

(19)



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11)

EP 0 802 392 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:
18.10.2000 Patentblatt 2000/42

(51) Int Cl.7: **F42C 17/04**

(21) Anmeldenummer: **96118045.2**

(22) Anmeldetag: **11.11.1996**

(54) **Verfahren und Vorrichtung zur Bestimmung einer korrigierten Zerlegungszeit eines programmierbar zerlegbaren Geschosses**

Method and device for identifying a corrected desintegration time of a programmable and frangible projectile

Procédé et dispositif de détermination d'un temps de désintégration corrigé d'un projectile programmable et frangible

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT BE CH DE FR GB IT LI NL SE

(30) Priorität: **19.04.1996 CH 99996**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
22.10.1997 Patentblatt 1997/43

(73) Patentinhaber: **OERLIKON CONTRAVES AG**
8050 Zürich (CH)

(72) Erfinder: **Boss, André**
8050 Zürich (CH)

(74) Vertreter: **Hotz, Klaus, Dipl.-El.-Ing./ETH**
c/o OK pat AG,
Patente Marken Lizenzen,
Hinterbergstrasse 36,
Postfach 5254
6330 Cham (CH)

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A- 0 300 255 **EP-A- 0 467 055**
GB-A- 2 107 835 **US-A- 4 142 442**
US-A- 4 449 041

EP 0 802 392 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Bestimmung einer korrigierten Zerlegungszeit eines aus einem Geschützrohr abgeschossenen programmierbar zerlegbaren Geschosses nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1 sowie eine Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach dem Oberbegriff des Anspruchs 9.

[0002] Mit der europäischen Patentanmeldung **0 300 255** ist eine Vorrichtung bekannt geworden, die eine an der Mündung eines Geschützrohres angeordnete Messvorrichtung für die Geschossgeschwindigkeit aufweist. Die Messvorrichtung besteht aus zwei in einem bestimmten Abstand voneinander angeordneten Ringspulen. Beim Durchgang eines Geschosses durch die beiden Ringspulen wird aufgrund der dabei auftretenden Änderung des magnetischen Flusses kurz hintereinander in jeder Ringspule ein Impuls erzeugt. Die Impulse werden einer Auswerteelektronik zugeführt, in welcher aus dem zeitlichen Abstand der Impulse und dem Abstand zwischen den Ringspulen die Geschossgeschwindigkeit errechnet wird. In Bewegungsrichtung des Geschosses ist hinter der Messvorrichtung für die Geschwindigkeit eine Sendespule angeordnet, die mit einer im Geschoss vorgesehenen Empfangsspule zusammenwirkt. Die Empfangsspule ist über ein Hochpassfilter mit einem Zähler verbunden, der ausgangsseitig mit einem Zeitzähler in Verbindung steht. Aus der errechneten Geschossgeschwindigkeit und einer aus Sensordaten ermittelten Trefferdistanz zu einem Zielobjekt wird eine Zerlegungszeit gebildet, die unmittelbar nach dem Durchfliegen der Messvorrichtung induktiv auf das Geschoss übertragen wird. Mit dieser Zerlegungszeit wird der Zeitzähler eingestellt, so dass das Geschoss im Bereiche des Zielobjektes zerlegt werden kann.

[0003] Werden Geschosse mit Subprojektilen verwendet (Munition mit Primär- und Sekundärballistik), so kann wie beispielsweise aus einer Druckschrift **OC 2052 d 94** der Firma Oerlikon-Contraves, Zürich, bekannt, ein angreifendes Ziel durch mehrfache Treffer zerstört werden, wenn nach Ausstossen der Subprojektilen im Zerlegungszeitpunkt das Erwartungsgebiet des Zieles von einer durch die Subprojektilen gebildeten Wolke belegt ist. Bei der Zerlegung eines solchen Geschosses wird der die Subprojektilen tragende Teil abgetrennt und an Sollbruchstellen aufgerissen. Die ausgestossenen Subprojektilen beschreiben eine durch die Rotation des Geschosses hervorgerufene drallstabilisierte Flugbahn und liegen gleichmässig verteilt auf annähernd halbkreisförmigen Kurven von Kreisflächen eines Kegels, so dass eine gute Treffwahrscheinlichkeit erreicht werden kann.

[0004] Bei vorstehend beschriebener Vorrichtung kann durch Streuungen in der Zerlegungszeit, die beispielsweise durch Streuungen der Geschossgeschwindigkeit und/oder Verwendung nicht aktualisierter Werte verursacht werden, nicht in jedem Fall eine gute Treff- bzw. Abschusswahrscheinlichkeit erreicht werden. Bei grösseren Zerlegungszeiten würde wohl die Kreisfläche grösser, die Dichte der Subprojektilen jedoch kleiner werden. Bei kleineren Zerlegungszeiten tritt der umgekehrte Fall ein: Die Dichte der Subprojektilen wäre grösser, die Kreisfläche jedoch kleiner.

[0005] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde ein Verfahren und eine Vorrichtung gemäss Oberbegriff der Ansprüche 1 und 9 vorzuschlagen, mittels welchen unter Vermeidung vorstehend erwähnter Nachteile eine optimale Treff- bzw. Abschusswahrscheinlichkeit erreichbar ist.

[0006] Diese Aufgabe wird durch die in den Patentansprüchen 1 und 9 angegebene Erfindung gelöst. Hierbei wird eine gegebene optimale Zerlegungszeit zwischen einem Zerlegungspunkt des Geschosses und einem Treffpunkt des Zieles durch Korrektur der Zerlegungszeit des Geschosses gleichbleibend gehalten. Die Korrektur erfolgt indem zur Zerlegungszeit ein mit einer Geschwindigkeitsdifferenz multiplizierter Korrekturfaktor addiert wird. Die Geschwindigkeitsdifferenz wird aus der Differenz der aktuellen gemessenen Geschossgeschwindigkeit und einer Vorhaltgeschwindigkeit des Geschosses gebildet, wobei die Vorhaltgeschwindigkeit aus dem Mittelwert einer Anzahl vorhergehender, aufeinanderfolgender Geschossgeschwindigkeiten errechnet wird.

[0007] Die mit der Erfindung erzielten Vorteile sind darin zu sehen, dass eine gegebene Zerlegungszeit von der aktuellen gemessenen Geschossgeschwindigkeit unabhängig ist, so dass eine dauernde optimale Treff- bzw. Abschusswahrscheinlichkeit erzielt werden kann. Der vorgeschlagene Korrekturfaktor für die Korrektur der Zerlegungszeit basiert lediglich auf den Schiesselementen des Treffpunktes für die Steuerung der Waffe, nämlich den Geschützwinkeln α , λ , der Trefferzeit T_f und der Vorhaltgeschwindigkeit V_0 des Geschosses. Damit ist die Möglichkeit einer einfachen, einen minimalen Aufwand erfordernden Integration in bereits bestehende Waffensteuerungssysteme gegeben.

[0008] Im folgenden wird die Erfindung anhand eines Ausführungsbeispiels im Zusammenhang mit der Zeichnung näher erläutert. Es zeigen.

Fig.1 eine schematische Darstellung eines Waffensteuerungs-Systems mit der erfindungsgemässen Vorrichtung,

Fig.2 einen Längsschnitt durch eine Mess- und Programmier Vorrichtung,

Fig.3 ein Diagramm der Verteilung von Subprojektilen in Abhängigkeit von der Zerlegungszeit, und

Fig.4 eine andere Darstellung des Waffensteuerungs-Systems gemäss **Fig.1**.

[0009] In der **Fig.1** ist mit **1** eine Feuerleitung und mit **2** ein Geschütz bezeichnet. Die Feuerleitung **1** besteht aus einem Suchsensor **3** für die Entdeckung eines Zieles **4**, einem mit dem Suchradar **3** verbundenen Folgesensor **5** für die Zielerfassung, die 3-D-Zielverfolgung und die 3-D-Zielvermessung, sowie einem Feuerleitungsrechner **6**. Der Feuerleitungsrechner **6** weist mindestens ein Hauptfilter **7** und eine Vorhalt-Recheneinheit **9** auf. Das Hauptfilter **7** ist eingangsseitig mit dem Folgesensor **5** und ausgangsseitig mit der Vorhalt-Recheneinheit **9** verbunden, wobei das Hauptfilter **7** die vom Folgeradar **5** empfangenen 3-D-Ziel-daten in Form von geschätzten Zieldaten **Z** wie Position, Geschwindigkeit, Beschleunigung usw. an die Vorhalt-Recheneinheit **9** weiterleitet. Ueber einen weiteren Eingang **Me** können der Vorhalt-Recheneinheit **9** meteorologische Daten zugeführt werden. Die Bedeutung der Bezeichnungen an den einzelnen Verbindungen bzw. Anschlüssen wird nachstehend anhand der Funktionsbeschreibung näher erläutert.

[0010] Ein Rechner des Geschützes **2** weist eine Auswerteschaltung **10**, eine Aufdatierungs-Recheneinheit **11** und eine Korrektur-Recheneinheit **12** auf. Die Auswerteschaltung **10** ist eingangsseitig an einer an der Mündung eines Geschützrohres **13** angeordneten, nachstehend anhand der **Fig.2** näher beschriebenen Messvorrichtung **14** für die Geschossgeschwindigkeit angeschlossen und ausgangsseitig mit der Vorhalt-Recheneinheit **9** und der Aufdatierungs-Recheneinheit **11** verbunden. Die Aufdatierungs-Recheneinheit **11** ist eingangsseitig an der Vorhalt- und an der Korrektur-Recheneinheit **9,12** angeschlossen und steht ausgangsseitig mit einem in der Messvorrichtung **14** integrierten Programmerteil in Verbindung. Die Korrektur-Recheneinheit **12** ist eingangsseitig mit der Vorhalt-Recheneinheit **9** und ausgangsseitig mit der Aufdatierungs-Recheneinheit **11** verbunden. Ein Geschützservo **15** und eine auf einen Feuerbefehl ansprechende Auslöseeinrichtung **16** sind ebenfalls an der Vorhalt-Recheneinheit **9** angeschlossen. Die Verbindungen zwischen der Feuerleitung **1** und dem Geschütz **2** sind zu einer Data-Transmission zusammengefasst, die mit **17** bezeichnet ist. Die Bedeutung der Bezeichnungen an den einzelnen Verbindungen zwischen den Recheneinheiten **10, 11, 12** sowie zwischen der Feuerleitung **1** und dem Geschütz **2** wird nachstehend anhand der Funktionsbeschreibung näher erläutert. Mit **18** und **18'** ist ein Geschoss bezeichnet, das während einer Programmierphase (**18**) und im Zerlegungszeitpunkt (**18'**) dargestellt ist. Beim Geschoss **18** handelt es sich um ein programmierbares Geschoss mit Primär- und Sekundärballistik, das mit einer Ausstossladung und einem Zeitzünder ausgestattet und mit Subprojektilen **19** gefüllt ist.

[0011] Gemäss **Fig.2** besteht ein an der Mündung des Geschützrohres **13** befestigtes Tragrohr **20** aus drei Teilen **21, 22, 23**. Zwischen dem ersten Teil **21** und dem zweiten bzw. dritten Teil **22, 23** sind Ringspulen **24, 25** für die Messung der Geschossgeschwindigkeit angeordnet. Am dritten Teil **23** -auch Programmerteil genannt- ist eine in einem Spulenkörper **26** gehaltene Sendespule **27** befestigt. Die Art der Befestigung des Tragrohres **20** und der drei Teile **21, 22, 23** miteinander ist nicht weiter dargestellt und beschrieben. Für die Speisung der Ringspulen sind Leitungen **28, 29** vorgesehen. Am Umfang des Tragrohres **20** sind zwecks Abschirmung von der Messung störenden Magnetfeldern Weicheisenstäbe **30** angeordnet. Das Geschoss **18** weist eine Empfangsspule **31** auf, die über ein Filter **32** und einen Zähler **33** mit einem Zeitzünder **34** verbunden ist. Beim Durchgang des Geschosses **18** durch die beiden Ringspulen **24, 25** wird kurz hintereinander in jeder Ringspule ein Impuls erzeugt. Diese Impulse werden der Auswerteschaltung **10** (**Fig.1**) zugeführt, in welcher aus dem zeitlichen Abstand der Impulse und einem Abstand a zwischen den Ringspulen **24, 25** die Geschossgeschwindigkeit errechnet wird. Unter Berücksichtigung der Geschossgeschwindigkeit wird, wie nachstehend näher beschrieben, eine Zerlegungszeit errechnet, die in digitaler Form beim Durchgang des Geschosses **18** durch die Sendespule **27** zum Zwecke der Einstellung des Zählers **32** induktiv auf die Empfangsspule **31** übertragen wird.

[0012] In der **Fig.3** ist mit **Pz** ein Zerlegungspunkt des Geschosses **18** bezeichnet. Die ausgestossenen Subprojektilen liegen je nach Abstand von Zerlegungspunkt **Pz** gleichmässig verteilt auf annähernd halbkreisförmigen Kurven von (perspektivisch dargestellten) Kreisflächen **F1, F2, F3, F4** eines Kegels **C**. Auf einer ersten Abzisse **I** ist der Abstand vom Zerlegungspunkt **Pz** in Metern **m** aufgetragen, während auf einer zweiten Abzisse **II** die Flächengrössen der Flächen **F1, F2, F3, F4** in Quadratmetern **m²** und deren Durchmesser in Metern **m** aufgetragen sind. Bei einem charakteristischen Geschoss mit beispielsweise 152 Subprojektilen und einem Scheitelwinkel des Kegels **C** von anfänglich **10°** ergeben sich in Abhängigkeit vom Abstand die auf der Abzisse **II** aufgetragenen Werte. Die Dichte der auf den Kreisflächen **F1, F2, F3, F4** befindlichen Subprojektilen nimmt mit zunehmendem Abstand ab und beträgt bei den gewählten Verhältnissen 64, 16, 7 und 4 Subprojektilen pro Quadratmeter. Bei einer vorgegebenen, der nachfolgend beschriebenen Berechnung der Zerlegungszeit zugrunde gelegten Zerlegungsdistanz **Dz** von beispielsweise 20 m, würde beim angenommenen Beispiel ein Zielgebiet von 3,5 m Durchmesser mit 16 Subprojektilen pro Quadratmeter belegt sein.

[0013] In der **Fig. 4** ist mit **4** und **4'** das abzuwehrende Ziel bezeichnet, das in einer Treff- bzw. Abschussposition (**4**) und in einer der Treff- bzw. Abschussposition vorhergehenden Position (**4'**) dargestellt.

[0014] Die vorstehend beschriebene Vorrichtung arbeitet wie folgt:

[0015] Die Vorhalt-Recheneinheit **9** errechnet aus einer Vorhaltgeschwindigkeit **VOv** und den Zieldaten **Z** unter Berücksichtigung von meteorologischen Daten bei Geschossen mit Primär- und Sekundärballistik eine Treffdistanz **RT**.

[0016] Die Vorhaltgeschwindigkeit **VOv** wird beispielsweise aus dem Mittelwert einer Anzahl über die Data-Trans-

mission 17 zugeführter gemessener Geschossgeschwindigkeiten V_m gebildet, die der aktuellen gemessenen Geschossgeschwindigkeit V_m unmittelbar vorhergehen. Aufgrund einer vorgegebenen Zerlegungsstanz D_z und unter Berücksichtigung der von einer Treffzeit T_f abhängigen Geschossgeschwindigkeit $V_g(T_f)$ kann eine Zerlegungszeit T_z des Geschosses nach folgenden Beziehungen ermittelt werden:

$$D_z = V_g(T_f) * t_s$$

und

$$T_z = T_f - t_s$$

worin $V_g(T_f)$ durch ballistische Approximation bestimmt ist und T_z die Flugzeit des Geschosses bis zum Zerlegungszeitpunkt P_z , sowie t_s die Flugzeit eines in der Geschossrichtung fliegenden Subprojektils vom Zerlegungspunkt P_z bis zum Treffpunkt P_f bedeuten (Fig. 3, 4)

[0017] Die Vorhalt-Recheneinheit 9 ermittelt ferner einen Geschützwinkel α des Azimutes und einen Geschützwinkel λ der Elevation. Die Grössen α , λ , T_z oder T_f und VO_v werden als Schiesselemente des Treffpunktes bezeichnet und über die Data-Transmission 17 der Korrektur-Recheneinheit 12 zugeführt. Die Schiesselemente α und λ werden ausserdem noch dem Geschütsservo 15 und die Schiesselemente VO_v und T_z noch der Aufdatier-Recheneinheit 11 zugeführt. Wenn nur Primärballistik zur Anwendung kommt, so wird anstelle der Zerlegungszeit T_z die Treffzeit $T_f = T_z + t_s$ übermittelt (Fig.1, Fig.4).

[0018] Die vorstehend beschriebenen Berechnungen werden taktweise wiederholt durchgeführt, so dass jeweils im aktuellen Takt i die neuesten Daten α , λ , T_z oder T_f und VO_v für eine bestimmte Gültigkeitsdauer zur Verfügung stehen.

[0019] Zwischen den Taktwerten wird für die aktuelle (laufende) Zeit (t) jeweils interpoliert bzw. extrapoliert.

[0020] Die Korrektur-Recheneinheit 12 errechnet am Anfang eines jeden Taktes i mit dem jeweils neuesten Satz Schiesselemente α , λ , T_z oder T_f und VO_v einen Korrekturfaktor K nach der Gleichung

$$K = \frac{-(1 + \delta TG / \delta t_o) * TG * (1 + 0,25 * q * (VO_v * V_n)^{1/2} * TG)}{(1 + (TG * (1 + 0,5 * q * (VO_v * V_n)^{1/2} * TG) * \omega^2)) * VO_v}$$

[0021] Hierin ist $\delta TG / \delta t_o$ die Ableitung der Flugzeit TG des Geschosses nach der Zeit, die nach der Gleichung

$$\delta TG / \delta t_o = (TG_i - TG_{i-1}) / t_o$$

errechnet wird, wobei i der aktuelle Takt, $i-1$ der vorhergehende Takt und t_o die Dauer eines Taktes ist, und wobei die Flugzeit TG eines Geschosses gleich der Treffzeit T_f ist. ω^2 ist eine die Stellung des Geschützrohres 13 betreffende Grösse, die sich nach der Beziehung

$$\omega^2 = (\text{rate}_\alpha * \cos \lambda)^2 + (\text{rate}_\lambda)^2$$

berechnet, wobei

$$\text{rate}_\alpha = (\alpha_i - \alpha_{i-1}) / t_o$$

und

$$\text{rate}_\lambda = (\lambda_i - \lambda_{i-1}) / t_o$$

die Geschützrohr-Winkelgeschwindigkeiten in Richtung α bzw. in Richtung λ bedeuten.

V_n ist eine Normgeschwindigkeit der Ballistik.

q ist eine den Luftwiderstand des Geschosses berücksichtigende Grösse, die sich nach der Beziehung

$$q = (C W_n * \gamma * G_q) / (2 * G_m),$$

errechnet, wobei die Bedeutung der einzelnen einzusetzenden Werte im Patentanspruch 9 aufgeführt ist.

[0022] Anstatt, wie oben durchgeführt, eine numerische (oder, wenn nötig eine filtrierte) Lösung zu wählen kann auch beim Geschütz direkt der Tachowert ω abgelesen und für die Rechnung verwendet werden.

[0023] Die Aufdatierungs-Recheneinheit 11 errechnet aus dem von der Korrektur-Recheneinheit 12 zugeführten Korrekturfaktor K, der von der Auswerteschaltung 10 zugeführten aktuellen gemessenen Geschossgeschwindigkeit V_m und der von der Vorhalt-Recheneinheit 9 zugeführten Vorhaltgeschwindigkeit V_{ov} und Zerlegungszeit T_z eine korrigierte Zerlegungszeit $T_z(V_m)$ nach der Beziehung

$$T_z(V_m) = T_z + K * (V_m - V_{ov}).$$

[0024] Die korrigierte Zerlegungszeit $T_z(V_m)$ wird je nach Zeitgültigkeit für die aktuelle laufende Zeit t interpoliert bzw. extrapoliert. Die neu errechnete Zerlegungszeit $T_z(V_m, t)$ wird der Sendespule 27 des Programmierteils 23 der Messvorrichtung 14 zugeführt und wie bereits vorstehend anhand der Fig.2 beschrieben induktiv auf ein vorbeifliegendes Geschoss 18 übertragen.

[0025] Mit der Korrektur der Zerlegungszeit T_z kann die Zerlegungsstanz D_z (Fig.3,4) unabhängig von den Streuungen der Geschossgeschwindigkeit gleichbleibend gehalten werden, so dass eine optimale Treff-bzw. Abschuss-wahrscheinlichkeit erzielt werden kann.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Bestimmung einer korrigierten Zerlegungszeit (**$T_z(V_m)$**) eines aus einem Geschützrohr (13) abgeschossenen, programmier zerlegbaren Geschosses (12), zwecks gleichbleibend Halten einer gegebenen Zerlegungsstanz (**D_z**) zwischen einem Zerlegungspunkt (**P_z**) des Geschosses (12) und einem Treffpunkt (**P_f**) des Geschosses (12) mit einem eine Geschwindigkeit aufweisenden Zielobjekt, wobei

- Sensordaten gemessen werden, aus welchen eine Treffdistanz (**RT**) vom Geschützrohr (13) zum Zielobjekt berechnet wird,
- an der Mündung des Geschützrohres (13) die Geschwindigkeit (**V_m**) des abgeschossenen Geschosses gemessen wird, und
- der Bestimmung der korrigierten Zerlegungszeit (**$T_z(V_m)$**) mindestens
 - die genannte Treffdistanz (**RT**),
 - die genannte Geschwindigkeit (**V_m**) des Geschosses (12) sowie
 - die Zerlegungsstanz (**D_z**) zugrunde gelegt wird,

dadurch gekennzeichnet,

- dass aus den gemessenen Sensordaten im weiteren eine Vorhaltgeschwindigkeit (**V_{ov}**) des Geschosses ermittelt wird, und
- dass die korrigierte Zerlegungszeit (**$T_z(V_m)$**) aus der ursprünglich festgelegten Zerlegungszeit (**T_z**) durch die Beziehung

$$T_z(V_m) = T_z + K * (V_m - V_{ov})$$

bestimmt wird, in welcher Beziehung

$T_z(V_m)$	die korrigierte Zerlegungszeit,
T_z	die ursprünglich festgelegte Zerlegungszeit,
K	einen Korrekturfaktor,
V_m	die aktuelle gemessene Geschossgeschwindigkeit an der Mündung und
V_{ov}	eine Vorhaltgeschwindigkeit des Geschosses bedeuten,

- wobei der Korrekturfaktor (K) nach der Gleichung

$$K = \frac{-(1 + \delta TG / \delta to) * TG * (1 + 0,25 * q * (VOv * Vn)^{1/2} * TG)}{(1 + (TG * (1 + 0,5 * q * (VOv * Vn)^{1/2} * TG) * \omega^2)) * VOv}$$

errechnet wird, wobei

TG eine Flugzeit des Geschosses,
 $\delta TG / \delta to$ die Ableitung der Flugzeit nach der Zeit,
 q eine den Luftwiderstand des Geschosses berücksichtigende Grösse,
 VOv die Vorhaltgeschwindigkeit des Geschosses,
 Vn eine Normgeschwindigkeit der Ballistik und
 ω^2 eine die Stellung des Geschützrohres betreffende Grösse bedeuten.

- Verfahren nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet, dass
 die Berechnungen taktweise wiederholt durchgeführt werden.

- Verfahren nach Anspruch 2,
dadurch gekennzeichnet, dass
 die Ableitung der Flugzeit (TG) nach der Zeit nach der Gleichung

$$\delta TG / \delta to = (TG_i - TG_{i-1}) / to$$

berechnet wird, wobei

i der aktuelle Takt,
 i-1 der vorhergehende Takt und
 to die Dauer eines Taktes ist.

- Verfahren nach Anspruch 2,
dadurch gekennzeichnet, dass
 die die Stellung des Geschützrohres (13) betreffende Grösse (ω^2) nach der Beziehung

$$\omega^2 = (rate_\alpha * \cos \lambda)^2 + (rate_\lambda)^2$$

berechnet wird, worin

α einen Geschützwinkel des Azimutes,
 λ einen Geschützwinkel der Elevation,
 $rate_\alpha$ eine Geschützrohr-Winkelgeschwindigkeit in α -Richtung und
 $rate_\lambda$ eine Geschützrohr-Winkelgeschwindigkeit in λ -Richtung bedeuten.

- Verfahren nach Anspruch 4,
dadurch gekennzeichnet, dass
 die Geschützrohr-Winkelgeschwindigkeiten in α -bzw. in λ -Richtung nach den Gleichungen

$$rate_\alpha = (\alpha_i - \alpha_{i-1}) / to$$

$$rate_\lambda = (\lambda_i - \lambda_{i-1}) / to$$

berechnet werden, wobei

i der aktuelle Takt,
 i-1 der vorhergehende Takt und
 to die Dauer eines Taktes ist.

- 5 6. Verfahren nach Anspruch 2,
dadurch gekennzeichnet, dass
 die den Luftwiderstand des Geschosses berücksichtigende Grösse (q) nach der Beziehung

$$q = (C_{Wn} * \gamma * G_q) / (2 * G_m)$$

berechnet wird, wobei

C_{Wn} einen Koeffizient für den Luftwiderstand,
 15 γ die Luftdichte,
 G_q einen Geschossquerschnitt und
 G_m die Geschossmasse bedeuten .

- 20 7. Verfahren nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet, dass
 die Vorhaltgeschwindigkeit (VOv) aus dem Mittelwert einer Anzahl gemessener Geschossgeschwindigkeiten gebildet wird, die der aktuellen gemessenen Geschossgeschwindigkeit (V_m) unmittelbar vorhergehen.

- 25 8. Verfahren nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet, dass
 die korrigierte Zerlegungszeit (T_z [V_m]) je nach Zeitgültigkeit für die aktuelle laufende Zeit (t) interpoliert bzw. extrapoliert wird.

- 30 9. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach Anspruch 1, mit einem Feuerleitungsrechner (6), der über eine Data-Transmission (17) mit einem Geschützrechner verbunden ist, wobei der Feuerleitungsrechner (6) mindestens eine Vorhalt-Recheneinheit (9) aufweist, und wobei der Geschützrechner mindestens eine Auswerteschaltung (10) für die Ermittlung der Geschossgeschwindigkeit (V_m) und eine Aufdatierungs-Recheneinheit (11) aufweist, die eingangsseitig zwecks Zuführung der Geschossgeschwindigkeit (V_m) mit der Auswerteschaltung (10) in Verbindung steht und ausgangsseitig an einem Programmiereteil (23) einer Messvorrichtung (14) für die Geschossgeschwindigkeit (V_m) angeschlossen ist,
 35 **dadurch gekennzeichnet, dass**

eine Korrektur-Recheneinheit (12) für die Berechnung des Korrekturfaktors (K) vorgesehen ist,
 die Korrektur-Recheneinheit (12) zum Zwecke der Zuführung der der Berechnung zugrunde liegenden Schiesselemente Geschützwinkel (α, λ), Vorhaltgeschwindigkeit (VOv) und Zerlegungs-bzw. Treffzeit (T_z, T_f) eingangsseitig über die Data-Transmission (17) mit der Vorhalt-Recheneinheit (9) verbunden ist,
 40 dass die Aufdatierungs-Recheneinheit (11) zwecks Zuführung der Vorhaltgeschwindigkeit (VOv) und Zerlegungs-bzw. Treffzeit (T_z, T_f) eingangsseitig über die Data-Transmission (17) an der Vorhalt-Recheneinheit (9) angeschlossen ist und zwecks Zuführung des Korrekturfaktors (K) eingangsseitig mit der Korrektur-Recheneinheit (11) in Verbindung steht,
 45 wobei dem Programmiereteil (23) über die ausgangsseitige Verbindung der Aufdatierungs-Recheneinheit (11) die in der Aufdatierungs-Recheneinheit (11) ermittelte korrigierte Zerlegungszeit (T_z(V_m)) zugeführt wird.

50 Claims

1. Method for determining a corrected fragmentation time (T_z(V_m)) for a programmably fragmentable projectile (12) fired from a gun-barrel (13) with a view to maintaining constant a given fragmentation distance (D_z) between a point of fragmentation (P_z) of the projectile (12) and a point of collision (P_f) of the projectile (12) with a target travelling at speed, in which
- 55
- sensor data are measured from which a strike distance (RT) from the gun-barrel (13) to the target is computed,
 - the velocity (V_m) of the fired projectile is measured at the muzzle of the gun-barrel (13), and

- determination of the corrected fragmentation time ($T_z(V_m)$) is based upon at least
 - the said strike distance (RT),
 - the said velocity (V_m) of the projectile (12), and
 - the fragmentation distance (Dz),

characterized in that

- a predicted velocity (VO_v) of the projectile is also determined from the measured sensor data, and
- the corrected fragmentation time ($T_z(V_m)$) is determined from the originally defined fragmentation time (T_z) by the relation

$$T_z(V_m) = T_z + K \times (V_m - VO_v)$$

in which

$T_z(V_m)$ stands for the corrected fragmentation time,

T_z is the originally defined fragmentation time,

K is a correction factor,

V_m is the presently measured muzzle velocity of the projectile and

VO_v is a predicted velocity of the projectile,

where the correction factor (K) is calculated in accordance with the equation

$$K = \frac{-(1 + \delta TG / \delta to) \times TG \times (1 + 0.25 \times q \times (VO_v \times V_n)^{1/2} \times TG)}{(1 + (TG \times (1 + 0.5 \times q \times (VO_v \times V_n)^{1/2} \times TG) \times \omega^2)) \times VO_v}$$

in which

TG stands for a flight time of the projectile,

$\delta TG / \delta to$ is the derivative of the flight time with respect to time,

q is a variable taking account of the projectile's aerodynamic drag,

VO_v is the predicted velocity of the projectile,

V_n is a standard velocity of the ballistics and

ω^2 is a variable relating to the position of the gun-barrel.

2. Method according to Claim 1, characterized in that the calculations are performed repeatedly in timed cycles.

3. Method according to Claim 2, characterized in that the derivative of the flight time (TG) with respect to time is calculated by the equation

$$\delta TG / \delta to = (Tg_i - Tg_{i-1}) / to$$

in which

i is the current cycle,

$i-1$ the preceding cycle and

t_o the duration of a cycle.

4. Method according to Claim 2, characterized in that the variable (ω^2) relating to the position of the gun-barrel (13) is calculated by the relation

$$\omega^2 = (\text{rate}_\alpha \times \cos_\lambda)^2 + (\text{rate}_\lambda)^2$$

where

α stands for a gun azimuth angle,

λ a gun elevation angle,

rate_α a gun-barrel angular velocity in the α direction and

rate_λ a gun-barrel angular velocity in the λ direction.

5. Method according to Claim 4, characterized in that the gun-barrel angular velocities in the α direction and in the λ direction are respectively calculated by the equations

$$\text{rate}_\alpha = (\alpha_i - \alpha_{i-1})/t_o$$

$$\text{rate}_\lambda = (\lambda_i - \lambda_{i-1})/t_o$$

in which

i is the current cycle,

$i-1$ the preceding cycle and

t_o the duration of a cycle.

6. Method according to Claim 2, characterized in that the variable (q) taking the aerodynamic drag of the projectile into account is calculated by the relation

$$q = (C W n \times \gamma \times G q) / (2 \times G m),$$

in which

$C W n$ is an aerodynamic drag coefficient,

γ stands for air density,

$G q$ a projectile cross-section and

$G m$ the mass of the projectile.

7. Method according to Claim 1, characterized in that the predicted velocity ($V O v$) is obtained from the mean value of a number of measured muzzle velocities immediately preceding the presently measured muzzle velocity ($V m$).

8. Method according to Claim 1, characterized in that the corrected fragmentation time ($T z[V m]$) is interpolated or extrapolated according to time validity for the current time (t).

9. Apparatus for carrying out the method according to Claim 1, with a fire direction computer (6) connected via a data-transmission (17) to a gun computer, in which the fire direction computer (6) has at least a prediction unit (9) and the gun computer has at least an evaluation circuit (10) for determining the muzzle velocity (V_m) and an updating unit (11) whose input is connected to the evaluation circuit (10) to feed the muzzle velocity (V_m) and whose output is connected to a programming part (23) of a device (14) for measuring the muzzle velocity (V_m), characterized in that

a correction unit (12) is provided for calculation of the correction factor (K),
the correction unit (12) has its input connected via the data-transmission (17) to the prediction unit (9) for the purpose of feeding the firing data on which the calculation is based viz. gun angles (α , λ), predicted velocity (VO_v), and fragmentation time and/or strike time (T_z , T_f),
the updating unit (11) has its input connected via the data-transmission (17) to the prediction unit (9) for the purpose of feeding the predicted velocity (VO_v) and fragmentation time and/or strike time (T_z , T_f) and has its input connected to the correction unit (11) for the purpose of feeding the correction factor (K),
wherein the corrected fragmentation time ($T_z(V_m)$) determined in the updating unit (11) is fed via the output-connection of the updating unit (11) to the programming part (23).

Revendications

1. Procédé de détermination d'un temps de désintégration corrigé ($T_z(V_m)$) d'un projectile (12) programmable et frangible et tiré d'un canon (13), afin de maintenir constante une distance de désintégration donnée (D_z) entre un point de désintégration (P_z) du projectile (12) et un point d'impact (P_f) du projectile (12) avec une cible présentant une vitesse, où

- des données de détecteur sont mesurées, à partir desquelles on calcule une distance d'impact (RT) du canon (13) à la cible,
- on mesure au niveau de la bouche du canon (13) la vitesse (V_m) du projectile tiré, et
- on utilise pour déterminer le temps de désintégration corrigé ($T_z(V_m)$) au moins
- la distance d'impact nommée (RT)
- la vitesse nommée (V_m) du projectile (12) et
- la distance de désintégration (D_z),

caractérisé en ce que

- à partir des données de détecteur mesurées, on détermine de plus une vitesse de dérivation (VO_v) du projectile, et en ce que
- le temps de désintégration corrigé ($T_z(V_m)$) est déterminé à partir du temps de désintégration originellement défini (T_z) par la relation

$$T_z(V_m) = T_z + K * (V_m - VO_v)$$

dans laquelle

$T_z(V_m)$ Temps de désintégration corrigé
 T_z Temps de désintégration originellement fixé
 K Facteur de correction
 V_m Vitesse du projectile actuellement mesurée au niveau de la bouche et
 VO_v Vitesse de dérivation du projectile

- où le facteur de correction (K) est calculé d'après l'équation

$$K = \frac{-(1 + \delta TG / \delta t_0) * TG * (1 + 0,25 * q * (VO_v * V_n)^{1/2} * TG)}{(1 + (TG * (1 + 0,5 * q * (VO_v * V_n)^{1/2} * TG) * \omega^2)) * VO_v}$$

dans laquelle

TG	Temps de vol du projectile
$\delta TG/\delta to$	Dérivée du temps de vol par rapport au temps,
q	Grandeur tenant compte de la résistance à l'air du projectile,
VOv	Vitesse de dérivation du projectile,
Vn	Vitesse normalisée de la balistique et
ω^2	Grandeur concernant la position du canon.

2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que les calculs sont réalisés de façon répétée par cycle.

3. Procédé selon la revendication 2, caractérisé en ce que la dérivée du temps de vol (TG) en fonction du temps est calculée selon l'équation

$$\delta TG/\delta to = (TG_i - TG_{i-1})/to$$

où

i Cycle actuel
i - 1 Cycle précédent, et
to Durée d'un cycle.

4. Procédé selon la revendication 2, caractérisé en ce que la grandeur (ω^2) concernant la position du canon (13) est calculée d'après la relation

$$\omega^2 = (\text{rate}_\alpha + \cos_\lambda)^2 + (\text{rate}_\lambda)^2$$

où

α Angle de pointage de l'azimut,
 λ Angle de pointage de l'élévation,
 rate_α Vitesse angulaire du canon dans la direction α , et
 rate_λ Vitesse angulaire du canon dans la direction λ .

5. Procédé selon la revendication 4, caractérisé en ce que les vitesses angulaires du canon dans la direction α ou λ sont calculées d'après les équations

$$\text{rate}_\alpha = (\alpha_i - \alpha_{i-1})/to$$

$$\text{rate}_\lambda = (\lambda_i - \lambda_{i-1})/to$$

où

i Cycle actuel
i - 1 Cycle précédent, et
to Durée d'un cycle.

6. Procédé selon la revendication 2, caractérisé en ce que la grandeur (q) tenant compte de la résistance à l'air du projectile est calculée selon la relation

$$q = (CWn * \gamma * Gq)/(2 * Gm)$$

où

CWn Coefficient de la résistance à l'air,
 γ Densité atmosphérique,
 Gq Section du projectile, et
 Gm Masse du projectile.

7. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que la vitesse de dérivation (VOv) est formée à partir de la valeur moyenne d'un nombre de vitesses de projectile mesurées, qui précèdent directement la vitesse du projectile (Vm) actuellement mesurée.

8. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que le temps de désintégration corrigé (Tz[Vm]) est interpolé ou extrapolé en fonction de la validité temporelle au temps en cours (t).

9. Dispositif de réalisation du procédé selon la revendication 1, possédant un ordinateur de la conduite du tir (6), qui est relié à un ordinateur de la pièce de canon par une transmission de données (17), l'ordinateur de la conduite du tir (6) présentant au moins une unité de calcul de dérivation (9), et où l'ordinateur de la pièce du canon présente au moins un circuit d'exploitation (10) permettant de déterminer la vitesse du projectile (Vm) et une unité de calcul de date (11) qui est reliée en entrée au circuit d'exploitation (10) pour transmettre la vitesse du projectile (Vm), et en sortie à un élément de programmation (23) d'un appareil de mesure (14) de la vitesse du projectile, caractérisé en ce qu'il est prévu une unité de calcul de correction (12) pour calculer le facteur de correction (K),

l'unité de calcul de correction (12) étant reliée en entrée par la transmission de données (17) à l'unité de calcul de dérivation (9) à des fins de transmission des éléments balistiques à la base du calcul angle de pointage (α , λ), vitesse de dérivation (VOv) et temps de désintégration ou d'impact (Tz, Tf),

en ce que l'unité de calcul de date (11), à des fins de transmission de la vitesse de dérivation (VOv) et du temps de désintégration ou d'impact (Tz, Tf), est reliée en entrée à l'unité de calcul de dérivation (9) par la transmission de données (17) et à l'unité de calcul de correction (11) en entrée pour transmettre le facteur de correction (K),

le temps de désintégration corrigé (Tz(Vm)) déterminé par l'unité de calcul de date (11) étant transmis à l'élément de programmation (23) par la liaison en sortie de l'unité de calcul de date (11).

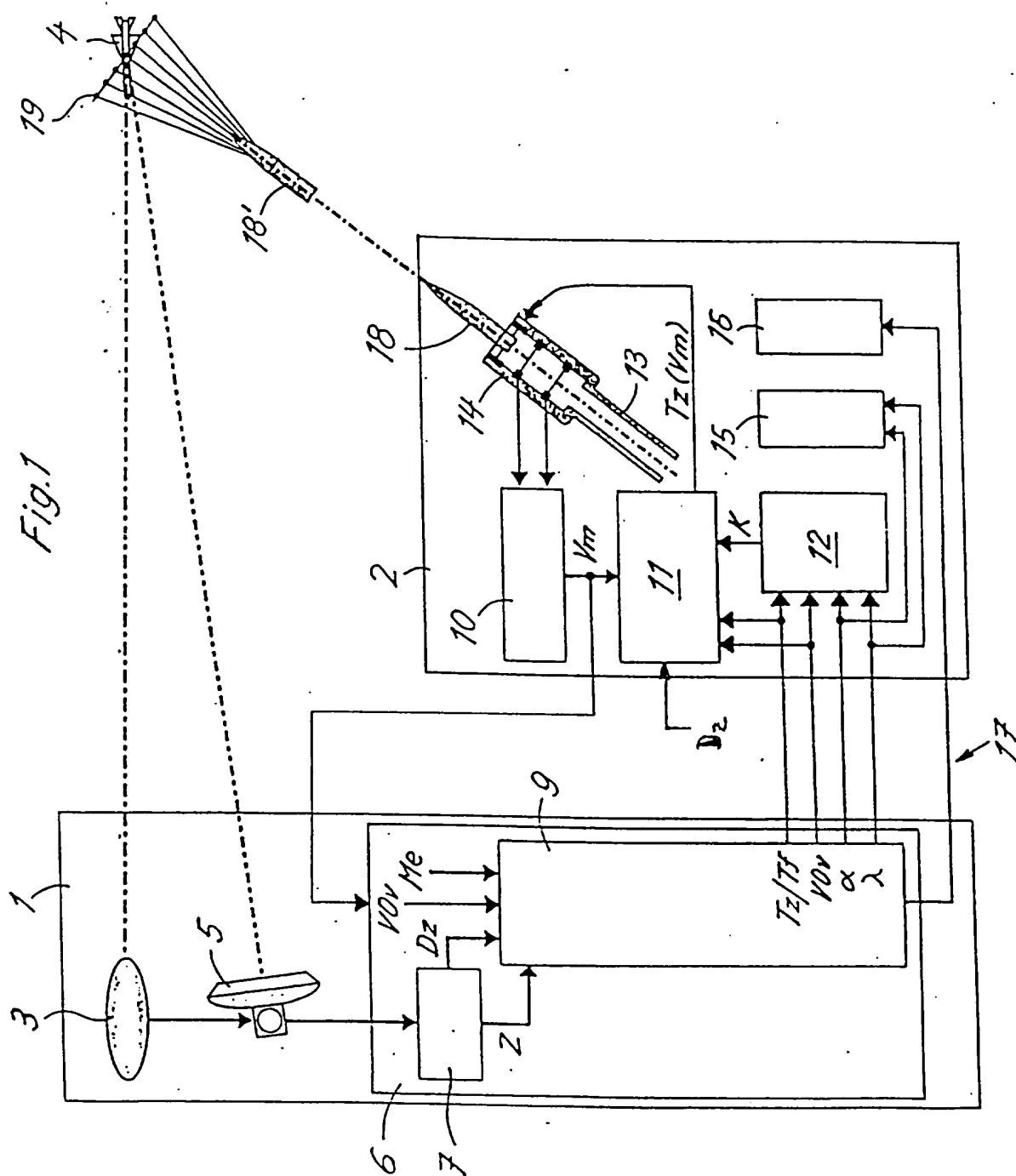


Fig. 2

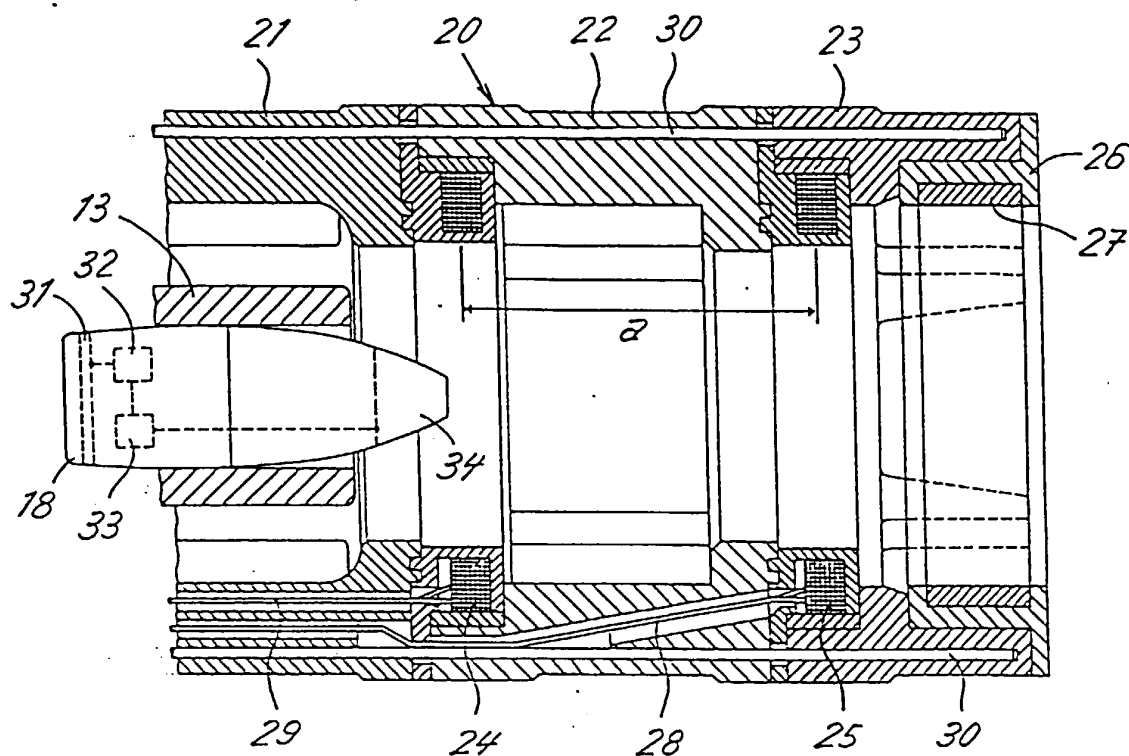


Fig. 3

