sensations de tir et les jeux mécaniques existant dans le cas de l'arme réelle, et devant être pris en compte dans le cas du tir simulé pour un meilleur apprentissage. L'invention vise également à conserver les caractéristiques générales de l'arme telles que son poids, son équilibre, etc., pour que l'entraînement soit efficace.

[0013] Un autre objectif de l'invention est de proposer un simulateur d'arme permettant de simuler des tirs en rafale, et notamment capable de simuler typiquement une dizaine de coups par seconde.

[0014] Un autre objectif de l'invention est de proposer un simulateur d'arme peu coûteux à l'utilisation, et en particulier n'utilisant pas de fausse cartouche consommable.

[0015] Un autre objectif de l'invention est de proposer un simulateur d'arme reconstituant avec précision toutes les sensations du tir, y compris la force de recul exer-

cée sur l'arme et son utilisateur lors de l'explosion d'une cartouche dans un tir réel. L'invention vise également à détecter l'ensemble des actions et des mouvements du tireur et du simulateur d'arme de façon à permettre de dispenser la meilleure instruction possible.

[0016] L'invention concerne un simulateur d'arme légère comprenant :

- des moyens de production d'un tir simulé,
- un organe déclencheur mobile,
- une source d'énergie mécanique apte à mouvoir l'organe déclencheur depuis une position armée vers une position de tir,
- des moyens de blocage de l'organe déclencheur en position armée,
- des moyens de commande de tir par un utilisateur, reliés aux moyens de blocage par des moyens de transmission de la commande de tir adaptés pour, suite à l'actionnement des moyens de commande de tir, agir sur les moyens de blocage de façon à libérer l'organe déclencheur,

caractérisé en ce qu'il comprend des moyens non mécaniques de détection d'au moins une position de l'organe déclencheur, dite position de départ de coup, et des moyens de contrôle des moyens de production de tir asservis auxdits moyens de détection de façon à pouvoir déclencher un tir simulé lorsque l'organe déclencheur arrive en position de départ de coup telle que détectée par les moyens de détection.

[0017] Les moyens de commande de tir sont usuellement la détente de l'arme. Dans toute la suite, on entend par organe déclencheur toute pièce qui, lors d'un tir réel, apporte la quantité de mouvement nécessaire à l'explosion de la cartouche. Avant le tir, cette pièce est maintenue, par des moyens de blocage (gâchette par exemple), dans une position dite position armée dans laquelle elle subit une contrainte importante de la part d'une source d'énergie mécanique (ressort de percussion par exemple). L'actionnement des moyens de commande de tir (pression de la détente) entraîne le retrait des moyens de blocage et la libération de l'organe déclencheur (par l'intermédiaire des moyens de transmission de la commande de tir), qui vient frapper avec violence soit la cartouche, soit un percuteur. Dans le premier cas, l'organe déclencheur est le percuteur du simulateur d'arme (c'est notamment le cas d'armes simulées à rechargement manuel) ou une pièce solidaire du percuteur telle qu'une culasse mobile (cas d'une mitrailleuse) ; dans le deuxième cas, l'organe déclencheur est par exemple le marteau de l'arme (cas d'armes simulées automatiques).

[0018] Par "moyens de détection de position non mécaniques", on entend des moyens aptes à émettre un signal électrique selon la position de l'organe déclencheur (et en particulier aptes à émettre un signal électrique représentatif d'une position donnée, dite position de départ de coup, lorsque l'organe déclencheur est, ou

arrive, dans cette position) à partir de la seule position dudit organe déclencheur et à l'exclusion de tout autre paramètre tel qu'une onde de choc générée par la percussion d'une butée (et notamment d'une fausse cartouche) par l'organe déclencheur, la modification structurelle d'un cristal piézo-électrique suite à un choc de l'organe déclencheur contre une butée reliée mécaniquement audit cristal, le déplacement, suite à un tel choc, d'un organe électrique apte à émettre un signal à l'issue de son déplacement, et, de façon générale, la transmission à un élément électrique, par des moyens mécaniques de compression, d'amortissement ou d'entraînement, d'une information représentative de l'arrivée de l'organe déclencheur en position de départ de coup. Dans l'invention, le traitement d'une telle information ne met en oeuvre aucun moyen susceptible de présenter un temps de réponse aléatoire et/ou variable et/ou important. Dans les dispositifs antérieurs, l'information utilisée est le choc de l'organe déclencheur contre le fond d'une fausse cartouche ; et le temps de traitement de cette information dépend notamment de l'intensité du choc, des déformations consécutives de la fausse cartouche, de la nature et de l'état de l'organe électrique final destiné à émettre le signal, de l'état (agencement, usure, déformations ...) des moyens mécaniques intermédiaires (fond de cartouche, piston, moyens de compression) chargés de transmettre ledit choc à l'organe électrique final, etc... Ce temps de réponse, quelque peu variable et nullement représentatif du fonctionnement de l'arme réelle simulée, nuit à la précision de la simulation (et notamment du calcul de la position de l'impact du tir réel correspondant). Il est par ailleurs trop long pour permettre de simuler des tirs en rafales. Dans l'invention, l'information utilisée est la position de l'organe déclencheur et il n'est prévu aucun moyen mécanique ou piézo-électrique intermédiaire de transmission de cette information à l'organe électrique final émettant le signal, de sorte que son traitement est très rapide.

[0019] Avantageusement et selon l'invention, les moyens de détection présentent un temps de réponse inférieur à 100 nanosecondes. On entend par "temps de réponse" le temps écoulé entre l'arrivée effective de l'organe déclencheur en position de départ de coup et l'émission du signal de détection correspondant (ce temps comprend la détection de l'organe déclencheur et la génération du signal électrique).

[0020] Avantageusement et selon l'invention, les moyens de détection sont du type réalisant une détection de position à distance, sans contact.

[0021] Avantageusement et selon l'invention, les moyens de détection sont constitués de moyens émetteurs et capteurs électromagnétiques. En variante, on peut utiliser des moyens capteurs de position optiques. De tels moyens présentent cependant l'inconvénient d'être relativement encombrants et sensibles à la poussière (ou autre matière susceptible d'obstruer les moyens optiques, telle que l'huile de graissage utilisée pour les

armes).

[0022] Avantageusement et selon l'invention, les moyens de commande de tir, l'organe déclencheur, la source d'énergie mécanique, les moyens de blocage et les moyens de transmission de commande de tir d'origine sont ceux d'une arme réelle d'origine. Dans ce cas, la position de départ de coup de l'organe déclencheur dans le simulateur correspond avantageusement à la position dudit organe dans l'arme réelle d'origine au moment du départ de coup d'un tir réel. On entend par tir réel un tir réalisé avec une arme à feu réelle, dans le cas présent l'arme réelle d'origine à partir de laquelle le simulateur a été réalisé, et avec une cartouche réelle. Le départ de coup d'un tir réel correspond au moment précis où le percuteur frappe la cartouche, soit également, le cas échéant, au moment où le marteau de l'arme frappe le percuteur. L'organe déclencheur et l'ensemble des pièces d'origine de l'arme situées en amont de l'organe déclencheur étant conservés, la position de l'organe déclencheur tout au long du tir (depuis la préparation jusqu'au départ du coup) est exactement celle dudit organe dans l'arme réelle d'origine. La détection de sa position de départ de coup dans le simulateur permet donc de déterminer avec précision le moment où le percuteur viendrait normalement frapper la cartouche dans le cas d'un tir réel.

[0023] Avantageusement et selon l'invention, les moyens de production de tir comprennent un laser pour la simulation de tir sur un écran de visualisation. L'émission laser est déclenchée au moment précis où l'organe déclencheur (marteau ou percuteur par exemple) arrive en position de départ de coup (les moyens de détection et les moyens de contrôle du laser sus-mentionnés ne présentent pas de temps de réponse significatif) et est détecté, ce moment correspondant, le cas échéant, exactement au moment du départ de coup d'un tir réel tiré avec l'arme d'origine.

[0024] Pour ce faire, selon l'invention, les moyens de détection comprennent une partie mobile solidaire de l'organe déclencheur et une partie fixe solidaire d'un bâti du simulateur, adaptées pour coopérer entre elles à distance, sans contact. Dans une version préférée de l'invention, une partie des moyens de détection est encastrée dans l'organe déclencheur, ce qui permet de positionner avec une plus grande précision ladite partie des moyens de détection par rapport à l'organe déclencheur.

[0025] Avantageusement et selon l'invention, les moyens de détection comprennent un aimant logé dans un capot amagnétique encastré dans une réservation ménagée dans l'organe déclencheur, et un capteur électromagnétique à effet Hall porté par une pièce fixe au moment du tir, lesdits capteur et aimant étant agencés de façon à être exactement en regard l'un de l'autre lorsque l'organe déclencheur est en position de départ de coup.

[0026] Dans un premier mode de réalisation où l'organe déclencheur est un marteau monté pivotant sur un

boîtier ou carter fixe (mais éventuellement amovible par rapport au simulateur) par une tête de fixation globalement cylindrique, l'aimant et le capot amagnétique sont avantageusement encastrés dans la tête de fixation du marteau et le capteur est fixé audit boîtier ou carter (soit directement sur le boîtier, soit sur une pièce fixée sur ledit boîtier) en regard de ladite tête de fixation, de façon à être exactement en regard de l'aimant au moment du départ de coup. Le capteur est par exemple encastré dans une pièce rapportée agencée en regard de la tête de fixation, et présentant une face de réception du capteur verticale. Avant le tir, le marteau est dans une position arrière dans laquelle l'aimant est orienté dans une direction faisant un angle de l'ordre de 30 à 45 ° avec l'axe longitudinal du simulateur d'arme. Dans cette position, la distance entre le capteur et l'aimant est suffisante pour que le capteur ne subissent pas l'influence de l'aimant. Au moment du tir, le marteau pivote jusqu'à sa position de départ de coup dans laquelle la face extérieure de l'aimant se retrouve dans un plan vertical, parallèle au capteur et en regard de celui-ci. Les caractéristiques de l'aimant et du capteur, ainsi que le positionnement de la pièce supportant le capteur, sont de préférence choisis de sorte que la distance entre le capteur et l'aimant soit supérieure à celle permettant la détection de l'aimant par le capteur tant que le marteau n'est pas arrivé en fin de course et que l'aimant n'est pas strictement en regard du capteur. Cette caractéristique permet une détection précise du départ de coup.

[0027] Dans un deuxième mode de réalisation où l'organe déclencheur est un percuteur, amené à se déplacer en translation dans une culasse insérée dans une boîte de culasse, et guidé à cet effet par un talon extrême arrière faisant saillie dans une lumière ménagée dans ladite culasse, l'aimant et le capot amagnétique sont avantageusement encastrés dans le talon du percuteur, le capteur étant encastré dans la boîte de culasse en regard de ladite lumière, de façon à être exactement en regard de l'aimant au moment du départ du coup.

[0028] Avantageusement et selon l'invention, l'aimant comprend une matrice organique contenant du néodyme, du fer et du bore, et générant une induction magnétique de l'ordre de 0,5 Tesla (soit 5000 Gauss). La face externe de l'aimant et celle du capteur sont préférentiellement distantes de 1 à 1,5 mm lorsque l'organe déclencheur est en position de départ de coup. Avantageusement et selon l'invention, le capot amagnétique présente des parois périphériques venant en saillie de la face externe de l'aimant, afin de protéger ladite face d'éventuels chocs survenant lors du tir. De la même façon, le capteur est avantageusement logé dans un étui de réception présentant deux branches opposées venant en saillie de la face externe dudit capteur en vue de protéger ce dernier d'éventuels chocs lors du tir.

[0029] Avantageusement et selon l'invention, le simulateur d'arme légère de tir comprend des moyens de reproduction du recul de l'arme simulée et des moyens de

contrôle desdits moyens de reproduction du recul, asservis aux moyens de détection de façon à pouvoir générer une force de recul au moment où l'organe déclencheur arrive en position de départ de coup et est détecté. Les moyens de reproduction du recul comprennent par exemple un piston agencé dans un canon du simulateur d'arme, et un dispositif d'alimentation en air comprimé d'une chambre aménagée dans ledit canon à l'avant dudit piston. Le canon dans lequel est agencé le piston peut être le canon d'origine de l'arme réelle à partir de laquelle le simulateur a été réalisé, ou bien ledit canon d'origine sectionné et prolongé par une pièce cylindrique rapportée contenant le piston, ou encore un canon entier usiné à cet effet, de dimensions similaires ou non à celui de l'arme d'origine ou de l'arme simulée.

[0030] La détection de l'organe déclencheur en position de départ de coup s'accompagne d'une injection simultanée (les moyens de détection et les moyens de contrôle des moyens de reproduction du recul présentent un temps de réponse inférieur à quelques nanosecondes) d'air comprimé dans ladite chambre, qui pousse violemment vers l'arrière le piston. Le déplacement de celui-ci vers l'arrière est immédiatement suivi, suivant les armes simulées, soit du choc dudit piston contre la culasse (fixe lors du tir) du simulateur d'arme, soit du déplacement vers l'arrière de la culasse mobile du simulateur d'arme. Ces déplacements et/ou chocs simulent la force de recul exercée sur l'arme réelle (d'origine ou simulée) et sur le tireur consécutivement au tir.

[0031] Avantagement et selon l'invention, le piston possède une masse adaptée pour que la quantité de mouvement du piston et, dans le cas d'un simulateur d'arme à culasse mobile lors du tir, la quantité de mouvement de la culasse, acquises au moment du départ de coup par alimentation de la chambre en air comprimé, permettent de reproduire la force de recul réelle de l'arme simulée.

[0032] Avantagement et selon l'invention, le simulateur d'arme légère de tir comprend également des moyens de détection de la position de la détente en vue d'évaluer la pression de l'utilisateur sur la détente tout au long du tir, un capteur de position de la sûreté de l'arme en vue de contrôler son état "enclenché" ou "retiré" tout au long de l'exercice de simulation, ainsi que des moyens de détection, tels que des capteurs inertiels ou autres capteurs linéaires, pour la mesure d'une éventuelle rotation du simulateur autour de son axe longitudinal par rapport à une position nominale de tir dans laquelle l'arme est dans un plan vertical. La détection de cet angle est utilisée par le calcul de l'impact sur la cible du tir simulé. Avantagement et selon l'invention, dans le cas d'un simulateur d'une arme légère d'infanterie comprenant une crosse d'appui de l'arme sur l'épaule du tireur, celui-ci comprend également des capteurs (jauge de contrainte) de la pression exercée (par le tireur) sur la face arrière de la crosse du simulateur d'arme au moment du tir. Les données recueillies par ces différents capteurs sont comparées entre elles dans

le temps afin d'analyser l'évolution de la respiration du tireur (donnée par les mouvements du simulateur d'arme, détectés par les capteurs inertiels entre autres) dans toutes les phases du tir, déterminer l'influence du "coup de doigt" (éventuels mouvements de l'arme lors de la pression complète de la détente par le tireur), vérifier la pression de la crosse contre l'épaule au moment du départ de coup et après celui-ci pour déterminer l'assise de l'arme sur l'épaule, etc.. Il est à noter que le système de simulation prévoit également le déclenchement d'émissions laser à intervalles réguliers, pour permettre de suivre, par détection de l'impact de ces émissions sur l'écran de visualisation, la trajectoire de l'arme. Les positions des émissions laser intervenues au cours des secondes précédant le tir sont en particulier mémorisées et analysées pour contrôler la visée de la cible par le tireur, ainsi que la respiration de celui-ci.

[0033] Avantagement et selon l'invention, s'agissant d'un simulateur d'arme à rechargement automatique (notamment du type Famas), celui-ci comprend également des capteurs de position de la culasse afin de déterminer l'état chargé (en attente de tir, culasse positionnée au-dessus du marteau et marteau en position arrière et sous contraintes) ou non (culasse en position avant et marteau en position avant) du simulateur d'arme. Un seul capteur détectant le passage de la culasse à une position extrême arrière suffit pour déterminer l'état du simulateur.

[0034] Dans le cas d'une arme du type carabine ou fusil de précision à armement manuel (notamment FR-F1), l'état chargé se traduit par une culasse insérée et verrouillée dans la boîte de culasse et un percuteur situé en position arrière. En fin de tir, la culasse est toujours verrouillée à l'intérieur de la boîte de culasse, mais le percuteur est en position avant. Le réarmement s'effectue par déverrouillage, rotation et recul de la culasse de façon à positionner le percuteur dans sa position extrême arrière et, dans le cas d'une arme réelle, à éjecter la douille de la cartouche venant d'être utilisée. La culasse est ensuite remise dans une position avant verrouillée à l'intérieur de la culasse de façon à insérer une nouvelle cartouche et maintenir le percuteur en position arrière. Deux capteurs sont nécessaires dans ce type de simulateur d'arme pour déterminer l'état de l'arme. La détection du passage de la culasse de sa position avant vers sa position arrière puis du retour de la culasse à sa position avant traduit l'armement du simulateur par le tireur.

[0035] L'invention s'étend à un système de simulation comprenant au moins un écran de visualisation d'images cibles associé à des moyens de diffusion desdites images, au moins un simulateur d'arme comprenant un laser simulant le tir sur le ou les écran(s) de visualisation, et des moyens informatiques reliés aux moyens de diffusion et au(x) simulateur(s) d'arme, et adaptés pour contrôler la diffusion des images cibles, détecter l'impact d'émissions laser du(des) simulateur(s) sur le(les) écran(s), calculer la position des tirs simulés correspon-

dants sur les images cibles, etc., caractérisé en ce que le système comprend au moins un simulateur d'arme comportant tout ou partie des caractéristiques précédemment définies, les moyens de contrôle des moyens de production de tir et de reproduction du recul dudit simulateur étant intégrés aux moyens informatiques sus-mentionnés.

[0036] L'invention s'étend également à un procédé de réalisation d'un simulateur d'arme légère de tir caractérisé en ce que l'on utilise une arme réelle d'origine dans laquelle on agence des moyens de production de tir simulé, du type à laser, des moyens de détection non mécaniques d'au moins une position de départ de coup de l'organe déclencheur de ladite arme d'origine, et des moyens de contrôle desdits moyens de production de tir asservis auxdits moyens de détection.

[0037] Avantageusement et selon l'invention, des moyens de reproduction du recul tels qu'un piston agencé dans le canon de l'arme d'origine, sont également montés sur ladite arme.

[0038] L'invention concerne également un simulateur d'arme et un système de simulation caractérisés en combinaison par tout ou partie des caractéristiques mentionnées ci-dessus et ci-après.

[0039] D'autres buts, caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront à la lecture de la description suivante qui se réfère aux figures annexées représentant des modes de réalisation préférentiels de l'invention donnés uniquement à titre d'exemples non limitatifs, et dans lesquelles :

- la figure 1 est une vue schématique en perspective d'un système de simulation selon l'invention,
- la figure 2 est une vue de profil d'un simulateur de fusil à rechargement manuel du type FR-F1 selon l'invention;
- la figure 3a est une coupe longitudinale verticale d'une partie du simulateur représenté sur la figure 2 lorsque l'organe déclencheur est en position de départ de coup,
- la figure 3b est une coupe longitudinale verticale d'une partie du simulateur représenté sur la figure 2 lorsque l'organe déclencheur est en position armée,
- la figure 4 est une vue de profil d'un simulateur de fusil automatique du type FA-MAS selon l'invention,
- la figure 5 est une coupe longitudinale verticale d'une partie du simulateur représenté sur la figure 4,
- la figure 6 est une vue en perspective éclatée et dépliée du marteau, des moyens de blocage et de la pièce portant le capteur, du simulateur représenté sur les figures 4 et 5.

[0040] La figure 1 illustre un système de simulation comprenant un simulateur d'arme 201 selon l'invention, un écran 202 sur lequel sont projetées des vidéos de scénario d'entraînement, des moyens informatiques 203, et un compresseur à air 209. Lesdits moyens in-

formatiques 203 comprennent un projecteur 207 pour la projection des images cibles sur l'écran 202, une caméra 208 pour la détection des impacts sur l'écran 202 des émissions laser du simulateur 201, un écran de contrôle 206 pour la visualisation de modes de fonctionnement du système de simulation, la visualisation des résultats du tireur, etc., un clavier 205 pour la saisie de diverses données (choix d'une arme, d'un scénario, etc...), et une unité centrale d'ordinateur 204 pour la gestion des différents périphériques sus-mentionnés (y compris le laser du simulateur et le compresseur à air 209), l'exécution de divers programmes, dont le calcul de la position du tir simulé à partir de l'impact du rayon laser sur l'écran 202, de la taille de la cible, de la position du simulateur et des caractéristiques techniques de l'arme simulée. Il est à noter que le simulateur d'arme contient un boîtier électronique auquel sont reliés tous les capteurs et autres détecteurs du simulateur et qui comprend une mémoire (du type "EEPROM" par exemple) sur laquelle sont enregistrées les caractéristiques techniques de l'arme simulée. Le boîtier électronique effectue un premier traitement des signaux électriques qu'il reçoit et transmet les données numériques résultantes à l'unité centrale d'ordinateur 204 via un câble de transmission 210. Les données sont ensuite analysées par l'unité centrale qui commande, le cas échéant, le laser du simulateur 201 et une électrovanne alimentée par le compresseur 209. Cette électrovanne est reliée au simulateur 201 par un tuyau d'amenée 211 pour permettre, à chaque tir simulé, d'alimenter en air comprimé une chambre aménagée dans le canon du simulateur à l'avant d'un piston lesté, en vue de simuler la force de recul apparaissant lors d'un tir réel. Il est à noter que le câble 211 et le tuyau 210 peuvent être rassemblés en un unique cordon ombilical reliant le simulateur aux moyens informatiques et à l'électrovanne.

[0041] Le simulateur d'arme représenté sur les figures 2, 3a et 3b est un simulateur de fusil de précision à armement manuel du type FR-F1. Ce simulateur est réalisé à partir d'une arme réelle d'origine dont certains éléments seulement sont modifiés comme indiqués ci-après. Le départ de coup d'une telle arme est donné par la percussion d'une cartouche par un percuteur 10 logé dans une culasse 5. Ledit percuteur comprend un corps central de forme globalement cylindrique, une tête-poin-
te de percussion de la cartouche à son extrémité avant (dans le cas de l'arme réelle), et, à son extrémité arrière, un talon 11 s'étendant perpendiculairement à l'axe du percuteur et faisant saillie par rapport au corps central. Il est à noter que, selon l'invention, l'extrémité avant du percuteur de l'arme d'origine a été sectionnée pour "démilitariser" le simulateur, c'est-à-dire pour le neutraliser et empêcher tout tir réel avec ce simulateur. Un ressort de compression 24 logé dans la culasse 5, dit ressort de percussion, s'appuyant à une extrémité sur un bouchon 8 de la culasse 5 et à l'autre extrémité sur le percuteur 10, exerce une importante force sur le percuteur 10 dans la direction longitudinale de celui-ci, vers

l'avant. La culasse présente une lumière 9 à son extrémité arrière dans laquelle vient s'insérer le talon 11 du percuteur. Lorsque l'on observe le simulateur de fusil armé, ladite lumière 9 est située en partie inférieure de la culasse 5. Elle est notamment délimitée par un chant longitudinal inférieur et par un chant hélicoïdal qui s'étend depuis un point extrême avant inférieur jusqu'à un point extrême arrière latéral. La lumière 9 est prolongée en partie arrière par un rail inférieur de guidage du talon du percuteur, ménagé dans l'épaisseur de la culasse 5 pour permettre l'insertion du percuteur 10 dans ladite culasse.

[0042] Lorsque le simulateur de fusil est armé, le percuteur 10 est situé dans une position arrière, dans laquelle le talon 11 est dirigé sensiblement vers le bas et apparaît à proximité de l'extrémité arrière inférieure de la lumière 9. Soumis à la force du ressort de percussion dirigée vers l'avant, il est maintenu dans cette position par une gâchette 17 contrôlée par l'action d'un ressort de compression de sorte que son extrémité supérieure fait normalement saillie à l'intérieure de la lumière 9 de la culasse, immédiatement à l'avant du talon 11 du percuteur (voir figure 3b). La gâchette 17 coopère avec la détente 6 de façon à permettre son retrait vers le bas lorsque la détente 6 est pressée. Le déplacement de la détente 6 entraîne donc la libération du talon 11 du percuteur qui, sous l'action du ressort de percussion, est alors projeté vers l'avant, guidé latéralement par le chant longitudinal de la lumière 9. Dans le cas de l'arme réelle d'origine, le percuteur ainsi projeté vers l'avant percute la cartouche et déclenche ainsi l'explosion responsable de l'expulsion du projectile. Le réarmement du fusil (et du simulateur) s'effectue en faisant subir à la culasse 5 (au moyen de la poignée 4) une série de pivotements et translations de façon à repositionner le percuteur 10 dans sa position arrière, talon en appui contre la gâchette 17, ledit talon étant guidé au cours de ces mouvements par le chant hélicoïdal de la lumière 9.

[0043] L'objet de l'invention est de permettre de détecter précisément le moment où le percuteur 10 (de l'arme réelle d'origine) entre en contact avec la cartouche pour optimiser la simulation. A ce moment précis, le percuteur est dans une position avant dans laquelle son talon 11 est situé à l'extrémité avant inférieure de la lumière 9 (voir figure 3a). Selon l'invention, ledit percuteur 10 est doté d'un aimant 13 logé sur l'extrémité du talon 11. Le percuteur étant fabriqué dans un acier trempé extrêmement dur sensible aux flux magnétiques, un capot 14 de réception de l'aimant 13, en matériau amagnétique, est préalablement encastré dans le talon 11 afin d'isoler ledit aimant. L'aimant et le capteur sont agencés de façon à être distants l'un de l'autre de moins de 1,5 mm (ce qui correspond sensiblement au jeu existant entre la face extérieure du talon 11 et la face de la boîte de culasse 3 en regard).

[0044] L'usinage du percuteur pour permettre d'accueillir l'aimant 13 et le capot 14 est un point délicat. En

effet, cette pièce, amenée (dans l'arme réelle) à supporter des contraintes (chocs) conséquentes, est fabriquée dans un acier trempé extrêmement dur. De plus la forme et les dimensions du percuteur et de son talon 11, ainsi que la précision exigée, rendent nécessaire un usinage particulièrement soigné (il s'agit en effet de percer un logement cylindrique de 4 mm de diamètre avec une tolérance de +0,1/-0 mm dans le talon du percuteur). L'usinage est entièrement numérique pour obtenir une précision maximale. Il est à noter également qu'un percement 12 est ménagé dans le corps du percuteur 10, à l'opposé du talon 11, en regard de l'aimant 13 et de son capot amagnétique 14, en vue de permettre d'accéder à l'ensemble aimant-capot et de l'éjecter du talon lors d'une éventuelle opération de maintenance.

[0045] Le capteur 15 de détection de l'aimant est encastré dans la boîte de culasse 3 (dans laquelle s'insère la culasse 5), en partie inférieure, exactement en regard de l'aimant 13 lorsque le percuteur est en position avant, c'est-à-dire au moment du départ du coup. La position du capteur 15 peut être définie avec précision puisque la position du percuteur 10 au moment du départ de coup est également définie de façon très précise : la face avant du talon 11 du percuteur est alors en appui contre le chant avant de la lumière 9. Ladite position avant du percuteur est par ailleurs immuable, le percuteur 10, et la culasse 5 dans une moindre mesure, étant fabriqués dans des aciers très durs (extra-durs pour le percuteur) et donc quasiment inusables. Par ailleurs, la position de la culasse 5 par rapport à la boîte de culasse 3 est elle aussi précise et immuable : lors de l'armement du fusil, la culasse 5 est introduite dans la boîte de culasse 3 puis verrouillée dans sa position de tir à l'intérieur de ladite boîte par des système de butées, ce sans qu'il ne persiste aucun jeu longitudinal entre la culasse et la boîte de culasse.

[0046] Au moment du départ de coup, l'aimant 13 se retrouve en regard du capteur à effet Hall 15. Le champ magnétique de l'aimant 13, induit alors une conduction instantanée du capteur 15. Le signal électrique résultant permet de déclencher à la fois l'émission du rayon laser, afin de simuler le tir, et l'injection d'air comprimé dans une chambre 19 du canon 2 délimitée par un piston 18, afin de simuler le recul de l'arme. A cet effet, le capteur 15 est relié, par des fils conducteurs électriques, à un boîtier électronique 22 de contrôle situé dans le fût 1 de l'arme. Ce boîtier électronique 22 effectue un premier traitement du signal et transmet ce dernier aux moyens informatiques du système central de simulation. Lesdits moyens informatiques commandent le laser situé à l'avant de l'arme en lieu et place du pare-flamme 7 de l'arme d'origine, ainsi qu'une électrovanne alimentée par un compresseur et reliée au simulateur par un tuyau d'amenée 21 débouchant sur la chambre 19. L'alimentation électrique du boîtier électronique 22 et sa liaison avec les moyens informatiques du système central de simulation s'effectuent par une série de câbles 23. Lorsque le départ du coup est détecté, l'air comprimé (pres-

sion variable en fonction de l'arme -le boîtier électronique dispose d'une mémoire pour le stockage d'informations relatives à l'arme simulée destinées à être transmises au système central-, de l'ordre de 8 bars pour un fusil du type FRF1) est immédiatement envoyé dans la chambre 19, et le piston 18 est violemment projeté vers l'arrière. Celui-ci vient frapper la culasse 5, dont l'extrémité avant a été bouchée. Pour que ce choc soit comparable à la force de recul générée par l'explosion de la cartouche dans l'arme réelle correspondante, le piston est avantageusement lesté, la masse du piston 18 étant toutefois adaptée pour respecter le poids et l'équilibre de l'arme d'origine. A l'issue du tir, le piston 18 est ramené vers l'avant par un ressort de rappel 20. Il est à noter que l'obturation de l'extrémité avant de la culasse 5 d'origine contribue également à la démilitarisation de l'arme.

[0047] Le simulateur d'arme représenté sur les figures 5 et 6 est un simulateur de fusil automatique du type FA-MAS. Ce simulateur est réalisé à partir d'une arme réelle d'origine dont certains éléments seulement sont modifiés (comme indiqué ci-après). Il comprend notamment un boîtier de mécanismes 104 amovible, monté en partie inférieure de la boîte de culasse 103 de l'arme, et qui comporte un marteau 107 monté rotatif à l'intérieur du boîtier autour d'un axe transversal et faisant saillie en partie supérieure dudit boîtier 104. Un ressort de compression (non représenté) dit ressort de percussion exerce sur le marteau 107 une importante force dirigée vers l'avant (une extrémité du ressort est fixée sur une butée située en partie médiane du boîtier 104 et l'autre extrémité est fixée sur une tige montée par une liaison pivot 120 sur le marteau, au dessus de sa tête de fixation 108). Le marteau, et plus précisément sa tête de fixation 108 (voir figure 6), coopère avec une gâchette commandée 116, en vue de compenser la force exercée par le ressort de percussion sur le marteau 107 lorsque le simulateur de fusil est armé. A cet effet, la tête du marteau possède une forme globalement cylindrique présentant un rochet de blocage 114 s'encastant dans une rainure conjuguée 115 de la gâchette lorsque le simulateur est armé. La gâchette commandée coopère par ailleurs avec un entraîneur de gâchette 119 adjacent, présentant un levier antérieur de commande 118 et un doigt d'entraînement 120 latéral adapté pour entraîner une portée supérieure 117 de la gâchette lors du déclenchement du tir.

[0048] Lorsque le simulateur est armé, le marteau 107 est donc soumis à la force du ressort de percussion et maintenu dans une position arrière par la gâchette 116. Lorsque l'on presse la détente 105, le pivotement de la détente vers l'arrière entraîne le déplacement vers l'avant d'une tringle 106 s'étendant entre la partie supérieure de la détente 105 (qui pivote vers l'avant sous l'actionnement de la détente) et la crosse 128, et passant en regard de la gâchette commandée 116. Ladite tringle 106 est munie d'un ergot transversal au niveau de ladite gâchette, agencé de façon à pouvoir coopérer

avec le levier antérieur de commande 118 de l'entraîneur de gâchette. La pression de la détente entraîne le pivotement vers l'avant de l'entraîneur de gâchette 119, par action de l'ergot sur ledit levier de commande 118, et l'entraînement en rotation (vers l'avant) subséquent de la gâchette 116 par l'intermédiaire du doigt d'entraînement 120. Le pivotement de la gâchette libère le rochet 114 et donc le marteau, qui, dans le cas de l'arme réelle d'origine, vient percuter violemment un percuteur logé dans la culasse. Il est à noter que, dans le cas du simulateur conforme à l'invention, ledit percuteur a été supprimé et la surface de percussion 107a du marteau d'origine été modifiée afin de démilitariser l'arme d'origine.

[0049] L'objet de l'invention est de détecter avec précision la position du marteau. Pour ce faire, dans un premier mode de réalisation non représenté, un aimant est logé dans une pièce rapportée rendue solidaire du marteau, par soudure, par exemple, de ladite pièce sur une face latérale du marteau. Dans le mode de réalisation représenté, la position du marteau est détectée par un aimant 109 directement logé dans ledit marteau 107 (ce mode de réalisation est particulièrement avantageux, le percement d'un trou de réception de l'aimant dans le marteau pouvant être réalisé avec une tolérance de +0,1/-0 mm), et par un capteur à effet Hall 111 conjugué encastré dans une pièce fixe rapportée 113. L'aimant 109 et le capteur 111 sont agencés de façon à être exactement en regard l'un de l'autre lorsque que le marteau 107 est en fin de course et percute le percuteur (dans le cas de l'arme réelle), c'est-à-dire au moment du départ du coup. Avantageusement et selon l'invention, la gâchette automatique de l'arme d'origine, adjacente à l'entraîneur de gâchette 119 du côté opposé à la gâchette commandée 116, est déposée, et une pièce 113 d'encombrement similaire est usinée pour porter le capteur 111 sur sa face verticale arrière. L'aimant 109 est encastré dans la tête 108 du marteau, à proximité de l'extrémité latérale de celle-ci située du côté de cette pièce rapportée 113.

[0050] Les remarques effectuées dans le cas du simulateur de fusil à rechargement manuel représenté sur les figures 2, 3a et 3b, concernant les caractéristiques de l'aimant et de son procédé de fabrication et de mise en place dans le percuteur (champ magnétique induit, rémanence, habillage par un capot amagnétique, précision de l'usinage (numérique), etc.) restent valables pour le présent simulateur. Il est à noter que la composition de l'aimant est imposée par les propriétés magnétiques souhaitées, et en particulier par l'induction magnétique nécessaire. Les faibles dimensions de la tête 108 du marteau (et donc de l'aimant et du capot) et les caractéristiques techniques nécessaires pour permettre la détection de l'aimant 109 (dont l'induction magnétique de l'aimant) ont conduit à la conception et à l'utilisation d'aimants spéciaux. A titre d'exemple, un aimant de 4 mm de diamètre, 2 mm de profondeur, composé d'une matrice organique comprenant du Néodyme, du Fer et

du Bore et générant une induction magnétique rémanente de 0,5 Tesla (5000 Gauss) répond aux exigences de l'invention. Il en résulte un aimant 109 relativement friable et dont l'effritement doit être empêché (ou pour le moins limité) par une forme adaptée du capot amagnétique 110 au niveau de la surface extérieure de l'aimant. A cet effet, les parois périphériques du capot amagnétique 110 présentent un retour venant recouvrir une fraction périphérique de la face extérieure de l'aimant 109, protégeant ainsi cette face des chocs survenant lors du pivotement du marteau vers l'avant au cours du tir. Le capot amagnétique 110 présente avantageusement une épaisseur de 0,5 mm.

[0051] Le capteur 111 est protégé de manière similaire par un étui 112 en forme de U, la face extérieure du capteur apparaissant légèrement en retrait dudit étui 112. La distance entre le capteur et l'aimant au moment du départ du coup (lorsqu'ils sont en regard l'un de l'autre) est préférentiellement comprise entre 1,2 et 1,5 mm. Une légère rotation du marteau vers l'arrière à partir de cette position se traduit par une augmentation de la distance séparant l'aimant du capteur. Lorsque cette distance dépasse 1,5 mm, l'aimant 109 n'est plus détecté par le capteur 111. Un angle très faible de rotation du marteau suffit pour atteindre cette distance limite, de sorte que la présence de l'aimant est uniquement détectée par le capteur lorsque ces deux éléments sont quasiment strictement en regard l'un de l'autre, dans des plans parallèles.

[0052] Comme dans le cas du simulateur de fusil à rechargement manuel précédemment décrit, la polarisation de la surface du capteur 111, intervenant exactement lorsque l'aimant 109 se retrouve en regard dudit capteur, entraîne le déclenchement d'une émission laser et d'une injection d'air comprimé dans une chambre 124 du canon 102 du simulateur, située à l'avant d'un piston lesté 123. A cet effet, le signal électrique généré par le capteur 111 au moment du départ du coup est transmis à un boîtier électronique de contrôle 126 installé dans le fût 101 de l'arme, par l'intermédiaire de fils conducteurs et de connecteurs permettant d'assurer la liaison entre les fils présents dans le boîtier de mécanismes amovible 104 (dans lequel se trouvent le marteau 107 et le capteur 111) et ceux courant dans la boîte de culasse 103 et le fût 101 de l'arme entre la surface dudit boîtier amovible 104 et le boîtier électronique de contrôle 126. Une gaine 127 transporte un câble d'alimentation électrique du boîtier 126 ainsi que des câbles de communication entre ledit boîtier 126 et les moyens informatiques du système de simulation de tir.

[0053] L'injection de l'air comprimé dans la chambre avant 124, au niveau de la bouche d'entrée d'air 125, entraîne le déplacement vers l'arrière du piston 123. Le piston 123 vient frapper violemment la culasse mobile 121, située dans une position avant suite au tir, et pousser cette dernière vers l'arrière. Les déplacements cumulés de la culasse 121 et du piston 123, dont la masse est calculée pour permettre de conférer audit piston la

quantité de mouvement souhaitée, reproduisent la force de recul que subit l'arme réelle d'origine lors d'un tir réel. Le recul violent de la culasse permet également de réarmer le simulateur : lors de son déplacement, la culasse 121 repousse vers l'arrière le marteau 107 dont le rochet 114 vient s'encaster dans la rainure 115 conjuguée de la gâchette 116. Le simulateur est réarmé. Le piston est ramené en position initiale par un puissant ressort de rappel 122 s'étendant en partie supérieure du canon 102 et de la boîte de culasse 103 adjacente. La culasse reste positionnée au-dessus du marteau de telle sorte que le percuteur (dans l'arme réelle) soit situé immédiatement devant le marteau.

[0054] La détection du départ de coup déclenchant instantanément l'injection de l'air comprimé dans la chambre 124 et le recul de la culasse 121, il est indispensable que cette détection soit réalisée avec la plus grande précision. En effet, une détection anticipée du départ de coup entraînerait un recul prématuré de la culasse 121, au moment où le marteau 107 basculerait vers l'avant. Ces deux éléments étant soumis à des forces considérables, leur choc provoquerait des dommages irréversibles. Il est donc impératif que l'injection d'air comprimé intervienne au moment précis où le marteau 107 vient de terminer sa course vers l'avant (et a une quantité de mouvement nulle). Une détection trop tardive nuirait pas ailleurs à la fiabilité de la simulation (l'émission laser interviendrait trop tardivement par rapport au départ de coup réel, et ne permettrait pas de déterminer la position précise de l'impact du tir réel correspondant). Il est à noter qu'une telle précision n'était pas "mécaniquement" nécessaire dans les dispositifs antérieurs, l'un au moins des deux éléments concernés (marteau ou culasse) ayant été supprimé dans les simulateurs antérieurs.

[0055] Contrairement aux dispositifs antérieurs du premier type n'utilisant pas de fausses cartouches, quelle que soit l'arme simulée et dans le cas avantageux d'un simulateur fabriqué à partir d'une arme réelle, le départ de coup détecté sur le simulateur correspond exactement au départ de coup de l'arme réelle correspondante (et non uniquement à celui de l'arme réelle d'origine prise dans son état neuf). La simulation tient compte non seulement des différents jeux fonctionnels influant sur le départ de coup, mais aussi de l'évolution desdits jeux dans le temps suite par exemple à l'usure de certaines pièces de l'arme. La simulation reste donc réaliste, et la précision du déclenchement du tir suit l'évolution dans le temps (usure) de l'arme.

[0056] Par ailleurs, contrairement à l'ensemble des dispositifs antérieurs, le simulateur de l'invention permet la simulation de tirs en rafale. Un fusil automatique de type FA-MAS tire en rafale 8 à 10 coups par seconde, et son percuteur et sa culasse 121 se déplacent à des vitesses soniques. L'emploi d'un dispositif à air comprimé (et non d'un vérin hydraulique par exemple) permet d'obtenir une vitesse de déplacement du piston 123 la plus proche possible de la vitesse réelle de déplace-

ment de la culasse 121. Par ailleurs, la précision de la détection du départ de coup, obtenue grâce à l'invention, rend possible la simulation de 8 à 10 coups (émission du laser, injection d'air comprimé, réarmement de l'arme, retour du piston et de la culasse) par secondes. [0057] Il va de soi que l'invention peut faire l'objet de nombreuses variantes par rapport aux modes de réalisation précédemment décrits et représentés sur les figures.

Revendications

1. Simulateur d'arme légère de tir comprenant :

- des moyens (7) de production d'un tir simulé,
- un organe déclencheur mobile (10),
- une source d'énergie mécanique (24) apte à mouvoir l'organe déclencheur depuis une position armée vers une position de tir,
- des moyens (17) de blocage de l'organe déclencheur en position armée,
- des moyens (6) de commande de tir par un utilisateur, reliés aux moyens (17) de blocage par des moyens de transmission de la commande de tir adaptés pour, suite à l'actionnement des moyens (6) de commande de tir, agir sur les moyens (17) de blocage de façon à libérer l'organe déclencheur,

caractérisé en ce qu'il comprend des moyens non mécaniques de détection (13, 15) d'au moins une position de l'organe déclencheur (10), dite position de départ de coup, et des moyens (22) de contrôle des moyens (7) de production de tir asservis auxdits moyens (13, 15) de détection de façon à pouvoir déclencher un tir simulé lorsque l'organe déclencheur (10) arrive en position de départ de coup telle que détectée par les moyens (13, 15) de détection.

2. Simulateur selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** les moyens de détection présentent un temps de réponse inférieur à 100 nanosecondes.

3. Simulateur selon l'une des revendications 1 ou 2, **caractérisé en ce que** les moyens de détection sont constitués de moyens émetteurs et capteurs électromagnétiques.

4. Simulateur selon l'une des revendications 1 à 3, **caractérisé en ce que** les moyens (6) de commande de tir, l'organe déclencheur (10), la source d'énergie mécanique (24), les moyens (17) de blocage et les moyens de transmission de commande de tir sont ceux d'une arme réelle d'origine.

5. Simulateur selon la revendication 4, **caractérisé en ce que** la position de départ de coup de l'organe

déclencheur (10) dans le simulateur correspond à la position dudit organe dans l'arme réelle d'origine au moment du départ de coup d'un tir réel.

5 6. Simulateur selon l'une des revendications 1 à 5, **caractérisé en ce que** les moyens (7) de production de tir comprennent un laser pour la simulation de tir sur un écran de visualisation.

10 7. Simulateur selon l'une des revendications 1 à 6, **caractérisé en ce que** les moyens de détection comprennent une partie mobile (13) solidaire de l'organe déclencheur (10) et une partie fixe (15) solidaire d'un bâti du simulateur, adaptées pour coopérer à distance.

15 8. Simulateur selon l'une des revendications 1 à 7, **caractérisé en ce qu'une** partie (13) des moyens de détection est encastrée dans l'organe déclencheur (10).

20 9. Simulateur selon la revendication 8, **caractérisée en ce que** les moyens de détection comprennent un aimant (13, 109) logé dans un capot amagnétique (14, 110) encastré dans une réservation ménagée dans l'organe déclencheur (10, 107), et un capteur électromagnétique (15, 111) -notamment à effet Hall- porté par une pièce fixe (3, 113) au moment du tir, lesdits capteur (15, 111) et aimant (13, 109) étant agencés de façon à être exactement en regard l'un de l'autre lorsque l'organe déclencheur (10, 107) est en position de départ de coup.

35 10. Simulateur selon la revendication 9, dans lequel l'organe déclencheur est un marteau (107) monté pivotant sur un boîtier fixe (104) par une tête de fixation (108) globalement cylindrique, **caractérisé en ce que** l'aimant (109) et le capot amagnétique (110) sont encastrés dans la tête de fixation (108) du marteau et **en ce que** le capteur (111) est fixé sur ledit boîtier (104) en regard de ladite tête de fixation.

40 11. Simulateur selon la revendication 9, dans lequel l'organe déclencheur est un percuteur (10) amené à se déplacer en translation dans une culasse (5) insérée dans une boîte de culasse (3), et guidé à cet effet par un talon (11) extrême arrière faisant saillie dans une lumière (9) ménagée dans ladite culasse (5), **caractérisé en ce que** l'aimant (13) et le capot amagnétique (14) sont encastrés dans le talon (11) du percuteur et **en ce que** le capteur (15) est encastré dans la boîte de culasse (3) en regard de ladite lumière (9).

55 12. Simulateur selon l'une des revendications 9 à 11, **caractérisé en ce que** l'aimant (13, 109) comprend une matrice organique contenant du néodyme, du fer et du bore, et génère une induction magnétique

de l'ordre de 0,5 T.

13. Simulateur selon l'une des revendications 9 à 12, **caractérisé en ce que** la face externe de l'aimant (13, 109) et celle du capteur (15, 111) sont distantes de 1 à 1,5 mm lorsque l'organe déclencheur (10, 107) est en position de départ de coup. 5
14. Simulateur selon l'une des revendications 9 à 13, **caractérisé en ce que** le capot amagnétique (110, 14) présente des parois périphériques venant en saillie de la face externe de l'aimant. 10
15. Simulateur selon l'une des revendications 9 à 14, **caractérisé en ce que** le capteur (111) est logé dans un étui de réception (112) présentant deux branches opposées venant en saillie de la face externe du capteur. 15
16. Simulateur selon l'une des revendications 1 à 15, **caractérisé en ce qu'il** comprend des moyens (18, 123) de reproduction du recul de l'arme simulée et des moyens (22, 126) de contrôle desdits moyens de reproduction du recul asservis aux moyens (13, 15, 109, 111) de détection de façon à pouvoir générer une force de recul au moment où l'organe déclencheur (10, 107) arrive en position de tir. 20
17. Simulateur selon la revendication 16, **caractérisée en ce que** les moyens de reproduction du recul comprennent un piston (18, 123) agencé dans un canon (2, 102) du simulateur d'arme, et un dispositif d'alimentation en air comprimé d'une chambre (19, 124) aménagée dans ledit canon à l'avant dudit piston. 25
18. Simulateur selon la revendication 17, **caractérisée en ce que** le piston (18, 123) possède une masse adaptée pour que la quantité de mouvement du piston et, dans le cas d'un simulateur d'arme à culasse (121) mobile lors du tir, la quantité de mouvement de la culasse, acquises au moment du départ du coup par alimentation de la chambre (19, 124) en air comprimé, permettent de reproduire la force de recul réelle de l'arme simulée. 30
19. Simulateur selon l'une des revendications 1 à 18, dans lequel les moyens de commande de tir comportent une détente (6, 105) pouvant être bloquée par une sûreté (25, 129), **caractérisé en ce qu'il** comprend des moyens de détection de la position de la détente en vue d'évaluer la pression de l'utilisateur sur la détente (6, 105) tout au long du tir, et/ou des moyens de détection de la position de la sûreté (25, 129) en vue de contrôler un état enclenché ou retiré de ladite sûreté. 35
20. Simulateur selon l'une des revendications 1 à 19, **caractérisé en ce qu'il** comprend des capteurs, du type jauge de contrainte, de la pression exercée sur la face arrière de la crosse (128) du simulateur. 40
21. Simulateur selon l'une des revendications 1 à 20, **caractérisé en ce qu'il** comprend des moyens de détection d'une rotation du simulateur autour de son axe longitudinal par rapport à une position nominale de tir. 45
22. Simulateur selon l'une des revendications 1 à 21, **caractérisé en ce qu'il** comprend des capteurs de position de la culasse (5, 121) en vue de déterminer l'état chargé ou non du simulateur d'arme. 50
23. Système de simulation comprenant au moins un écran (202) de visualisation d'images cibles associé à des moyens (207) de diffusion desdites images, au moins un simulateur d'arme comprenant un laser simulant le tir sur le ou les écran(s) de visualisation, et des moyens informatiques (203) reliés aux moyens (207) de diffusion et au(x) simulateur(s), et adaptés pour contrôler la diffusion des images cibles, déclencher des émissions laser du(des) simulateur(s), détecter l'impact desdites émissions lasers sur le(les) écran(s), et calculer la position sur les images cibles des tirs simulés correspondants, **caractérisé en ce qu'il** comprend au moins un simulateur d'arme (201) conforme à l'une des revendications 1 à 22. 55

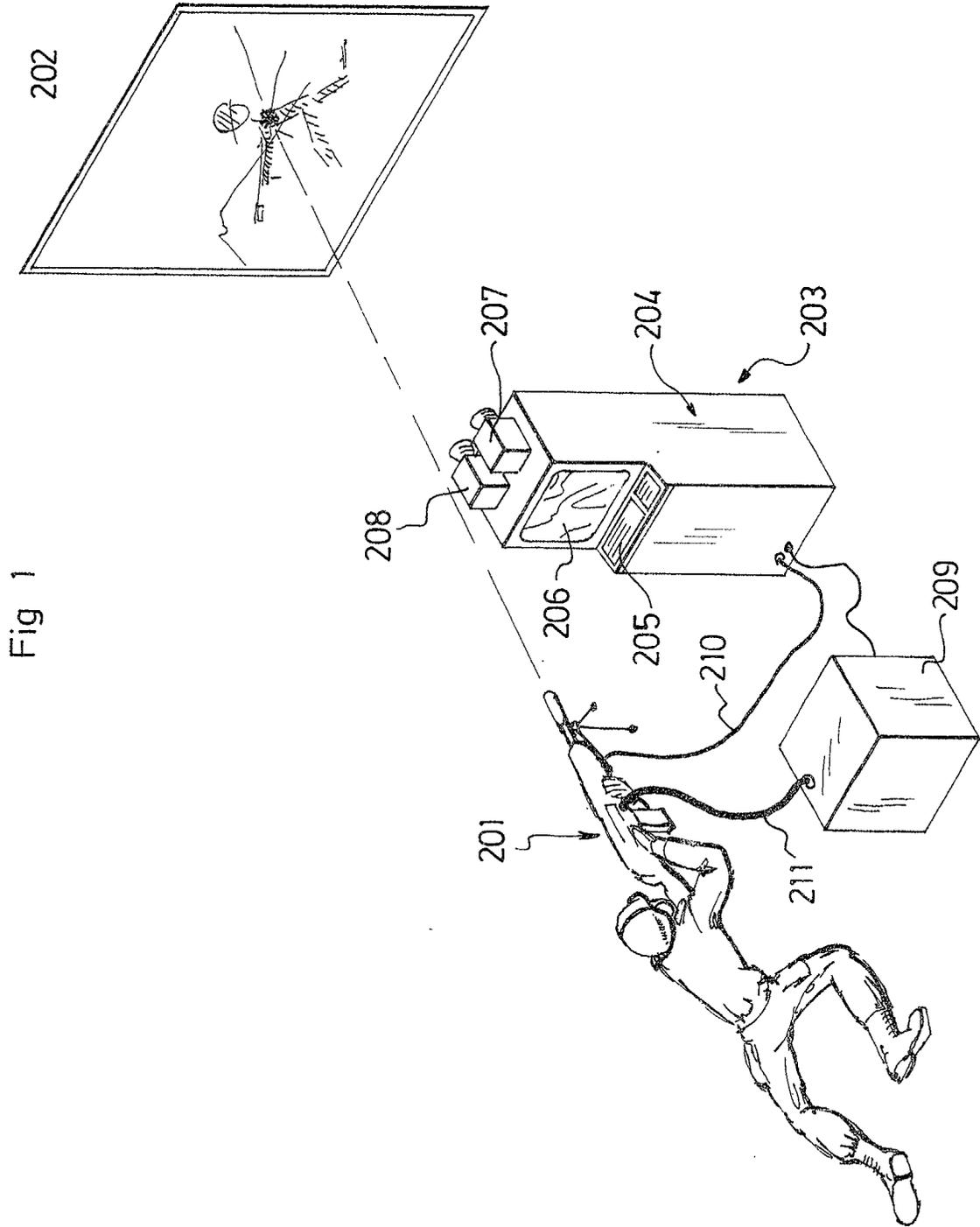


Fig 2

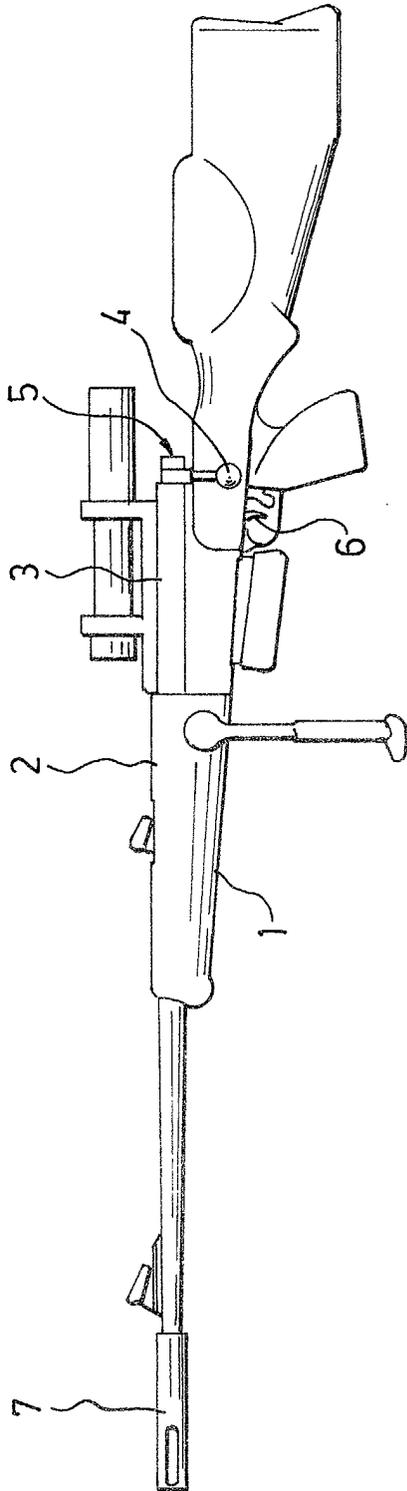
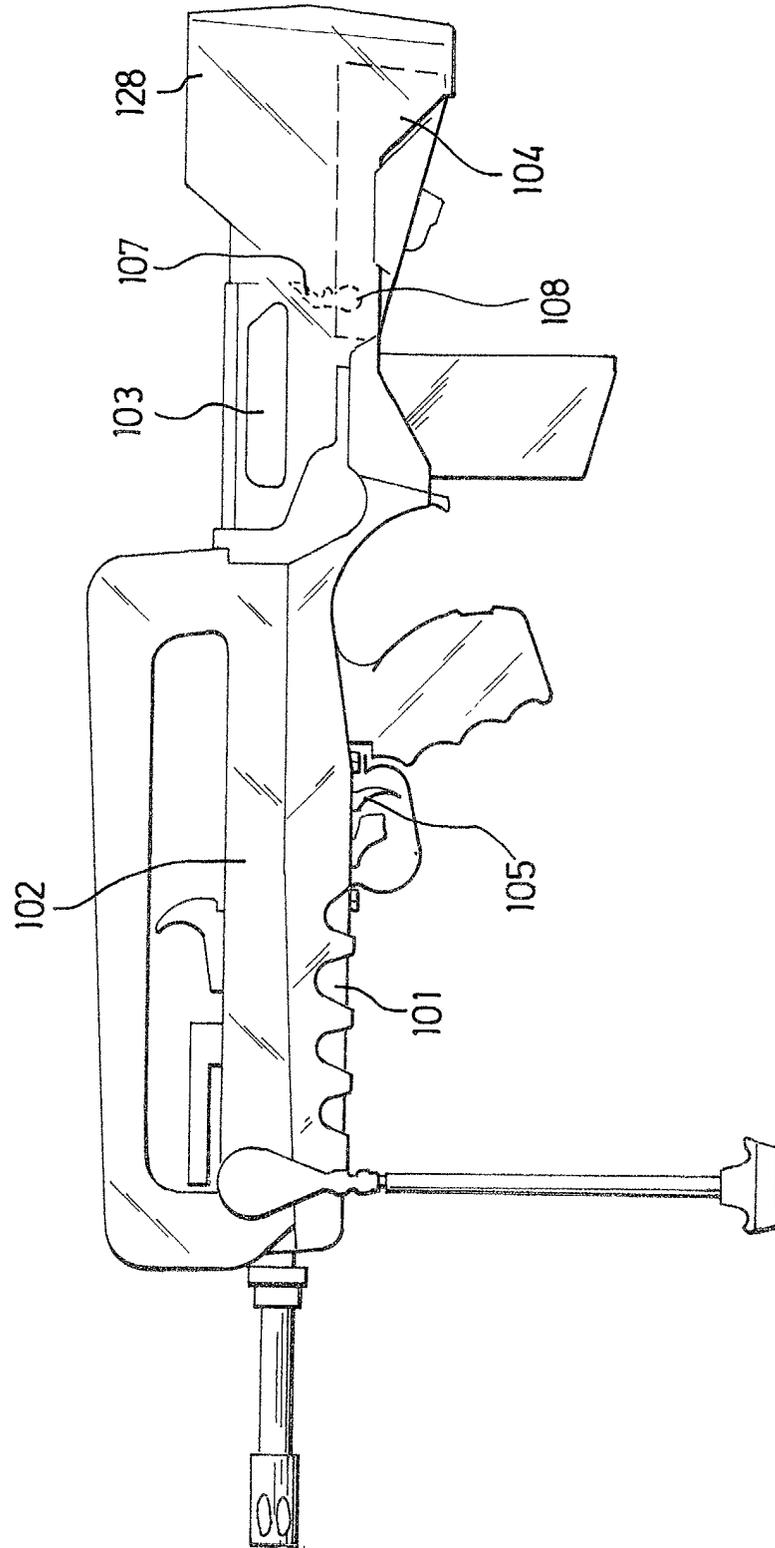


Fig 4



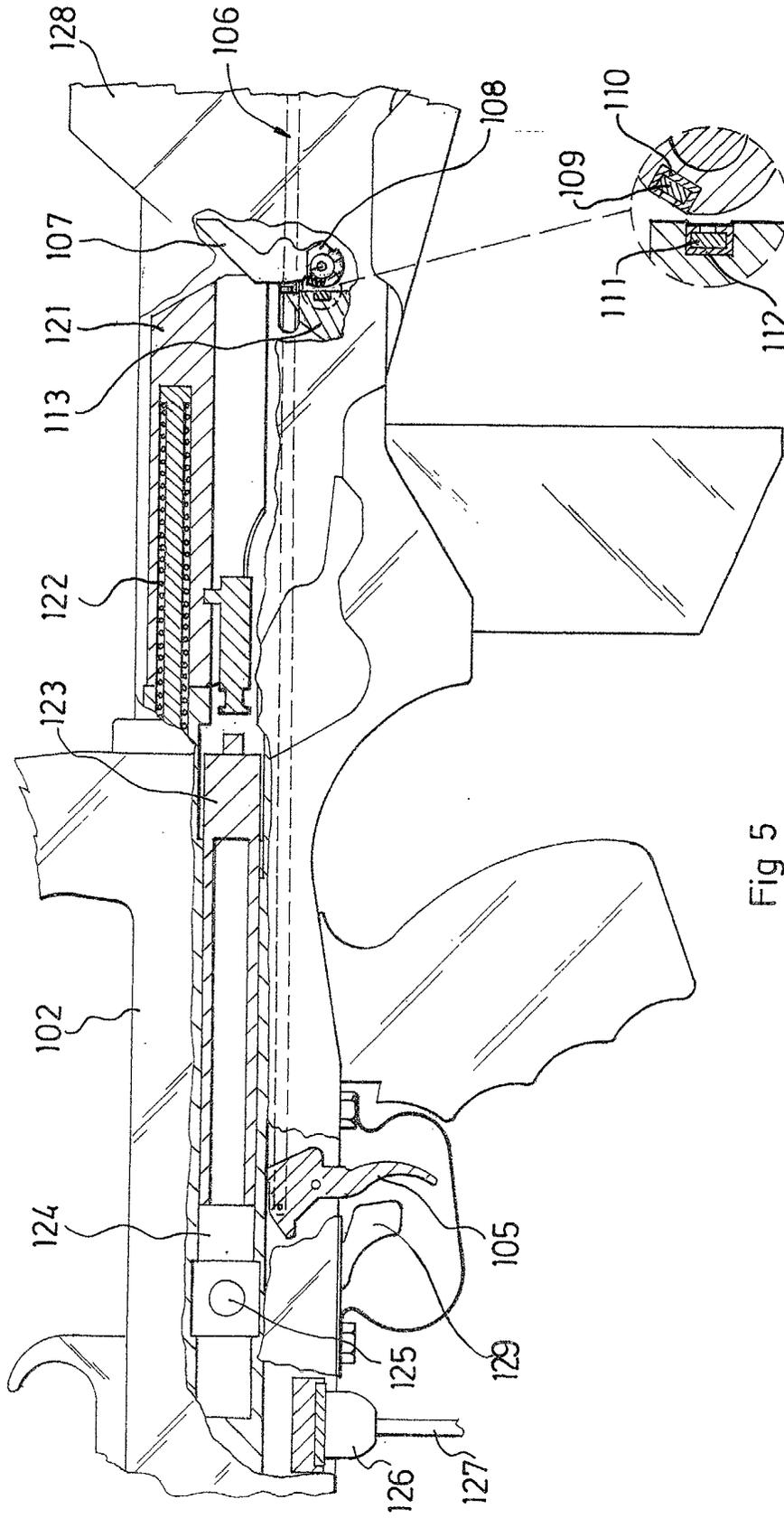
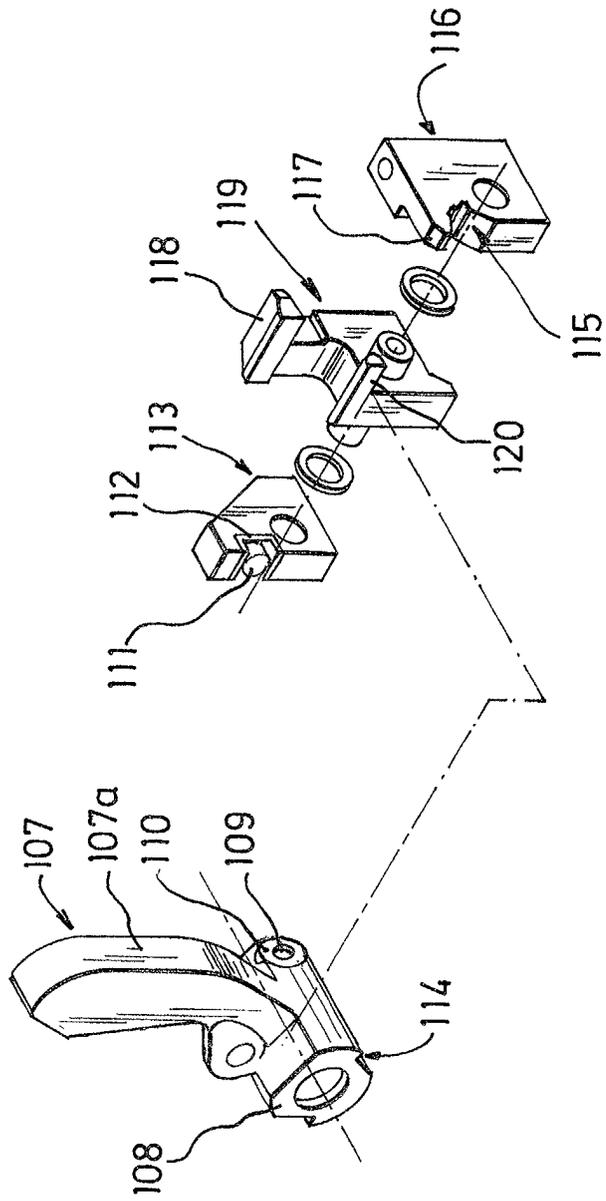


Fig 5

Fig 6





Office européen
des brevets

RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande
EP 02 35 2004

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (Int.CI.7)
X,D	US 5 842 300 A (CHESHELSKI BEN ET AL) 1 décembre 1998 (1998-12-01) * abrégé; figures 1,2,6A * * colonne 1, ligne 40 - ligne 49 * * colonne 19, ligne 48 - ligne 56 * * colonne 29, ligne 55 - colonne 30, ligne 9 * * colonne 33, ligne 13 - ligne 57 * * colonne 34, ligne 35 - ligne 62 * * colonne 36, ligne 4 - ligne 17 *	1-7,16, 19,23	F41A33/02 F41A33/06
A	US 5 713 150 A (G. EALOVEGA) 3 février 1998 (1998-02-03) * colonne 4, ligne 53 - colonne 5, ligne 4 *	1-3	
A,D	US 4 830 617 A (HANCOX ROGER J ET AL) 16 mai 1989 (1989-05-16) * abrégé; revendications 10,11,13; figures * * colonne 2, ligne 31 - ligne 42 *	1	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int.CI.7)
A	US 4 480 999 A (WITHERELL JAMES L ET AL) 6 novembre 1984 (1984-11-06) * abrégé; revendications 1-4,12; figures * * colonne 5, ligne 37 - colonne 6, ligne 27 *	7-9,17	F41A
A	WO 98 14745 A (KEHL HERMANN ;SCHUMANN EDGAR (DE)) 9 avril 1998 (1998-04-09) * abrégé; figure 1 * * page 5, ligne 24 - page 6, ligne 10 *	13,14	
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche		Date d'achèvement de la recherche	Examineur
LA HAYE		18 avril 2002	Van der Plas, J
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES		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	
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			

EPO FORM 1503 03 92 (P)4C02

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET EUROPEEN NO.**

EP 02 35 2004

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 membres 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.

18-04-2002

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 5842300	A	01-12-1998	AUCUN	
US 5713150	A	03-02-1998	AU 1342697 A EP 0862720 A1 WO 9721974 A1	03-07-1997 09-09-1998 19-06-1997
US 4830617	A	16-05-1989	AT 74201 T AU 603087 B2 AU 6895887 A DE 3777717 D1 EP 0256054 A1 WO 8704512 A1 JP 63502211 T	15-04-1992 08-11-1990 14-08-1987 30-04-1992 24-02-1988 30-07-1987 25-08-1988
US 4480999	A	06-11-1984	AUCUN	
WO 9814745	A	09-04-1998	WO 9814745 A1 EP 0929786 A1 US 6146141 A	09-04-1998 21-07-1999 14-11-2000

EPC FORM P0480

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