



Europäisches Patentamt  
European Patent Office  
Office européen des brevets

Veröffentlichungsnummer :

**0 218 743**  
**B1**

12

## EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

Veröffentlichungstag der Patentschrift :  
17.08.88

Int. Cl.<sup>4</sup> : **F 41 G 3/10, F 41 G 5/14,**  
**F 41 G 5/24**

Anmeldenummer : 85113032.8

Anmeldetag : 14.10.85

Verfahren und Vorrichtung zum kipp- und kantwinkelfreien Richten von indirekt richtbaren Waffen.

Veröffentlichungstag der Anmeldung :  
22.04.87 Patentblatt 87/17

Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung : 17.08.88 Patentblatt 88/33

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

Entgegenhaltungen :  
EP-A- 0 067 108  
EP-A- 0 102 664  
DE-A- 3 332 795  
US-A- 2 902 212  
US-A- 4 166 406

Patentinhaber : LITEF GmbH  
Lörracher Strasse 18  
D-7800 Freiburg/Br. (DE)

Erfinder : Kirst, Bertold, Dipl.-Math.  
Im Kirchenfeld 35  
D-7802 Merzhausen (DE)  
Erfinder : Beyer, Otto, Dr. rer. nat. Dipl.-Phys.  
Berg-Isel-Strasse 16  
D-7800 Freiburg (DE)  
Erfinder : Lipp, Wolfgang, Dipl.-Ing.  
Frankenstrasse 7  
D-7819 Denzlingen (DE)

Vertreter : Patentanwälte TER MEER - MÜLLER -  
STEINMEISTER  
Mauerkircherstrasse 45  
D-8000 München 80 (DE)

**EP 0 218 743 B1**

Anmerkung : Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt 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

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Einrichtung zum kipp- und kantwinkelfreien Richten von indirekt richtbaren Waffen, insbesondere von Artillerieeinsatzmitteln.

Bei der Einstellung von Artillerieeinsatzmitteln auf ein bestimmtes Ziel ist eine Vielzahl von Informationen zu verarbeiten und für die Geschützmannschaft zu beachten. Ein besonderes Problem ist dabei die Einstellung der Position des Geschützes und der Lage des Rohres im dreidimensionalen Raum. Befindet sich nämlich das Geschütz in einer Schrägstellung, so daß die Schildzapfenachse verkantet ist, so ist ein Richten des Rohres nur in einem iterativen Prozeß möglich, da die Bewegung um die verkantete Schildzapfenachse gleichzeitig ein seitliches Schwenken der Waffe bewirkt, so daß eine seitliche Nachrichtung erforderlich ist, die jedoch wieder eine Verschiebung um einen gewissen Höhenwinkel bewirkt.

Die Erfindung ist darauf gerichtet, unabhängig von der Stellung des Trägers einer Waffe ein kipp- und kantwinkelfreies Richten der Waffe zu ermöglichen, so daß eine wesentliche Beschleunigung beim Richten erreicht werden kann und der bisher erforderliche iterative Prozeß bei der Einstellung der Waffe entfällt. Außerdem soll eine wesentlich bessere und übersichtlichere Informationsdarstellung ermöglicht werden.

Das erfindungsgemäße Verfahren zur Darstellung des kipp- und kantwinkelfreien Richtens von indirekt richtbaren Waffen umfaßt die in Anspruch 1 angegebenen Verfahrensschritte.

Eine erfindungsgemäße Vorrichtung zum Kipp- und kantwinkelfreien Richten von indirekt richtbaren Waffen, insbesondere von Artillerieeinsatzmitteln weist die im Patentanspruch 2 aufgeführten Merkmale auf.

Vorteilhafte Ausgestaltungen und Weiterbildungen des Erfindungsgedankens sind in abhängigen Patentansprüchen gekennzeichnet.

Das erfindungsgemäße Verfahren kann Anwendung finden für das indirekte Richten von herkömmlichen Artilleriegeschützen oder Raketenwerfern für ballistische Raketen. Als Lagereferenzsystem kann eine analytische Plattform, insbesondere ein Strapdown-System (im folgenden SD-System) verwendet werden. Das Lagereferenzsystem liefert dabei die Lage der zu richtenden Waffe im dreidimensionalen Raum bezüglich eines erdfesten Koordinatensystems.

Die Darstellung von Soll- und Ist-Lage der Waffe erfolgt vorzugsweise in einer graphischen Darstellung, wobei die Soll-Lage der Waffe durch einen feststehenden kleinen Kreis auf einem Bildschirm und die Ist-Lage durch ein auf dem Bildschirm bewegliches Fadenkreuz in ihrer Lage zueinander dargestellt werden, etwa so, wie man ein Ziel (Kreis) durch ein Zielfernrohr (Fadenkreuz) sehen würde. Der kipp- und kantwinkelfreie Richtvorgang erfolgt erfindungsgemäß so, daß unabhängig von einer Schrägstellung des Richtmechanismus das Fadenkreuz sich nur seitlich verschiebt, wenn die Waffe geschwenkt wird und sich nur in der Höhe bewegt, wenn allein die Waffe erhöht oder gesenkt wird. Dadurch wird der Richtvorgang erheblich vereinfacht und ist schneller durchzuführen, da die Seiten- und Höhenbewegung der Waffe bei der Anzeige entkoppelt sind. Die korrekte Position ist so in beiden Bewegungsachsen direkt und unabhängig voneinander seitenrichtig einstellbar. Dies erbringt gegenüber den bisher üblichen Artillerieeinsatzmitteln mit der üblichen Aufgabenteilung zwischen zwei Richtkanonieren einen wesentlichen Vorteil. Das verkantungsfreie Richten ermöglicht so z. B. das Anrichten des Höhenwinkels bei verkanteter Schildzapfenachse in einem Zug auf den korrekten Wert, und der durch das nachträgliche Seitenrichten bedingte Einfluß auf die Höhe ist bereits kompensiert, so daß eine spätere Korrektur nicht mehr notwendig ist.

Aufgrund der wesentlichen Vereinfachung des Richtvorgangs können sich die Richtkanoniere stärker auf ihre anderen Aufgaben konzentrieren oder der gesamte Richtvorgang kann von nur einem Kanonier durchgeführt werden.

Das erfindungsgemäße Verfahren und die zu seiner Durchführung bestimmte Vorrichtung und Baugruppenanordnung wird nachfolgend unter Bezug auf die Zeichnung in beispielsweise Ausführungsform näher erläutert. Es zeigen :

Fig. 1 den Systemaufbau gemäß der Erfindung, mit dem sich das erwünschte kipp- und kantwinkelfreie Richten einer Waffe durchführen läßt ;

Fig. 2 ein Beispiel für eine Sichtdarstellung des Richtvorgangs auf einem Bildschirm und

Fig. 3 verschiedene Zeigerdiagramme zur Erläuterung der Transformationen bei der laufenden Berechnung der Seiten- und Elevationswinkel der Waffe im Verlauf eines Richtvorgangs.

Für eine klare Darstellung des Verfahrens sind die folgenden Begriffe von Bedeutung :

Ein üblicherweise verwendetes erdfestes Navigations-Koordinatensystem (n-System) zeigt mit der  $x_n$ -Achse nach Norden (Gitter-Nord), mit der  $y_n$ -Achse nach Osten und demgemäß mit der  $z_n$ -Achse nach unten. Die Lage des körperfesten Koordinatensystems (b-System, « body-system ») ist so gewählt, daß die  $x_b y_b$ -Ebene dieses Koordinatensystems senkrecht zur Drehachse für den Seitenrichtantrieb verläuft. Die Lage der  $x_b$ -Achse in dieser Ebene ist im Prinzip frei wählbar, muß aber im Einklang mit dem Lagereferenzsystem getroffen werden. Ist die  $x_b$ -Achse festgelegt, dann zeigt die  $y_b$ -Achse in der  $x_b y_b$ -Ebene bezüglich der  $x_b$ -Achse nach rechts, und die  $z_b$ -Achse fällt mit der Drehachse des Seitenrichtantriebs zusammen, so daß ein Rechtssystem entsteht ( $z_b$ -Achse nach « unten »).

Für das kipp- und kantwinkelfreie Richten stehen die folgenden Größen zur Verfügung :

a) Durch Vorgabe aus der Feuerleitrechnung sind bekannt

$\beta_2$  Teilring (Seitenwinkel der Soll-Position im n-System)

$\alpha_2$  Erhöhung (Elevationswinkel der Soll-Position im n-System)

5 b) Das SD-System liefert :

$\beta_1$  Teilring (Seitenwinkel Ist-Position im n-System)

$\alpha_1$  Erhöhung (Elevationswinkel Ist-Position im n-System)

$\Phi$  Kantwinkel der Waffe (körperfestes Koordinatensystem, b-System gegenüber dem n-System)

$\Theta$  Kippwinkel des b-Systems gegenüber dem n-System

10  $\Psi$  Seitenwinkel des b-Systems gegenüber dem n-System

Für kipp- und kantwinkelfreies Richten werden die folgenden Größen benötigt :

$\beta'_1, \beta'_2$  Seitenwinkel der Waffe jeweils für Ist- und Soll-Position im b-System

$\alpha'_1, \alpha'_2$  Erhöhung der Waffe jeweils für Ist- und Soll-Position im b-System.

15 Eine Transformation vom Navigations- in das körperfeste Koordinatensystem läßt sich mit Hilfe einer Matrix beschreiben :

$$\vec{\gamma}^b = C_n^b \vec{\gamma}^n$$

20 b = körperfestes System  
n = Navigationssystem mit

$$C_n^b = C_x(\Phi) \cdot C_y(\Theta) \cdot C_z(\Psi)$$

25 Dabei bezeichnet der untere Index die Drehachse und der Winkel als Argument den Drehwinkel (z. B.  $C_y(\Theta)$  Drehung um die Y-Achse um den Winkel  $\Theta$ ).

Mit  $\Phi$  Kantwinkel  
 $\Theta$  Kippwinkel  
 $\Psi$  Richtungswinkel } des b-Systems gegenüber dem n-System

30 gilt

$$C_n^b = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & \cos \phi & \sin \phi \\ 0 & -\sin \phi & \cos \phi \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \cos \theta & 0 & -\sin \theta \\ 0 & 1 & 0 \\ \sin \theta & 0 & \cos \theta \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \cos \psi & \sin \psi & 0 \\ -\sin \psi & \cos \psi & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$$

35

$$C_n^b = \begin{pmatrix} \cos \theta \cos \psi & \cos \theta \sin \psi & -\sin \theta \\ -\cos \phi \sin \psi + \sin \phi \sin \theta \cos \psi & \cos \phi \cos \psi + \sin \phi \sin \theta \sin \psi & \sin \phi \cos \theta \\ \sin \phi \sin \psi + \cos \phi \sin \theta \cos \psi & -\sin \phi \cos \psi + \cos \phi \sin \theta \sin \psi & \cos \phi \cos \theta \end{pmatrix} \quad (1)$$

40 Die Rohrrichtung wird im folgenden durch einen Einheitsvektor  $e_i$  ( $i = 1,2$ ) dargestellt mit

$\vec{e}_1^b$  : aktuelle Rohrrichtung (Ist)

$\vec{e}_2^b$  : gewünschte Rohrrichtung (Soll)

45 Ein Index oben rechts bezeichnet das jeweilige Koordinatensystem. Man erhält also :

$$\vec{e}_1^b = C_n^b \vec{e}_1^n \quad \vec{e}_2^b = C_n^b \vec{e}_2^n$$

mit

50

$$\vec{e}_i^n = \begin{pmatrix} \cos \alpha_i \cos \beta_i \\ \cos \alpha_i \sin \beta_i \\ -\sin \alpha_i \end{pmatrix} \quad i = 1,2 \quad (2)$$

55  $\alpha_i$  Erhöhung,  $\beta_i$  Teilring, x-Achse nach Gitter-Nord, z-Achse nach unten (siehe Fig. 3a).  
Im körperfesten Koordinatensystem stellt sich die Rohrrichtung  $\vec{e}_i^b$  dar als :

$$C_n^b \vec{e}_i^n = \begin{pmatrix} c\theta c\psi c\alpha_i c\beta_i + c\theta s\psi c\alpha_i s\beta_i + s\theta s\alpha_i \\ -c\phi s\psi c\alpha_i c\beta_i + s\phi s\theta c\psi c\alpha_i c\beta_i + c\phi c\psi c\alpha_i s\beta_i + s\phi s\theta s\psi c\alpha_i s\beta_i - s\phi c\theta s\alpha_i \\ s\phi s\psi c\alpha_i c\beta_i + c\phi s\theta c\psi c\alpha_i c\beta_i - s\phi c\psi c\alpha_i s\beta_i + c\phi s\theta s\psi c\alpha_i s\beta_i - c\phi c\theta s\alpha_i \end{pmatrix} \quad (3)$$

60

Dabei wurde die Bezeichnungsweise

c  $\triangleq$  cos

s  $\triangleq$  sin

65 verwendet.

Damit ergibt sich einerseits für die Erhöhung im körperfesten System und mit Bezug auf Fig. 3b sowie mit der Länge  $l$  des Einheitsvektors  $\vec{e}^b$

5 
$$l = \sqrt{|\vec{e}^b|^2} = 1$$

die Beziehung :

10 
$$\sin \alpha'_i = \frac{-e_{zi}^b}{l} = -e_{zi}^b$$

Benutzt man die Darstellung von  $\vec{e}_i^b$  nach Gleichung (3), erhält man so :

15 
$$\begin{aligned} \sin \alpha'_i = & - [\sin \phi \sin \psi + \cos \phi \sin \theta \cos \psi] \cos \alpha_i \cos \beta_i + \\ & + [\sin \phi \cos \psi - \cos \phi \sin \theta \sin \psi] \cos \alpha_i \sin \beta_i + \\ & + [\cos \phi \cos \theta] \sin \alpha_i \end{aligned} \quad (4)$$

20 Dabei bezeichnen  $\Phi, \Theta, \Psi$  die Lagewinkel des körperfesten Systems und  $\beta_i, \alpha_i$  Teilring und Erhöhung der Waffe im Navigationskoordinatensystem.

Für den Teilring im körperfesten Koordinatensystem andererseits gilt nach Fig. 3c :

25 
$$\operatorname{tg} \beta'_i = e_{yi}^b / e_{xi}^b \quad (5a)$$

mit

$$\begin{aligned} e_{yi}^b = & [\sin \phi \sin \theta \cos \psi - \cos \phi \sin \psi] \cos \alpha_i \cos \beta_i + \\ & + [\sin \phi \sin \theta \sin \psi + \cos \phi \cos \psi] \cos \alpha_i \sin \beta_i + \\ & - [\sin \phi \cos \theta] \sin \alpha_i \end{aligned} \quad (5b)$$

30 
$$e_{xi}^b = [\cos \theta \cos \psi] \cos \alpha_i \cos \beta_i + [\cos \theta \sin \psi] \cos \alpha_i \sin \beta_i + [\sin \theta] \sin \alpha_i \quad (5c)$$

Die Berechnung von  $\beta'_i$  sollte dabei in einem Rechnerprogramm zweckmäßigerweise mit Hilfe der Funktion Arcustangens in der Weise erfolgen, daß Doppeldeutigkeiten der Arcustangensfunktion ausgeschlossen werden.

35 Bei dem für das Ausführungsbeispiel eingesetzten SD-System wird das körperfeste Koordinatensystem definiert durch  $\Psi = \beta_1$ . Das bedeutet, daß die  $x_b$ -Achse gegen die  $x_n$ -Achse um den Winkel  $\beta_1$  verdreht ist. Mit dieser Festlegung des Referenzkoordinatensystems erhält man nach einfachem Umformen aus den Gleichungen (4) und (5) :

40 
$$\operatorname{tg} \beta'_i = \sin \Phi \operatorname{tg} (\alpha_i - \Theta) \quad (6a)$$

$$\sin \alpha'_i = \cos \Phi \sin (\alpha_i - \Theta) \quad (6b)$$

45 Durch die Beziehung  $\Psi = \beta_1$  lassen sich die obigen Gleichungen für  $\beta'_2$  und  $\alpha'_2$  nicht weiter vereinfachen und bleiben daher in ihrer Form ungeändert erhalten. Ist für einzelne Anwendungen nur ein eingeschränkter Winkelbereich für Lage und Schwenkwinkel zu berücksichtigen, lassen sich in Abhängigkeit von der gewünschten Genauigkeit auch Näherungsformeln für die Berechnung von  $\beta'_1, \beta'_2$  und  $\alpha'_1, \alpha'_2$  verwenden.

Die Anwendung des Verfahrens sei an einem Beispiel dargestellt :

50 Die Ist-Position des Rohres, dargestellt durch Richtungswinkel  $\beta_1$  und Erhöhung  $\alpha_1$  im erdfesten Koordinatensystem (n-System) und die Lagewinkel  $\Phi, \Theta, \Psi = \beta_1$  des körperfesten Koordinatensystems (b-System) werden von einer analytischen Plattform geliefert. Die Soll-Position des Rohres wird nun zum Beispiel in einem Feuerkommando durch Teilring  $\beta_2$  und Erhöhung  $\alpha_2$  vorgegeben. Die entsprechenden Seitenwinkel  $\beta'_1$  und  $\beta'_2$  und die Erhöhungswinkel  $\alpha'_1$  und  $\alpha'_2$  im b-Koordinatensystem sind jetzt gemäß Gleichung (4), (5) und (6) laufend zu berechnen, da sich beim Schwenken des Turmes oder eines anderen

55 relativ zum Chassis des Trägersystems bewegbaren Waffenhalters das b-Koordinatensystem gegen das erdfeste Koordinatensystem (n-System) bewegt. Nur die Winkel  $\beta_2$  und  $\alpha_2$  bleiben während des gesamten Schwenkvorgangs ungeändert.

Die Größen  $(\beta'_2 - \beta'_1)$  als Seitenwinkeldifferenz und  $(\alpha'_2 - \alpha'_1)$  als Erhöhungswinkeldifferenz jeweils im b-Koordinatensystem werden graphisch auf dem Bildschirm des Anzeigegerätes nach Fig. 2 zur Anzeige gebracht. Um gleichzeitig eine übersichtliche und genaue Darstellung zu erhalten, wird dabei ein logarithmischer Maßstab in beiden Achsen verwendet. Eine alternative Möglichkeit zur genauen Sichtdarstellung kann in einer umschaltbaren Auflösung bestehen, derart, daß bei einer ersten Skaleneinblendung eine Grobeinstellung vorgenommen werden kann. Bei einer durch Druck auf eine

65 Taste umschaltbaren Einblendung einer Skala mit gedehnter Rasterteilung (Lupe) wird dann die

Feinrichtung der Waffe vorgenommen. Dadurch kann zum einen ein großer Winkelbereich angezeigt werden und zum anderen nimmt die Auflösung bei kleinen Winkeldifferenzen stark zu. Zur zusätzlichen Kontrolle werden Soll- und Ist-Position bezüglich des erdfesten Koordinatensystems numerisch angezeigt.

5 Die erforderliche Rechenkapazität und die Schnittstelle zur analytischen Plattform sind im mikroprozessorgesteuerten Anzeigegerät integriert. Das Gerät wird daher vorteilhaft in Digitaltechnik aufgebaut. Die den Richtvorgang bestimmenden Winkel ( $\beta_2' - \beta_1'$ ) und ( $\alpha_2' - \alpha_1'$ ) werden graphisch dargestellt, wie sich aus der Abbildung der Fig. 2 ersehen läßt.

10 Der durch Bezugshinweis 10 markierte kleine Kreis zeigt dabei die Soll-Position an und das bewegliche Fadenkreuz 11 die Ist-Position. Zur besseren Übersichtlichkeit werden die Winkeldifferenzen von Soll- und Ist-Position im b-System auf einer logarithmischen Skala dargestellt.

Zur Kontrolle können die Winkel von Soll- und Ist-Position im n-System auch zusätzlich numerisch dargestellt werden. Ein weiterer Hinweis wird am unteren Bildschirmrand gegeben, beispielsweise durch das Wort « RICHTEN », das solange blinkt, bis die Winkeldifferenz aus Soll- und Ist-Position eine  
15 vorgegebene Schwelle eines Toleranzbereichs unterschreitet.

Das Blockschaltbild der Fig. 1 verdeutlicht den prinzipiellen Aufbau der erfindungsgemäßen Vorrichtung :

Das Lagereferenzsystem 1 (Strapdown-System) liefert die Ist-Werte für das erdfeste Koordinatensystem (n-System), nämlich die Winkelwerte  $\beta_1$ ,  $\alpha_1$ ,  $\Phi$ ,  $\Theta$  und  $\Psi$ . Die Sollwerte für den Richtvorgang werden durch die Feuerleitrechnung (Ballistikrechnung) 2 vorgegeben als Seitenwinkel  $\beta_2$  im n-System und Elevationswinkel  $\alpha_2$  im n-System. In zwei getrennten Transformationen 3, 4 werden für die Seitenwinkel  $\beta_1'$ ,  $\beta_2'$  der Waffe jeweils für die Ist- bzw. Soll-Position im b-System und der Elevationswinkel  $\alpha_1'$ ,  $\alpha_2'$  der Waffe ebenfalls jeweils für Ist- und Soll-Position im b-System gemäß den oben angegebenen Gleichungen errechnet. Aus der Differenzbildung 5 erhält man dann die gewünschten Differenzwinkel ( $\beta_2' - \beta_1'$ ) und ( $\alpha_2' - \alpha_1'$ ), die einerseits auf dem Bildschirm 6 in der oben unter Bezug auf die Fig. 2 erläuterten Weise  
25 angezeigt werden bzw. an Schnittstellen 7 für die Richtantriebe der Waffe gegeben werden.

### Patentansprüche

30

1. Verfahren zum kipp- und kantwinkel-freien Richten einer indirekt richtbaren auf einem Träger gelagerten Waffe, insbesondere von Artillerieeinsatzmitteln, gekennzeichnet durch folgende Verfahrensschritte :

35 — Vorgabe und Speicherung des Seiten- und des Elevationswinkels ( $\beta_2$ ,  $\alpha_2$ ) der Soll-Position der Waffe, bezogen auf ein erdfestes Navigations-Koordinatensystem ;

— Ermittlung und Speicherung des Seiten- und des Elevationswinkels ( $\beta_1$ ,  $\alpha_1$ ) der Ist-Position der Waffe im erdfesten Navigations-Koordinatensystem ;

— Bestimmung und Speicherung des Kant-, Kipp- und des Seitenwinkels, ( $\Phi$ ,  $\Theta$ ,  $\Psi$ ) eines trägerfesten Koordinatensystems gegenüber dem erdfesten Navigations-Koordinatensystem ;

40 — laufende Berechnung der Seiten- und Elevationswinkel ( $\beta_1'$ ,  $\beta_2'$  bzw.  $\alpha_1'$ ,  $\alpha_2'$ ) der Waffe jeweils für die Ist- und die Soll-Position im trägerfesten Koordinatensystem auf der Grundlage des ermittelten Kant-, Kipp- und Seitenwinkels ; und

— laufende getrennte Bestimmung der Differenzen zwischen der Soll- und Ist-Position der Seitenwinkel ( $\beta_2' - \beta_1'$ ) einerseits und der Elevationswinkel ( $\alpha_2' - \alpha_1'$ ) andererseits jeweils im trägerfesten  
45 Koordinatensystem ;

— Sichtdarstellung der Soll- und Ist-Position der Waffe auf einem Bildschirm (6) sowie

— Ausgabe der Winkeldifferenzwerte zur Steuerung der Richtantriebe der Waffe.

2. Vorrichtung zum kipp- und kantwinkelfreien Richten einer indirekt richtbaren, auf einem Trägergerät gelagerten und an einen Feuerleitreechner angeschlossenen Waffe, insbesondere von  
50 Artillerieeinsatzmitteln, gekennzeichnet durch

— ein im Gebrauch an einer höhenrichtbaren Masse der Waffe befestigtes Lagereferenzsystem (1) ;

— ein mit Bildschirm (6) und einer Recheneinheit (3, 4, 5) versehenes und mit dem Lagereferenzsystem (1) verbundenes Signalverarbeitungsgerät, das die vom Feuerleitreechner (2) gelieferten Werte der Soll-Positionen des Seiten- und des Elevationswinkels ( $\beta_2$ ,  $\alpha_2$ ) der Waffe in einem n-System genannten erdfesten Koordinatensystem speichert und mit Hilfe von fünf vom Lagereferenzsystem gelieferten, die Ist-Position der Waffe angegebenden Größen, nämlich

— des Seitenwinkels ( $\beta_1$ ) der Ist-Position der Waffe im n-System,

— des Elevationswinkels ( $\alpha_1$ ) der Ist-Position der Waffe im n-System,

60 — des Kantwinkels ( $\Phi$ ) eines b-System genannten trägerfesten Koordinatensystems gegenüber dem n-System,

— des Kippwinkels ( $\Theta$ ) des b-Systems gegenüber dem n-System und

— des Seitenwinkels ( $\Psi$ ) des b-Systems gegenüber dem n-System

zwei den Richtvorgang bestimmende, voneinander entkoppelte Winkeldifferenzwerte für die momentane Seitenwinkeldifferenz ( $\beta_2' - \beta_1'$ ) und die momentane Elevationswinkeldifferenz ( $\alpha_2' - \alpha_1'$ ) zwischen Soll- und  
65

Ist-Position im trägerfesten Koordinatensystem liefert und durch

— von den Winkeldifferenzwerten beaufschlagte Mittel zur getrennten Sichtdarstellung der Ist-Position und der Soll-Position der Waffe auf dem Bildschirm (6) sowie mit

— Schnittstellen (7) zur Steuerung der Richtantriebe der Waffe mittels der Winkeldifferenzwerte.

5 3. Vorrichtung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß das Signalverarbeitungsgerät Mittel zur Einblendung einer zweiachsigen Skala mit logarithmischer Skalenteilung auf dem Bildschirm (6) aufweist, und daß die Soll- und die Ist-Position der Waffe durch unterschiedliche Sichtelemente wie Kreis (10) und Fadenkreuz (11) darstellbar sind.

10 4. Vorrichtung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß das Signalverarbeitungsgerät Mittel zur Einblendung einer zweiachsigen Skala mit umschaltbarer Auflösung für Grob- und Feinrichtung (Lupe) aufweist, und daß die Soll- und die Ist-Position der Waffe durch unterschiedliche Sichtelemente wie Kreis (10) und Fadenkreuz (11) darstellbar sind.

15 5. Vorrichtung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Soll- und die Ist-Position der Waffe getrennt nach Seite und Elevation durch unterschiedliche Markierungselemente deutlich unterscheidbar auf dem Bildschirm (6) darstellbar sind.

6. Vorrichtung nach Anspruch 2, gekennzeichnet durch Mittel zur Einblendung einer Hinweisanzeige (RICHTEN) auf dem Bildschirm (6), solange die Soll- und die Ist-Position der Waffe in wenigstens einer Achse noch um mehr als einen vorgegebenen Toleranzbereich auseinanderliegen.

20

### Claims

1. Method for the aiming — free from tipping and tilting angle — of an indirectly aimable weapon mounted on a support, in particular of artillery equipment, characterized by the following method steps :

25 — specification and storage of the bearing and of the angle of elevation ( $\beta_2, \alpha_2$ ) of the theoretical position of the weapon, related to a navigation coordinate system fixed in relation to the earth ;

— determination and storage of the bearing and of the angle of elevation ( $\beta_1, \alpha_1$ ) of the actual position of the weapon in the navigation coordinate system fixed in relation to the earth ;

30 — determination and storage of the tilting angle, the tipping angle and the bearing ( $\Phi, \Theta, \Psi$ ) of a coordinate system fixed in relation to the support, relative to the navigation coordinate system fixed in relation to the earth ;

— continuous computation of the bearing and of the angle of elevation ( $\beta_1', \beta_2'$  and  $\alpha_1', \alpha_2'$  respectively) of the weapon in each instance for the actual and the theoretical position in the coordinate system fixed in relation to the support, based on the tilting angle, the tipping angle and the bearing determined ; and

35 — continuous separate determination of the differences between the theoretical and actual position, of the bearings ( $\beta_2' - \beta_1'$ ) on the one hand and of the angles of elevation ( $\alpha_2' - \alpha_1'$ ) on the other hand, in each instance in the coordinate system fixed in relation to the support ;

40 — visual presentation of the theoretical and the actual position of the weapon on a screen (6), and — output of the angle difference values for the control of the drives for aiming the weapon.

2. Device for the aiming — free from tipping and tilting angle — of an indirectly aimable weapon which is mounted on a supporting system and connected to a fire control computer, in particular of artillery equipment, characterized by

45 — a position reference system (1) secured when in use at a mass — the elevation of which can be set — of the weapon ;

— a signal processing device, which is provided with screen (6) and a computing unit (3, 4, 5) and which is connected to the position reference system (1) and which stores the values, supplied by the fire control computer (2), of the theoretical positions of the bearing and angle of elevation ( $\beta_2, \alpha_2$ ) of the weapon in a coordinate system, called n system, fixed in relation to the earth and, with the aid of five quantities supplied by the position-reference system and indicating the actual position of the weapon, namely

50 — the bearing ( $\beta_1$ ) of the actual position of the weapon in the n system, — the angle of elevation ( $\alpha_1$ ) of the actual position of the weapon in the n system, — the tilting angle ( $\Phi$ ) in a coordinate system, called b system, fixed in relation to the support

55 system, relative to the n system, — the tipping angle ( $\Theta$ ) of the b system relative to the n system, and — the bearing ( $\Psi$ ) of the b system relative to the n system

supplies two angle difference values, which determine the aiming procedure and which are decoupled from one another, for the momentary bearing difference ( $\beta_2' - \beta_1'$ ) and the momentary difference in angle of elevation ( $\alpha_2' - \alpha_1'$ ) between the theoretical and the actual position in the coordinate system fixed in relation to the support, and by

60 — means for the separate visual presentation of the actual position and of the theoretical position of the weapon on the screen (6) which are supplied with the angle difference values and with

65 — interfaces (7) for the control of the aiming drives of the weapon using the angle difference values.

3. Device according to Claim 2, characterized in that the signal processing device exhibits means for the setting of a two-axis scale with logarithmic scale graduation on the screen (6), and in that the theoretical and the actual position of the weapon can be represented by differing visual elements such as a circle (10) and a cross-hair (11).
- 5 4. Device according to Claim 2, characterized in that the signal processing device exhibits means for the setting of a two-axis scale with selectable resolution for coarse and fine aiming (magnifier), and in that the theoretical and the actual position of the weapon can be represented by differing visual elements such as a circle (10) and a cross-hair (11).
- 10 5. Device according to Claim 2, characterized in that the theoretical and the actual position of the weapon, split into lateral position and elevation, can be represented on the screen (6) in such a manner as to be clearly distinguishable by differing marking elements.
6. Device according to Claim 2, characterized by means for the setting of an instruction display (AIM) on the screen (6), during such time as the theoretical and the actual position of the weapon in relation to at least one axis are still separated by more than a specified tolerance range.

15

### Revendications

1. Procédé pour orienter librement les angles de dévers et d'inclinaison d'une arme à pointage indirect montée sur un porteur, en particulier de moyens de mise en œuvre d'artillerie, caractérisé en ce qu'il comprend les étapes suivantes :
- 20 — Prédétermination et mémorisation de l'angle azimutal et de l'angle de hausse ( $\beta_2, \alpha_2$ ) de la position théorique de l'arme, rapportés à un système de coordonnées de navigation terrestre ;
- Détermination et mémorisation de l'angle azimutal et de l'angle de hausse ( $\beta_1, \alpha_1$ ) de la position effective de l'arme dans le système de coordonnées de navigation terrestre ;
- 25 — Détermination et mémorisation des angles d'inclinaison, de dévers et azimutal ( $\Phi, \Theta, \Psi$ ) d'un système de coordonnées lié au porteur par rapport au système de coordonnées de navigation terrestre ;
- Calcul permanent des angles azimutaux et de hausse ( $\beta_1', \beta_2'$  et respectivement  $\alpha_1', \alpha_2'$ ) de l'arme pour chacune des positions effective et théorique dans le système de coordonnées lié au porteur, sur la base des angles d'inclinaison, de dévers et azimutal déterminés ; et
- 30 — Détermination permanente séparée des différences entre les positions effective et théorique des angles azimutaux ( $\beta_2' - \beta_1'$ ) d'une part et des angles de hausse ( $\alpha_1' - \alpha_2'$ ) d'autre part, à savoir respectivement dans le système de coordonnées lié au porteur ;
- Visualisation des positions effective et théorique de l'arme sur un écran (6) ainsi que
- 35 — Sortie des valeurs différentielles des angles pour la commande des mécanismes de pointage de l'arme.
2. Dispositif pour orienter librement les angles de dévers et d'inclinaison d'armes à pointage indirect montées sur un appareil porteur et raccordées à un calculateur de conduite de tir, caractérisé en ce qu'il comprend
- 40 — un système de référence de position (1) fixé en service sur une masse de l'arme pouvant être pointée en hauteur ;
- un appareil de traitement des signaux muni d'un écran (6) et d'une unité de calcul (3, 4, 5) et relié au système de référence de position (1) qui mémorise dans un système de coordonnées terrestre appelé système n les valeurs des positions théoriques des angles d'azimut et de hausse ( $\beta_2, \alpha_2$ ) de l'arme et, à l'aide de cinq grandeurs fournies par le système de référence de position et indiquant la position effective de l'arme, à savoir
- 45 — de l'angle azimutal ( $\beta_1$ ) de la position effective de l'arme dans le système n,
- de l'angle de hausse ( $\alpha_1$ ) de la position effective de l'arme dans le système n,
- de l'angle de dévers ( $\Phi$ ) d'un système de coordonnées lié au porteur et appelé système b par rapport au système n,
- 50 — de l'angle d'inclinaison ( $\Theta$ ) du système b par rapport au système n, et
- de l'angle azimutal ( $\Psi$ ) du système b par rapport au système n,
- délivre deux valeurs de différence d'angles déterminant l'opération de pointage et découplées l'une de l'autre pour la différence momentanée des angles azimutaux ( $\beta_2' - \beta_1'$ ) et la différence momentanée des angles de hausse ( $\alpha_2' - \alpha_1'$ ) entre les positions théorique et effective dans le système de coordonnées lié au porteur, et
- 55 — des moyens de réception des valeurs de différence d'angles destinés à la visualisation séparée de la position effective et de la position théorique de l'arme sur l'écran (6), ainsi que
- des interfaces (7) pour la commande des mécanismes de pointage de l'arme au moyen des valeurs de différence d'angles.
- 60 3. Dispositif selon la revendication 2, caractérisé en ce que l'appareil de traitement des signaux comprend des moyens pour l'affichage à l'écran (6) d'une échelle à deux axes et à division logarithmique, et que la position théorique ainsi que la position effective de l'arme peuvent être représentées par des éléments de visualisation différents tels que le cercle (10) et le réticule (11).
- 65 4. Dispositif selon la revendication 2, caractérisé en ce que l'appareil de traitement des signaux

## 0 218 743

comprend des moyens pour l'affichage d'une échelle à deux axes avec une résolution commutable pour le pointage approximatif et précis (loupe), et que la position effective ainsi que la position théorique de l'arme peuvent être représentées par des éléments de visualisation différents tels que le cercle (10) et le réticule (11).

5 5. Dispositif selon la revendication 2, caractérisé en ce que les positions effective et théorique de l'arme peuvent être représentées sur l'écran (6), séparées en azimut et en élévation et nettement différenciées par des éléments de marquage différents.

10 6. Dispositif selon la revendication 2, caractérisé en ce qu'il comprend des moyens pour l'affichage à l'écran (6) d'une indication (POINTAGE) aussi longtemps que les positions théorique et effective de l'arme présentent encore, dans au moins un axe, un écart supérieur au domaine de tolérance prédéterminé.

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65



FIG. 1

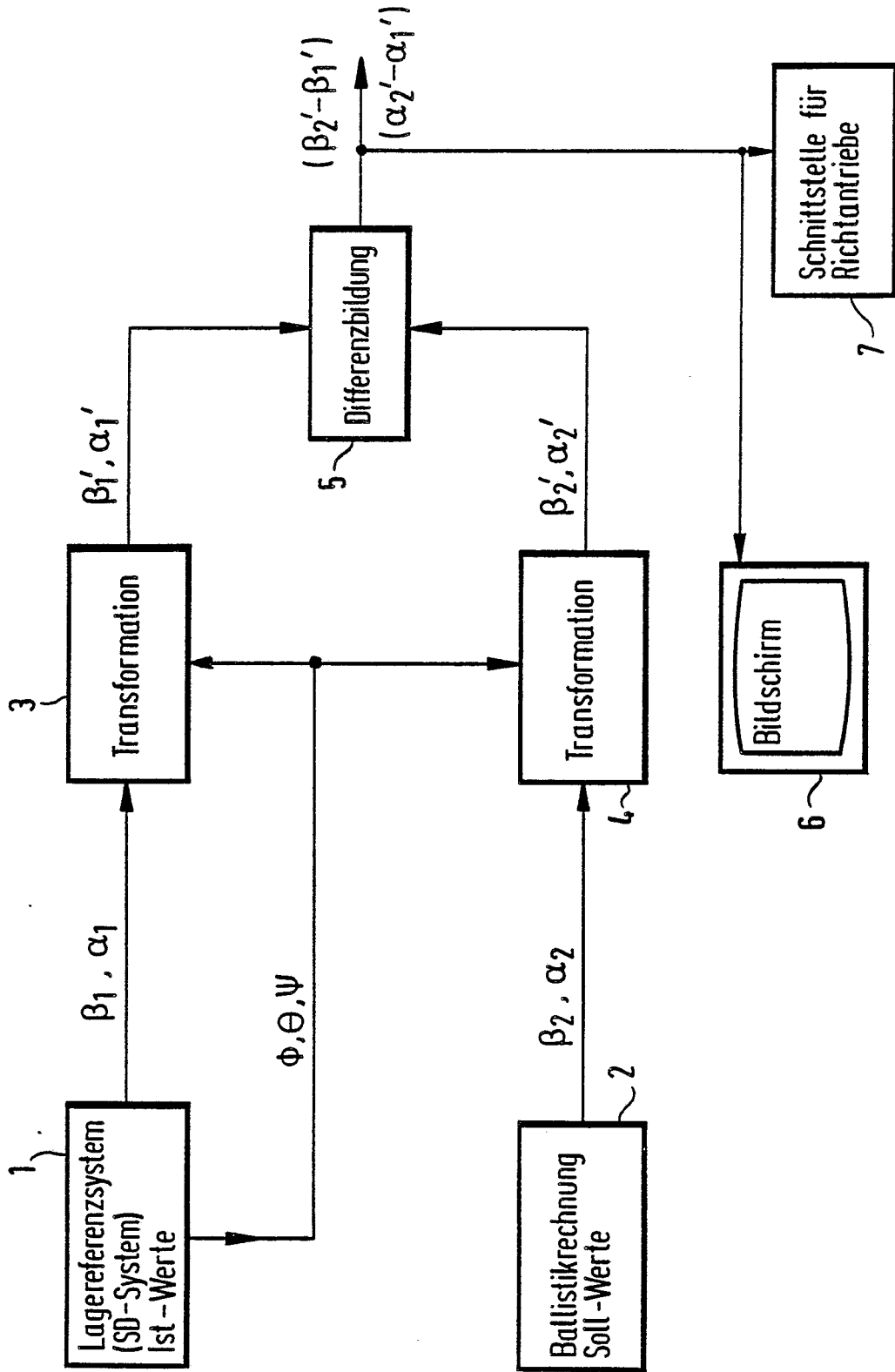


FIG. 2

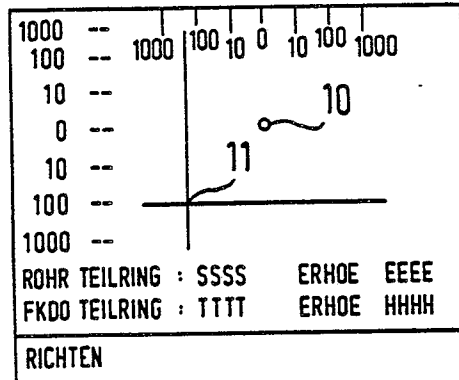


FIG. 3a

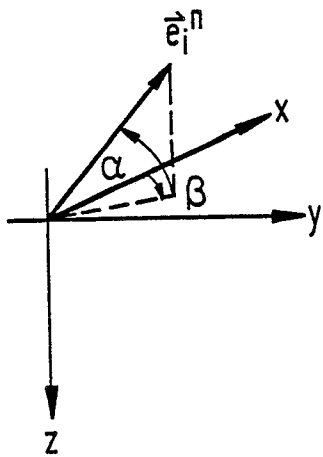


FIG. 3b

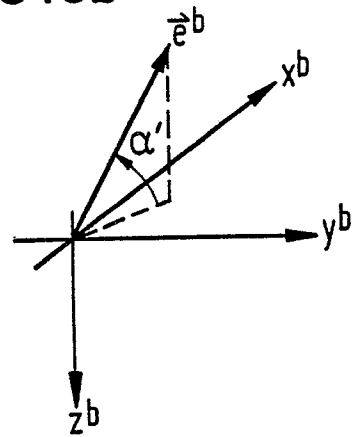


FIG. 3c

