



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
18.01.2012 Patentblatt 2012/03

(51) Int Cl.:
F42B 35/00^(2006.01) F42C 21/00^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **11005698.3**

(22) Anmeldetag: **13.07.2011**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR
Benannte Erstreckungsstaaten:
BA ME

(30) Priorität: **15.07.2010 DE 102010027188**
16.08.2010 DE 102010034464

(71) Anmelder: **TDW Gesellschaft für verteidigungstechnische Wirksysteme mbH**
86529 Schrobenhausen (DE)

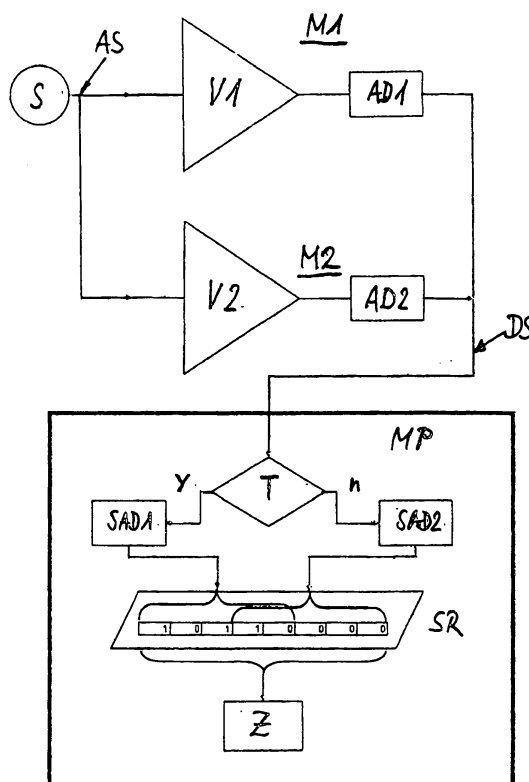
(72) Erfinder:
• **Ackermann, Hans-Dieter**
86529 Schrobenhausen (DE)
• **Becker, Frank**
81245 München (DE)
• **Seitz, Andreas**
86529 Schrobenhausen (DE)

(74) Vertreter: **Avenhaus, Beate**
EADS Deutschland GmbH
Patentabteilung
81663 München (DE)

(54) **Messverfahren für einen Penetratorzünder**

(57) Das vorgeschlagene Messverfahren für Linear- und Rotationsbeschleunigungssensoren liefert bei niedrigen Beschleunigungswerten eine sehr viel stärkere Auflösung als bei hohen Beschleunigungen. Somit können lang andauernde Penetrationsphasen erheblich genauer aufgelöst werden. Falls gleichzeitig Sensorfehler kompensiert werden können minimale Geschwindigkeitsänderungen detektiert und daraus die Position des Penetratorzünders im Ziel sehr genau bestimmt werden.

Fig. 1



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Messverfahren für einen Penetratorzünder mit wenigstens einem Sensor zur Detektion von Verzögerungen während der Zielpenetration und einer Zündelektronik zur Auswertung der Sensorsignale und Erzeugung eines Zündsignals in Abhängigkeit von der Abfolge und Art der Sensorsignale, wobei der Zünder Teil eines Penetrators ist, welcher von einem Waffenträger in die Nähe eines Ziels verbracht wird.

[0002] Für die Zündung von penetrierenden Gefechtsköpfen ist es sinnvoll, den geeigneten Ort für die Initiierung der Sprengladung mittels Echtzeit-Auswertung der Verzögerungen während der Zielpenetration zu bestimmen. Diese Verzögerung kann in Abhängigkeit von den Eigenschaften des Zielmaterials stark variieren. Es können bei weichen Zielmaterialien, wie beispielsweise Erde oder Sand, oder bei Freiflugphasen innerhalb des Ziels zeitlich relativ lange Penetrationsphasen mit niedrigen Beschleunigungswerten auftreten. Andererseits sind bei sehr harten Zielen, wie beispielsweise Beton oder Fels, die nur kurzzeitig auftretenden Beschleunigungswerte sehr hoch.

[0003] Aus der EP 0 961 099 A2 ist eine Zündeinrichtung für Penetratoren bekannt geworden, welche axiale Beschleunigungsaufnehmer aufweist, deren Signale bei der Bewertung mit Schwellen verglichen werden, bei deren Überschreitung Ausgangssignale erzeugt werden. Dies erfolgt in fortlaufend sich wiederholenden Messzyklen. Die Bewertung der Signale erfolgt durch logische Verknüpfung zeit- und ereignisbezogen um daraus letztlich ein Zündsignal zu gewinnen. Es wird jedoch in dieser Druckschrift kein Hinweis darauf gegeben wie die Genauigkeit im Fall stark variierender Zieleigenschaften so weit gesteigert werden kann, dass eine exakte Geschwindigkeits- und Positionsbestimmung während der Penetration möglich ist.

[0004] Es ist deshalb Aufgabe der Erfindung Beschleunigungssignale der Sensoren eines Penetratorzünders unabhängig von deren Amplitude sehr exakt zu erfassen.

[0005] Diese Aufgabe wird entsprechend der Erfindung dadurch gelöst, dass die Verarbeitung der vom Sensor abgegebenen Signale in der Zündelektronik in wenigstens zwei Messbereichen erfolgt, deren Auflösung sich wenigstens um einen Faktor $m = 2$ oder um einen Faktor 2^n (n ist eine natürliche Zahl) unterscheidet, wobei aufgrund der ermittelten Amplitude der Signale bestimmt wird, welcher Messbereich jeweils zur weiteren Bewertung der Signale und für die Erzeugung eines Zündsignals genutzt wird.

[0006] Damit ist es möglich, kleine Beschleunigungen sehr viel genauer aufzulösen als große. Durch die Zuweisung des Signals zu einem der Messbereiche, der genau diesen Amplitudenbereich optimal aufzulösen vermag, erhöht sich die Genauigkeit der Signalebewertung erheblich. Die wertmäßigen Quantisierungsstufen sind somit nicht gleich groß. Man wählt für kleine Be-

schleunigungen enger beieinander liegende Quantisierungsstufen als bei großen Beschleunigungen. Aufgrund dieser Art der Abtastung könne für die weitere Signalverarbeitung Standard-A/D-Wandler mit begrenzter Auflösung verwendet werden. Dennoch wird eine hohe Auflösung für die Geschwindigkeits- und Positionsbestimmung erreicht.

[0007] Weiterhin wird vorgeschlagen, dass die Verstärkung der Messsignale in den einzelnen Messbereichen in Abhängigkeit von der festgestellten Amplitude des Messsignals erfolgt. Somit erhält man im Messbereich für kleine Beschleunigungswerte deutlich besser aufgelöste Messwerte. Da sich Fehler besonders stark aufsummieren, wenn ungenaue Signale über längere Zeit auftreten, stellt dies eine Lösung zur Vermeidung der Driftproblematik dar, weil bei der Anwendung in Penetratoren über längere Zeiten auch nur kleine Beschleunigungen auftreten können.

[0008] Eine Weiterbildung der Erfindung besteht darin, dass der Unterschied der Verstärkung in benachbarten Messbereichen nicht linear verläuft. Gerade durch die Wahl einer progressiven Zunahme der Verstärkung zwischen benachbarten Messbereichen wird die Bewertung eines Sensorsignals erleichtert und die Genauigkeit erhöht.

[0009] Eine vorteilhafte Variante der Erfindung besteht darin, dass die vom Sensor abgegebenen analogen Signale in der Zündelektronik einem Verstärker mit degressiver Kennlinie zugeleitet werden, dessen digitalisiertes Ausgangssignal zur Erzeugung eines Zündsignals weiterverarbeitet wird. Hierbei kann der schaltungstechnische Aufwand dadurch verringert werden, dass ein Verstärker mit degressiver Kennlinie es ermöglicht, zeitnah Signale mit unterschiedlichsten Amplituden zu verarbeiten. Die Geschwindigkeits- und Positionsberechnung für den Penetratorzünder findet auf die gleiche Weise wie oben beschrieben statt.

[0010] Zwei der möglichen Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in den Figuren der Zeichnung schematisch vereinfacht dargestellt und werden im Folgenden näher beschrieben. Es zeigen:

Fig. 1: eine Signalverarbeitungsschaltung mit paralleler Signalverarbeitung,

Fig. 2: eine einkanalige Signaldatenverarbeitung.

[0011] Entsprechend dem Ausführungsbeispiel aus Figur 1 wird das Ausgangssignal AS des Beschleunigungssensors S) parallel über zwei Verstärker V1, V2 und denen nachgeschaltete Analog/Digital-Wandler (kurz: A/D-Wandler) (AD1, AD2) geleitet. Letztere dienen der digitalen Abtastung der Sensorsignale. Es stehen dann unterschiedlich stark aufgelöste digitale Ausgangswerte ein und desselben analogen Sensorsignals zur Verfügung. Damit ergeben sich Bereiche unterschiedlicher Auflösung. Die Auflösung innerhalb eines Bereichs ist jedoch konstant. Übersteigt T das Signal DS den

Messbereich eines höher verstärkenden A/D-Wandlers AD2, so wird das Signal des A/D-Wandlers mit der nächst niedrigeren Verstärkung verwendet. Die so digitalisierten Werte werden zu einem Ergebnis SR mit maximaler Auflösung zusammengeführt. Die wertmäßigen Quantisierungsstufen dieser neuen Werte sind höchstens so groß wie diejenigen der A/D-Wandlung mit größter Verstärkung.

[0012] Es hat sich als günstig herausgestellt die Verstärkungen so zu wählen, dass sie sich untereinander um mindestens den Faktor $m=2$ unterscheiden. Vorteilhaft sind Werte von m mit dem Faktor 2^n (n ist dabei eine natürliche Zahl größer als 0) unterscheiden. Dann ist es nämlich im Binärsystem möglich, die einzelnen Digitalwerte ohne weiteren Rechenaufwand und somit ohne Prozessorauslastung durch eine Bitverschiebung in eine einzige serielle Wertenotation SR mit erhöhter Auflösung zusammenzuführen.

[0013] Diese gekoppelte Wertenotation SR ist im unteren Teil der Figur 1 dargestellt und steht im Lauf der weiteren Datenverarbeitung in den Zündalgorithmen wie beispielsweise Integration und Schichtenerkennung zur Verfügung. Die benötigten unterschiedlichen Verstärkungen werden hier durch die zwei dargestellten, parallel betriebenen Verstärker V1, V2 erzielt. Natürlich ist es als Variante auch möglich das bereits vorverstärkte Signal des Verstärkers über einen weiteren Verstärker zum A/D-Wandler zu führen.

[0014] Ein weiteres Beispiel für eine adaptive Signalverarbeitung ist in der Figur 2 dargestellt. Die analogen Sensorsignale S werde hier über einen Verstärker VD mit einer nichtlinearen degressiven Kennlinie geführt. Das Übertragungsverhalten dieser Verstärkung ist im Unterschied zum Ausführungsbeispiel nach Figur 1 nicht sprunghaft sondern ändert sich stetig in Abhängigkeit von der Amplitude des Sensorsignals S. Es genügt bei dieser Ausführungsform ein einziger A/D-Wandler AD. Die Weiterverarbeitung der digitalen Signale ist jedoch aufwändiger als beim Beispiel nach Figur 1, da die vom A/D-Wandler erfassten Digitalwerte niedriger Auflösung erst wieder entsprechend der Verstärkerkennlinie in digitale Werte umgerechnet werden müssen, die wertmäßig den Sensorsignalen entsprechen. Diese Werte haben dann aber ebenfalls eine höhere Auflösung als der A/D-Wandler. Dies wird in der Signalverarbeitung SV des Mikrorechners MP durchgeführt. Dessen hoch aufgelöste Ausgangssignale werden schließlich der Zündelektronik Z zugeleitet, die ein entsprechendes Zündsignal für den Penetrator generiert.

der Abfolge und Art der Sensorsignale, wobei der Zünder Teil eines Penetrators ist, welcher von einem Waffenträger in die Nähe eines Ziels verbracht wird, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Verarbeitung der vom Sensor (S) abgegebenen Signale (AS) in der Zündelektronik in wenigstens zwei Messbereichen (M1, M2, ..., Mn) erfolgt, deren Auflösung sich wenigstens um einen Faktor $m=2$ oder um einen Faktor 2^n ($n=1, 2, 3, \dots$) unterscheidet, wobei aufgrund der ermittelten Amplitude der Signale (AS) bestimmt wird, welcher Messbereich (M1, M2) jeweils zur weiteren Bewertung (MP) der Signale und für die Erzeugung eines Zündsignals genutzt wird.

2. Messverfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Verstärkung ($V1$, $V2$) der Messsignale in den einzelnen Messbereichen (M1, M2) in Abhängigkeit von der festgestellten Amplitude (AS) erfolgt.
3. Messverfahren nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Unterschied der Verstärkung in benachbarten Messbereichen (M1, ..., Mn) nicht linear verläuft.
4. Messverfahren für einen Penetratorzünder mit wenigstens einem Sensor zur Detektion von Verzögerungen während der Zielpenetration und einer Zündelektronik zur Auswertung der Sensorsignale und Erzeugung eines Zündsignals in Abhängigkeit von der Abfolge und Art der Sensorsignale, wobei der Zünder Teil eines Penetrators ist, welcher von einem Waffenträger in die Nähe eines Ziels verbracht wird, **dadurch gekennzeichnet, dass** die vom Sensor abgegebenen analogen Signale (AS) in der Zündelektronik einem Verstärker (VD) mit degressiver Kennlinie zugeleitet werden, dessen digitalisiertes Ausgangssignal (DS) zur Erzeugung eines Zündsignals (SV, Z) weiterverarbeitet wird.

Patentansprüche

1. Messverfahren für einen Penetratorzünder mit wenigstens einem Sensor zur Detektion von Verzögerungen während der Zielpenetration und einer Zündelektronik zur Auswertung der Sensorsignale und Erzeugung eines Zündsignals in Abhängigkeit von

Fig. 1

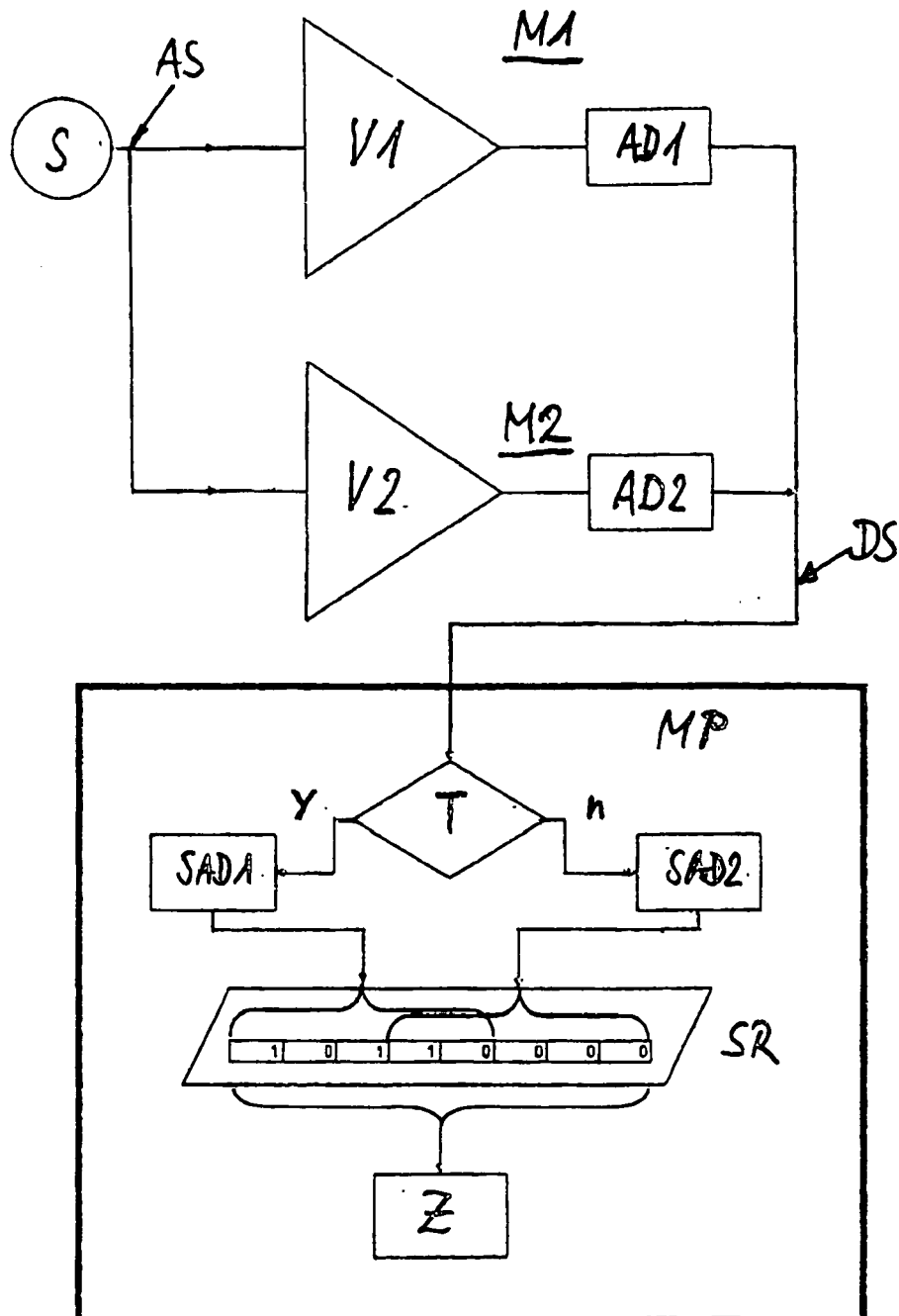
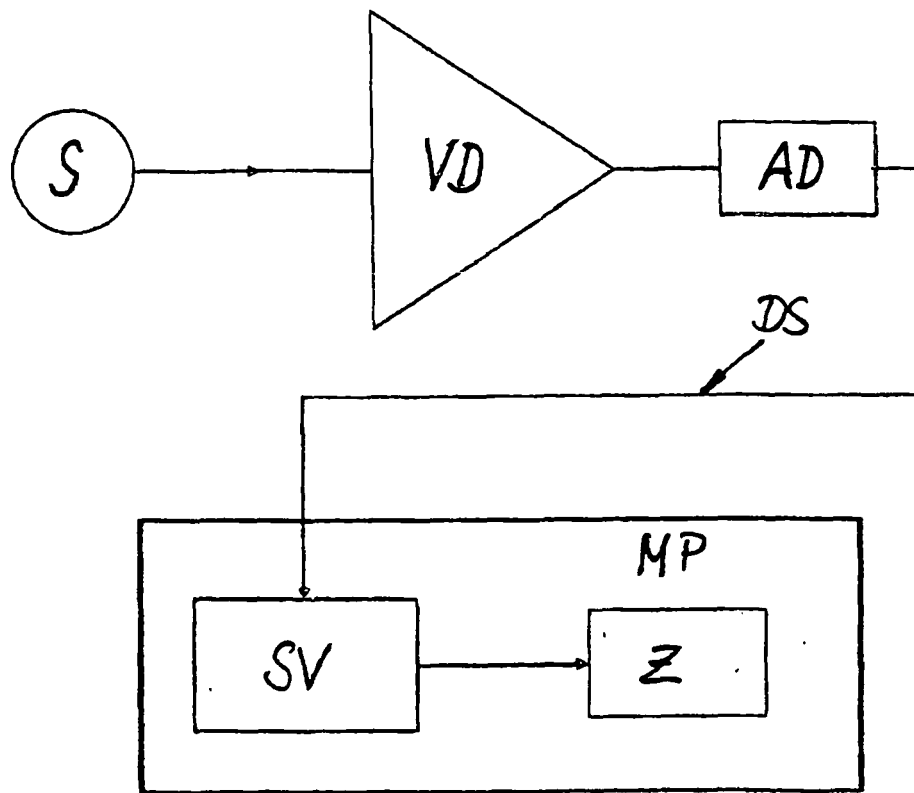


Fig. 2

Ausführung 2:



IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- EP 0961099 A2 [0003]