



(19)  
**Bundesrepublik Deutschland**  
**Deutsches Patent- und Markenamt**

(10) **DE 100 59 104 C5 2008.09.25**

(12)

## Geänderte Patentschrift

(21) Aktenzeichen: **100 59 104.3**

(22) Anmeldetag: **28.11.2000**

(43) Offenlegungstag: –

(45) Veröffentlichungstag  
 der Patenterteilung: **13.03.2003**

(45) Veröffentlichungstag  
 des geänderten Patents: **25.09.2008**

(51) Int Cl.<sup>8</sup>: **B60R 21/0136 (2006.01)**  
**B60R 21/0132 (2006.01)**

Patent nach Einspruchsverfahren beschränkt aufrechterhalten

(73) Patentinhaber:

**Continental Automotive GmbH, 30165 Hannover, DE**

(72) Erfinder:

**Blos, Armin, 93059 Regensburg, DE; Hermann, Stefan, 93096 Köfering, DE**

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht  
 gezogene Druckschriften:

**DE 42 12 421 A1**

**DE 38 41 089 A1**

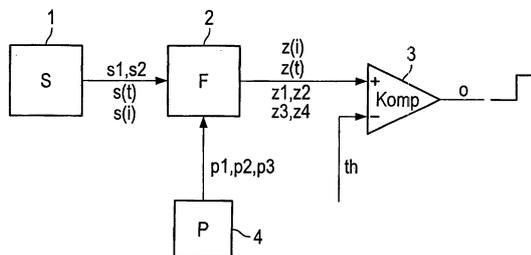
**DE 693 15 653 T2**

**EP 03 27 853 A1**

**DE-Publ.: Airbag 2000, Karlsruhe 1998 ISSN 0722-4087, "Expanding Restraint Sensing Systems Discrimination";**

(54) Bezeichnung: **Insassenschutzvorrichtung und Verfahren zur Auslöseentscheidung**

(57) Hauptanspruch: Insassenschutzvorrichtung in einem Fahrzeug mit einem Sensor (1), einer (digitalen) Signalverarbeitungseinheit (2), die dem Sensor (1) nachgeschaltet ist, einem Komparator (3), der der Signalverarbeitungseinheit (2) nachgeschaltet ist und der ein Ausgangssignal ( $z(i)$ ) der Signalverarbeitungseinheit (2) mit einem vorgegebenen Schwellwert ( $th$ ) vergleicht, und der Ausgang des Komparators (3) eine Auslöseentscheidung liefert, wenn das Ausgangssignal einen vorgegebenen Schwellwert ( $th$ ) überschreitet, wobei das Ausgangssignal ( $z(i)$ ) aus einem vorherigen Ausgangssignal  $z(i-1)$ , einem ersten Beschleunigungswert ( $s(i-1)$ ), der zu einem ersten Zeitpunkt ( $i-1$ ) erfasst wird, und einem zweiten Beschleunigungswert ( $s(i)$ ), der zu einem zweiten Zeitpunkt ( $i$ ) erfasst wird, mit Hilfe einer vorgegebenen Rechenvorschrift ( $R1, R2$ ) ermittelt wird, in der das Produkt von mindestens einem vorgegebenen Parameter ( $p1, p2, p3$ ) multipliziert mit dem Vorzeichen ( $signum, +-1$ ) des vorherigen Ausgangssignals ( $z(i-1)$ ) von dem vorherigen Ausgangssignal ( $z(i-1)$ ) abgezogen wird.



**Beschreibung**

**[0001]** Die Erfindung betrifft eine Insassenschutzvorrichtung in einem Fahrzeug und ein Verfahren zur Auslöseentscheidung in einem Insassenschutzsystem.

**[0002]** In der Messeschrift zur Messe "Airbag 2000+", herausgegeben vom Fraunhofer-Institut für Chemische Technologie (ICT) in Herstellung durch die DWS Werbeagentur und Verlag GmbH, Karlsruhe 1998, ISSN 0722-4087, ist in dem Artikel "Expanding Restraint Sensing Systems Discrimination" ein Sensorsystem beschrieben, bei dem mit Hilfe charakteristischer Sensordaten eine gewünschte Auslöseentscheidung erzielt wird. Ein solches Airbag Sensorsystem erkennt die Schwere eines Unfalls in den ersten Millisekunden eines Aufpralls. Dazu wird die Änderung  $\Delta V$  der Beschleunigung gemessen, also das Integral der Beschleunigung über die Zeit  $t$ .

**[0003]** Nachteilig an einem solchen System ist, dass die Integration des Beschleunigungssignals ein Auslöseergebnis liefert, das fehlerhaft oder zu langsam sein kann.

**[0004]** Aufgabe der Erfindung ist es daher, ein Insassenschutzsystem zur Verfügung zu stellen, das mit einfachen Mitteln eine schnelle und zuverlässige Auslöseentscheidung herbeiführt.

**[0005]** Die Aufgabe der Erfindung wird durch die Merkmale der unabhängigen Patentansprüche gelöst.

**[0006]** Eine betreffende Insassenschutzvorrichtung zum Schutze eines Insassen in einem Fahrzeug weist ein Sensor auf, der die Fahrzeugbeschleunigung aufnimmt und dessen Sensorsignale an eine nachgeschaltete Verarbeitungseinheit weitergeleitet werden. Ein Komparator ist der Signalverarbeitungseinheit nach geschaltet und vergleicht deren Ausgangssignale mit einem vorgegebenen Schwellwert. Überschreitet das Ausgangssignal den Schwellwert, so liefert der Ausgang des Komparators eine Feuer-Entscheidung (Fire-Decision), wodurch ein Airbag oder ein anderes Rückhaltmittel ausgelöst wird. Liegt das Ausgangssignal unter dem Schwellwert, so wird der Airbag nicht ausgelöst (Non-Fire-Decision). Das Ausgangssignal zu einem vorgegebenen Zeitpunkt wird mit Hilfe einer vorgegebenen Rechenvorschrift, beispielsweise einer rekursiven Filterformel, aus folgenden Größen ermittelt:

- aus einem zu einem früheren Zeitpunkt ermittelten Ausgangssignal
- aus einem ersten Beschleunigungswert, der zu einem ersten Zeitpunkt erfasst wird, und
- aus einem zweiten Beschleunigungswert, der zu einem zweiten Zeitpunkt erfasst wird.

**[0007]** In der Rechenvorschrift wird unter Anderem das Produkt von mindestens einem vorgegebenen Parameter mit dem Vorzeichen (Signum) des vorherigen Ausgangssignals gebildet und von dem zu einem früheren Zeitpunkt ermittelten Ausgangssignal abgezogen.

**[0008]** Die Rechenvorschrift weist eine rekursive Formel mit einem Polynom mindestens erster Ordnung, vorzugsweise einem Polynom zweiter Ordnung, auf. Vorteilhaft wird durch eine solche Rechenvorschrift ein stabiles Verhalten des Ausgangssignals der Signalverarbeitungseinheit erzielbar, das heisst das Ausgangssignal konvergiert gegen einen vorgegebenen Wert, beispielsweise gegen Null, so dass vorteilhaft bei einer Nicht-Aufprall-Situation ein großer Sicherheitsabstand des Ausgangssignals von dem Schwellwert erzielt wird. Dagegen steigt bei einer Aufprall-Situation der Ausgangswert innerhalb von wenigen Millisekunden über den Schwellwert und führt zum Auslösen eines Airbags. Insbesondere für das Auslösen des Seitenairbags bei einem Seitenaufprall ist eine solche schnelle Reaktionszeit erforderlich, um den Insassen optimal zu schützen.

**[0009]** Der Schwellwert, der über die Auslöseentscheidung befindet, ist vorzugsweise konstant, kann aber auch in Abhängigkeit von dem Auslösealgorithmus dynamisch ausgebildet sein.

**[0010]** Die Signalverarbeitungseinheit ist vorzugsweise als digitales, nicht-lineares, rekursives Filter ausgebildet, mit dem vorteilhaft die Sensorsignale so gefiltert werden, dass eine eindeutige Auslöseentscheidung durchführbar ist.

**[0011]** Der Sensor kann als Beschleunigungssensor und/oder als Körperschallsensor ausgebildet sein, der Bewegungsänderungen des Fahrzeugs in Richtung der Längsachse, der Querachse und/oder der vertikalen Achse, d. h. in x-, y- und/oder z-Richtung Richtung des Fahrzeugs aufnimmt.

**[0012]** Vorteilhaft wird durch die vorgegebene Rechenvorschrift ein stabiles Ausgangssignal der Signalverarbeitungseinheit erzielt, dass ein "Ausrasten" des Filters verhindert wird. Dadurch ist für jeden Zeitpunkt eine schnelle sichere Auslöseentscheidung gewährleistet. Das "Ausrasten" bedeutet, dass das Ausgangssignal sich immer stärker von einem stabilen Zustand entfernt und sich beispielsweise zu stark von dem Schwellwert entfernt. Ein "Ausrasten" erfordert ein Zurücksetzen des Filters mit einer entsprechenden Totzeit, in der keine Sensorsignale auswertbar sind.

**[0013]** Durch die Auswahl von vorgegebenen Parameterwerten für die Polynome der Rechenvorschrift, die besonders gute Ergebnisse bei einem Polynom zweiter Ordnung erzielt, ist das Auslöseverhalten des

Insassenschutzsystems an die unterschiedlichsten Fahrzeugtypen anpassbar.

[0014] Vorteilhafte Weiterbildungen und Ausgestaltungen der Erfindung sind in den abhängigen Patentansprüchen angegeben.

[0015] Die Erfindung wird anhand der Zeichnung erläutert, es zeigen:

[0016] [Fig. 1](#) eine schematische Darstellung einer Insassenschutzvorrichtung;

[0017] [Fig. 2a](#) die von einem Beschleunigungssensor aufgenommenen Signale der Fahrzeugverzögerung über die Zeit;

[0018] [Fig. 2b](#) das Integral der Fahrzeugverzögerung gemäß [Fig. 2a](#);

[0019] [Fig. 2c](#) die mit Hilfe einer vorgegebenen Rechenvorschrift bearbeiteten Beschleunigungssignale aus [Fig. 2a](#);

[0020] [Fig. 2d](#) Auslöseentscheidungen in Abhängigkeit von Ausgangssignalen der Signalverarbeitungseinheit.

[0021] In [Fig. 1](#) ist der schematische Aufbau einer Insassenschutzvorrichtung in einem Fahrzeug dargestellt.

[0022] Ein Sensor **1** nimmt die Beschleunigung des Fahrzeugs auf und gibt entsprechende Sensorsignale  $s(t)$  an die dem Sensor **1** nachgeschaltete Signalverarbeitungseinheit **2** weiter. Die Signalverarbeitungseinheit **2** ist vorzugsweise als digitaler rekursiver Filter ausgebildet und tastet die Sensorsignale  $s(t)$  zu vorgegebenen Zeitpunkten  $i - 2, i - 1, i, \dots$  ab, so dass diskrete Beschleunigungswerte  $s(i - 2), s(i - 1), s(i), \dots$  der Signalverarbeitungseinheit **2** zugeführt werden. In der Signalverarbeitungseinheit werden die Beschleunigungswerte  $s(i - 2), s(i - 1), s(i), \dots$  mit Hilfe einer vorgegebenen Rechenvorschrift bearbeitet und an einen der Steuerverarbeitungseinheit **2** nachgeschalteten Komparator **3** weitergegeben. Eine Parametereinheit **4** speichert vorgegebene Parameterwerte  $p_1, p_2, p_3$ , die die Steuerverarbeitungseinheit **2** in der Rechenvorschrift einsetzt. Diese Parametereinheit **4** ist vorzugsweise in der Steuerverarbeitungseinheit **2** enthalten. Die von der Rechenvorschrift bearbeiteten Beschleunigungswerte  $s(i - 2), s(i - 1), s(i), \dots$  führen zu diskreten Ausgangssignalen  $z(i - 2), z(i - 1), z(i), \dots$  der Signalverarbeitungseinheit **2**, die vorzugsweise zur Vermeidung von hochfrequenten Strahlungen geglättet werden. Die Ausgangssignale  $\dots, z(i - 2), z(i - 1), z(i), \dots$  werden im Komparator **3** mit einem vorgegebenen Schwellwert  $th$  verglichen.

[0023] Wenn ein Ausgangssignal  $z(i)$  den Schwellwert  $th$  überschreitet, dann liefert der Ausgang des Komparators **3** eine Auslöse-Entscheidung (Fire-decision) an ein nachgeschaltetes, nicht dargestelltes Rückhaltemittel, z. B. ein Airbag oder ein Gurtstraffersystem. In einer weiteren Ausführungsform wird das Ausgangssignal  $z(i)$  mit einem Fensterkomparator ausgewertet. Damit wird bei Abweichen eines Ausgangssignals  $z(i)$  von einem oder mehreren vorgegebenen Schwellwerten eine Auslöseentscheidung getroffen und an ein Rückhaltesystem/ein Rückhaltemittel weitergegeben.

[0024] In weiteren Ausführungsformen ist der Sensor (**2**) als Beschleunigungssensor (**2**) und/oder als Körperschallsensor (**2**) ausgebildet, der Bewegungen in Richtung x-, y- und/oder z-Richtung des Fahrzeugs aufnimmt.

[0025] In [Fig. 2a](#) sind zwei Graphen dargestellt, die den zeitlichen Verlauf von Sensorsignalen  $s_1(t), s_2(t)$  darstellen und negative Beschleunigungswerte des Fahrzeugs repräsentieren. Das erste Sensorsignal (durchgezogene Linie)  $s_1(t)$  stellt die negative Beschleunigung  $a$  bzw. die Verzögerung dar, die ein Fahrzeug bei einem im wesentlichen gleichmäßigen starken Bremsvorgang erleidet.

[0026] Da zweite Sensorsignal  $s_2(t)$  weist Schwingungen mit schnell ansteigender Amplitude auf, die im Bereich von etwa 200 Millisekunden ihr Maximum erreichen und danach schnell wieder auf einen geringen Wert abfallen. Dieser Signalverlauf ist typisch für einen Front- oder Seitenaufprall eines Fahrzeugs, bei dem das Fahrzeug mit einer hohen Verzögerung  $a$  von einem Hindernis abgebremst wird.

[0027] Für eine korrekte und schnelle Auslöseentscheidung ist es nun wichtig, insbesondere für einen Seitenaufprall mit einer schnellen, erforderlichen Reaktionszeit, eine schnelle und sichere Auslöseentscheidung (Fire/Non-Fire) herbeizuführen.

[0028] Beispielhaft sind zwei diskrete Abtastwerte  $s_2(i - 1)$  und  $s_2(i)$  dargestellt, die zu den Zeitpunkten  $t = i - 1$  und  $t = i$  abgetastet wurden. Für die nachfolgende digitale Bearbeitung mit Hilfe der Rechenvorschrift ist die Zeitdifferenz  $T = i - (i - 1)$  so gering, dass eine ausreichende Rechengenauigkeit erzielt wird und so groß, dass der benötigte Rechenaufwand so gering ist, dass kostengünstige Mikrocontroller einsetzbar sind

[0029] In [Fig. 2b](#) sind Ausgangssignale  $z_1(t)$  und  $z_2(t)$  dargestellt, die mit Hilfe einer Rechenvorschrift aus den Sensorsignalen  $s_1(t)$  bzw.  $s_2(t)$  aus [Fig. 2a](#) ermittelt wurden. Die Rechenvorschrift integriert die beiden Signale  $s_1(t)$  bzw.  $s_2(t)$  über die Zeit. Das erste Ausgangssignal  $z_1(t)$  (durchgezogene Linie) steigt zu Beginn langsam, aber gleichmäßig an. Das zweite

Ausgangssignal  $z_2(t)$  (gestrichelt Linie) steigt zu Beginn stärker an als das erste Ausgangssignal  $z_1$  und verläuft aber im weiteren zeitlichen Verlauf flacher. Wird nun ein auf der y-Achse dargestellter Schwellwert  $th$  zur Auslöseentscheidung eingesetzt, dann wird das zweite Ausgangssignal  $z_2(t)$  zum Zeitpunkt  $t_1$  bei etwa 170 Millisekunden auslösen, was einer korrekten Auslöseentscheidung entspricht, die aber im Vergleich zum Aufprallbeginn unvorteilhaft stark verzögert stattfindet. Das Ausgangssignal  $z_2(t)$  dagegen steht für einen starken Bremsvorgang, aber nicht für einen Aufprall. Der Airbag beziehungsweise das Rückhaltemittel löst bei Überschreiten des Schwellwerts  $th$  zu einem Zeitpunkt  $t_2$  aus. Dies entspricht aber einer Fehlauflösung. Das konstante Ansteigen kann abhängig von der Rechenvorschrift auch in negativer Richtung stattfinden, z. B. spiegelverkehrt an der Zeitachse als Graph  $z_1'(t)$ . Ein solches Verhalten des Ausgangssignals  $z(t)$  wird auch als "Ausrasten" bezeichnet, d. h. der Sicherheitsabstand das Ausgangssignal  $z(i)$  gegenüber dem Schwellwert  $th$  wird entweder zu klein oder zu groß, was entweder zu einer hohen Fehl-Auslösewahrscheinlichkeit führt oder zu einer zu großen Auslösezeit bei einem Aufprall.

**[0030]** Ein besseres zeitliches Verhalten der Ausgangssignale ist in [Fig. 2c](#) dargestellt. In [Fig. 2c](#) sind zwei Ausgangssignale  $z_3(t)$ ,  $z_4(t)$  der Signalverarbeitungseinheit **2** dargestellt, die die Sensorsignale  $s_2(t)$ ,  $s_1(t)$  aus [Fig. 2a](#) mit Hilfe einer vorgegebenen, unten näher erläuterten Rechenvorschrift R1, R2 bearbeiten. Mit Hilfe dieser Rechenvorschrift R1, R2 ergeben sich sehr vorteilhafte Signalverläufe der Ausgangssignale  $z_3(t)$  und  $z_4(t)$  bei einem Aufprall bzw. bei keinem Aufprall. Das Ausgangssignal  $z_3(t)$  steigt zu Beginn sehr stark an, erreicht bei etwa 150 Millisekunden ihr Maximum und fällt danach schnell wieder gegen etwa Null ab und schwingt mit geringer Amplitude um die t-Achse (Null). Durch Vergleich des Ausgangssignals  $z_3(t)$  mit einer vorgegebenen Schwelle  $th$  ist somit innerhalb weniger Millisekunden, hier beispielsweise nach 75 Millisekunden, eine positive Auslöseentscheidung (Fire) getroffen. Dagegen steht das Ausgangssignal  $z_4(t)$  für eine Nicht-Auslöseentscheidung (Non-Fire). Das Signal  $z_4(t)$  schwingt im Wesentlichen um die X-Achse und weist damit einen vorgegebenen Sicherheitsabstand gegenüber dem vorgegebenen Schwellwert  $th$  auf.

**[0031]** Das Ausgangssignal  $z_3(t)$ ,  $z_4(t)$  konvergiert im Wesentlichen gegen einen vorgegebenen Abstand gegenüber dem Schwellwert  $th$ , in [Fig. 2c](#) beispielsweise gegen Null, und erreicht bei einem Aufprall schnell den Schwellwert  $th$ .

**[0032]** Durch die starke Konvergenz des Ausgangssignals  $z(t)$ , die die Rechenvorschrift erzielt, ist somit einerseits ein hoher Abstand des Ausgangssignals  $z_4$  gegenüber  $th$  in einem Nichtauslösefall gegeben, andererseits aber ein schnelles Ansteigen des Aus-

gangssignals  $z_3$  für ein schnelles Auslöse und Überschreiben der Schwellwerte  $th$  gewährleistet.

**[0033]** Die Ausgangssignale  $z_3(t)$  und  $z_4(t)$  sind abhängig von der weiteren Verarbeitung durch den Komparator digital (i) oder analog (t) ausgebildet.

**[0034]** In [Fig. 2d](#) ist die Auslöseentscheidung  $o$  am Ausgang des Komparators **3** über die Zeit  $t$  dargestellt. Zum Zeitpunkt  $t_3$  wird die korrekte Auslöseentscheidung "Fire"  $o_3$  des Ausgangssignals  $z_3(t)$  aus [Fig. 2c](#) aktiviert, zum Zeitpunkt  $t_1$  wird die verzögerte Auslöseentscheidung "Fire"  $o_1$  des Ausgangssignals  $z_2(t)$  aus [Fig. 2b](#) getroffen, und die Auslöseentscheidung  $o_2$  zum Zeitpunkt  $t_2$  ist die Fehlauflösung "Fire"  $o_2$  des Ausgangssignals  $z_1(t)$  aus [Fig. 2b](#).

**[0035]** Im Folgenden sind mehrere Rechenvorschriften R1, R2 beschrieben, nach der die Ausgangssignale  $z_3(t)$ ,  $z_4(t)$  aus den Beschleunigungswerten  $s_2(t)$ ,  $s_1(t)$  gebildet werden.

**[0036]** Eine erste Rechenvorschrift R1 ermittelt das Ausgangssignal mit Hilfe einer rekursiven Formel (R1), die ein Polynom erster Ordnung enthält:

$$z(i) = z(i - 1) + ds(i) \cdot T - \text{sgn}(z(i - 1)) \cdot p_2 \cdot T + p_1 \quad (R1)$$

wobei

- $i$  ein (Abtast-)Zeitpunkt eines Sensorsignals  $s(t)$  zum Zeitpunkt  $t = i$  darstellt;
- $i - 1$  einen (Abtast-)Zeitpunkt des Sensorsignals  $s(t)$  vor dem Zeitpunkt  $t = i$  zum Zeitpunkt  $t = i - 1$  darstellt;
- $T$  die Zeitdifferenz zwischen zwei (Abtast-)Zeitpunkten  $i$  und  $i - 1$  darstellt;
- $s(i)$  den Beschleunigungswert des Sensors (**1**) zum Zeitpunkt  $i$  darstellt;
- $s(i - 1)$  den Beschleunigungswert des Sensors (**1**) zum Zeitpunkt  $i - 1$  darstellt;
- $z(i)$  der Ausgangswert der Signalverarbeitungseinheit (**2**) zum Zeitpunkt  $i$  darstellt;
- $z(i - 1)$  der Ausgangswert der Signalverarbeitungseinheit (**2**) zum Zeitpunkt  $i - 1$  darstellt;
- $p_1$  einen ersten vorgegebenen Parameterwert (Offset) darstellt und
- $p_2$  einen zweiten vorgegebenen Parameterwert (Offset) darstellt.

**[0037]** Durch den folgenden Teil T1 der Formel R1

$$\text{sgn}(z(i - 1)) \cdot p_2 \cdot T \quad (T1)$$

wird das schnelle und zuverlässige Konvergenzverhalten des Ausgangssignals  $z(t)$  erreicht, da nach jedem Rechenschritt der rekursiven Formel R1 ein vorgegebener bewerteter Parameter  $p_2$  dem Ergebnis abhängig vom Vorzeichen des Ausgangssignals  $z(i - 1)$  zum vorherigen Abtastzeitpunkt  $i - 1$  dazugezählt

oder abgezogen wird.

**[0038]** Der erste Term  $z(i - 1)$  in der Rechenvorschrift R1 ist größer als ein unterer Grenzwert, vorzugsweise größer als  $-T$ , um die Schwingungsneigung zu reduzieren.

**[0039]** Eine zweite Rechenvorschrift R2 ermittelt das Ausgangssignal mit Hilfe einer rekursiven Formel R2, die ein Polynom zweiter Ordnung enthält:

$$z(i) = z(i - 1) + dz(i) \cdot T - (\text{sgn}(z(i - 1))) \cdot p3 \cdot T + p1 \quad (R2)$$

dabei ist  $dz(i)$  definiert als:

$$dz(i) = dz(i - 1) + dds(i) \cdot T - (\text{sgn}(dz(i - 1))) \cdot p2 \cdot T \quad (R3)$$

wobei neben den in der Rechenvorschrift R1 schon erläuterten Parameter

- $ds(i) = (s(i) - s(i - 1))$ ,
- $dz(i) = z(i) - z(i - 1)$ ,
- $dz(i - 1) = z(i - 1) - z(i - 2)$ ,
- $dds(i) = ds(i) - ds(i - 1)$ , und
- $p3$  einen dritten vorgegebenen Parameterwert (Offset) darstellt.

**[0040]** Durch das Polynom zweiter Ordnung wird das Konvergenzverhalten des Ausgangssignals  $z(t)$  noch schneller, da nach jedem Rechenschritt der rekursiven Formel R1 die vorgegeben bewerteten Parameter  $p2$  und  $p3$  entsprechend abgezogen und dazugezählt werden.

**[0041]** Der erste Term  $z(i - 1)$  in der Rechenvorschrift R2 ist größer als ein unterer Grenzwert, vorzugsweise größer als  $-T^2$ , um die Schwingungsneigung zu reduzieren.

### Patentansprüche

1. Insassenschutzvorrichtung in einem Fahrzeug mit einem Sensor (1), einer (digitalen) Signalverarbeitungseinheit (2), die dem Sensor (1) nachgeschaltet ist, einem Komparator (3), der der Signalverarbeitungseinheit (2) nachgeschaltet ist und der ein Ausgangssignal ( $z(i)$ ) der Signalverarbeitungseinheit (2) mit einem vorgegebenen Schwellwert ( $th$ ) vergleicht, und der Ausgang des Komparators (3) eine Auslöseentscheidung liefert, wenn das Ausgangssignal einen vorgegebenen Schwellwert ( $th$ ) überschreitet, wobei das Ausgangssignal ( $z(i)$ ) aus einem vorherigen Ausgangssignal  $z(i - 1)$ , einem ersten Beschleunigungswert ( $s(i - 1)$ ), der zu einem ersten Zeitpunkt ( $i - 1$ ) erfasst wird, und einem zweiten Beschleunigungswert ( $s(i)$ ), der zu einem zweiten Zeitpunkt ( $i$ ) erfasst wird, mit Hilfe einer vorgegebenen Rechenvorschrift (R1, R2) ermittelt wird, in der das Produkt von mindestens einem vorgegebenen Parameter ( $p1, p2, p3$ ) multipli-

ziert mit dem Vorzeichen (signum,  $+/-1$ ) des vorherigen Ausgangssignals ( $z(i - 1)$ ) von dem vorherigen Ausgangssignal ( $z(i - 1)$ ) abgezogen wird.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Rechenvorschrift (R1) eine rekursive Formel mit einem Polynom mindestens erster Ordnung, vorzugsweise ein Polynom zweiter Ordnung, enthält.

3. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der zeitliche Verlauf des Ausgangssignals durch Verwenden des Teils der Rechenvorschrift "Produkts des Parameters mit dem Signum des Ausgangssignals der Signalverarbeitungseinheit (2) zum vorhergehenden Abtastzeitpunkt ( $i - 1$ )" stabilisiert wird bzw. gegen einen vorgegebenen Grenzwert, vorzugsweise gegen Null, konvergiert.

4. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das von der Signalverarbeitungseinheit (2) an den Komparator (3) gelieferte Ausgangssignal ( $z(t(i))$ ) im Wesentlichen mit Hilfe der Rechenvorschrift (G1)

$$z(i) = z(i - 1) + ds(i) \cdot T - \text{sgn}(z(i - 1)) \cdot p2 \cdot T \quad G1$$

ermittelt wird, wobei

$i$  einen (Abtast-)Zeitpunkt darstellt;

$i - 1$  einen (Abtast-)Zeitpunkt vor dem (Abtast-)Zeitpunkt  $i$  darstellt;

$T$  die Zeitdifferenz zwischen den (Abtast-)Zeitpunkten  $i$  und  $i - 1$  darstellt;

$z(i)$  der Ausgangswert der Signalverarbeitungseinheit (2) zum Zeitpunkt  $i$  darstellt;

$z(i - 1)$  der Ausgangswert der Signalverarbeitungseinheit (2) zum Zeitpunkt  $i - 1$  darstellt;

$s(i)$  der Beschleunigungswert des Sensors (1) zum Zeitpunkt  $i$  darstellt;

$s(i - 1)$  der Beschleunigungswert des Sensors (1) zum Zeitpunkt  $i - 1$  darstellt;

$ds(i) = (s(i) - s(i - 1))$  ist,

$p2$  einen ersten vorgegebenen Parameterwert (Offset) darstellt.

5. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Signalverarbeitungseinheit (2) im Wesentlichen folgende rekursive Rechenvorschrift (G2, G3) zum Erzielen des Ausgangssignals ( $z(i)$ ) ausführt:

$$z(i) = z(i - 1) + dz(i) \cdot T - \text{sgn}(z(i - 1)) \cdot p3 \cdot T \quad G2$$

dabei ist  $dz(i)$  definiert als:

$$dz(i) = dz(i - 1) + dds(i) \cdot T - \text{sgn}(dz(i - 1)) \cdot p2 \cdot T \quad G3$$

wobei

$$ds(i) = (s(i) - s(i - 1)),$$

$$dz(i) = z(i) - z(i - 1),$$

$$dz(i - 1) = z(i - 1) - z(i - 2),$$

$$dds(i) = ds(i) - ds(i - 1),$$

p2 einen zweiten Parameterwert (Offset) darstellt.

P3 einen dritten Parameterwert (Offset) darstellt.

6. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 4 oder 5, dadurch gekennzeichnet, dass der erste Term  $z(i - 1)$  in den Gleichungen G1 und/oder G2 größer ist als ein unterer Grenzwert, vorzugsweise größer als  $-T$  und/oder  $-T^2$ , um die Schwingungsneigung zu reduzieren.

7. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Signalverarbeitungseinheit (2) als nichtlinearer, digitaler, rekursiver Filter ausgebildet ist.

8. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Schwellwert (th) konstant ist.

9. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Schwellwert (th) abhängt von den Sensorsignalen (s(t)).

10. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Sensor (2) als Beschleunigungssensor (2) und/oder als Körperschallsensor (2) ausgebildet ist, der Bewegungen in Richtung x-, y-, und/oder z-Richtung des Fahrzeugs aufnimmt.

11. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Ausgangssignal ( $z(i)$ ) im Wesentlichen gegen einen vorgegebenen Abstand gegenüber dem Schwellwert (th) konvergiert und bei einem Aufprall den Schwellwert (th) schnell erreicht.

12. Verfahren zur Auslöseentscheidung in einem Insassenschutzsystem, bei dem

– ein erster Beschleunigungswert ( $s(i - 1)$ ) zu einem ersten Zeitpunkt ( $i - 1$ ) und ein zweiter Beschleunigungswert ( $s(i)$ ) zu einem zweiten Zeitpunkt ( $i$ ) erfasst wird,

– die erfassten Beschleunigungswerte ( $s(i - 1)$ ,  $s(i)$ ) von einem Sensor (1) geliefert werden und von einer Signalverarbeitungseinheit (2) mit Hilfe einer rekursiven Rechenvorschrift (R1, R2) zu einem Ausgangssignal ( $z(i)$ ,  $z(t)$ ) verarbeitet werden, wobei

– ein Rückhaltmittel ausgelöst wird, wenn das Ausgangssignal ( $z(i)$ ,  $z(t)$ ) einen vorgegebenen Schwellwert (th) überschreitet beziehungsweise unterschreitet, dadurch gekennzeichnet, dass in der rekursiven Rechenvorschrift (R1, R2) das Produkt von mindestens einem vorgegebenen Parameter ( $p1$ ,  $p2$ ,  $p3$ ) multipliziert mit dem Vorzeichen (Signum, +1) des vorherigen Ausgangssignals ( $z(i - 1)$ ) von dem vorherigen Ausgangssignal ( $z(i - 1)$ ) abgezogen wird.

– ein Rückhaltmittel ausgelöst wird, wenn das Ausgangssignal ( $z(i)$ ,  $z(t)$ ) einen vorgegebenen Schwellwert (th) überschreitet beziehungsweise unterschreitet, dadurch gekennzeichnet, dass in der rekursiven Rechenvorschrift (R1, R2) das Produkt von mindestens einem vorgegebenen Parameter ( $p1$ ,  $p2$ ,  $p3$ ) multipliziert mit dem Vorzeichen (Signum, +1) des vorherigen Ausgangssignals ( $z(i - 1)$ ) von dem vorherigen Ausgangssignal ( $z(i - 1)$ ) abgezogen wird.

13. Verfahren nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, dass die rekursive Rechenvorschrift ein Polynom mindestens erster Ordnung aufweist, vorzugsweise ein Polynom zweiter Ordnung.

14. Verfahren nach einem der vorherigen Verfahrensansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass eine der in den Vorrichtungsansprüchen genannte Rechenvorschrift eingesetzt wird.

15. Verfahren nach einem der vorherigen Verfahrensansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Verfahren mit Hilfe der Vorrichtung gemäß einem der Ansprüche 1 bis 11 durchgeführt wird.

Es folgen 2 Blatt Zeichnungen

FIG 1

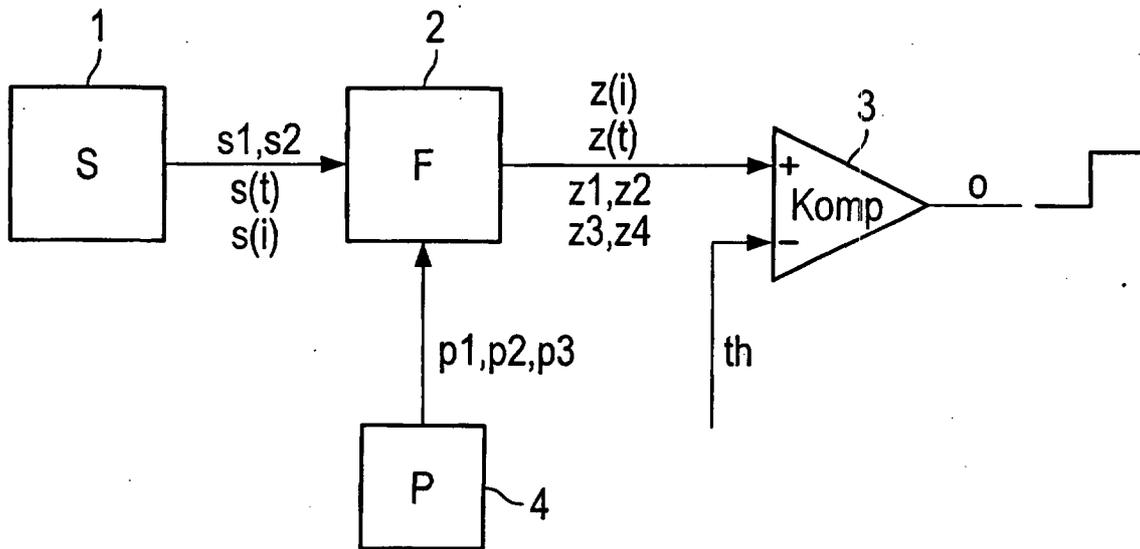


FIG 2A

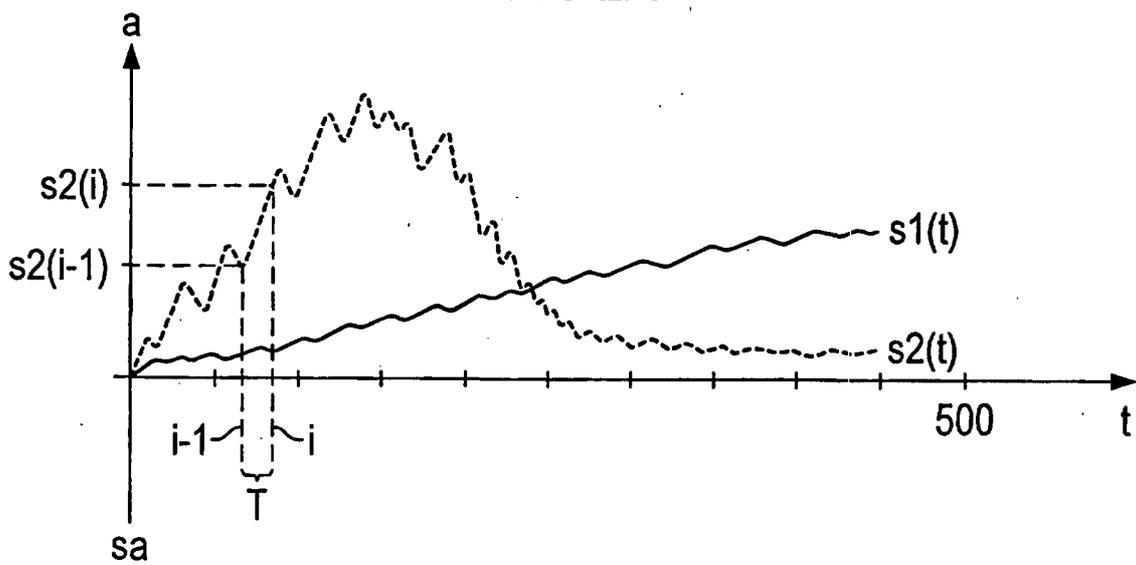


FIG 2B

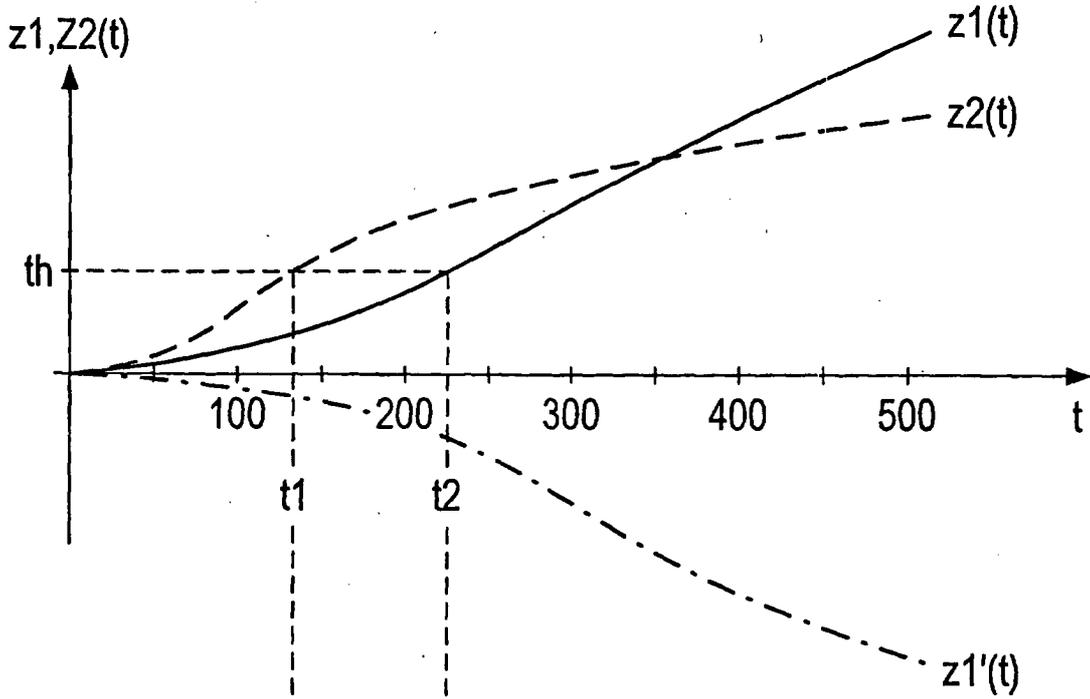


FIG 2C

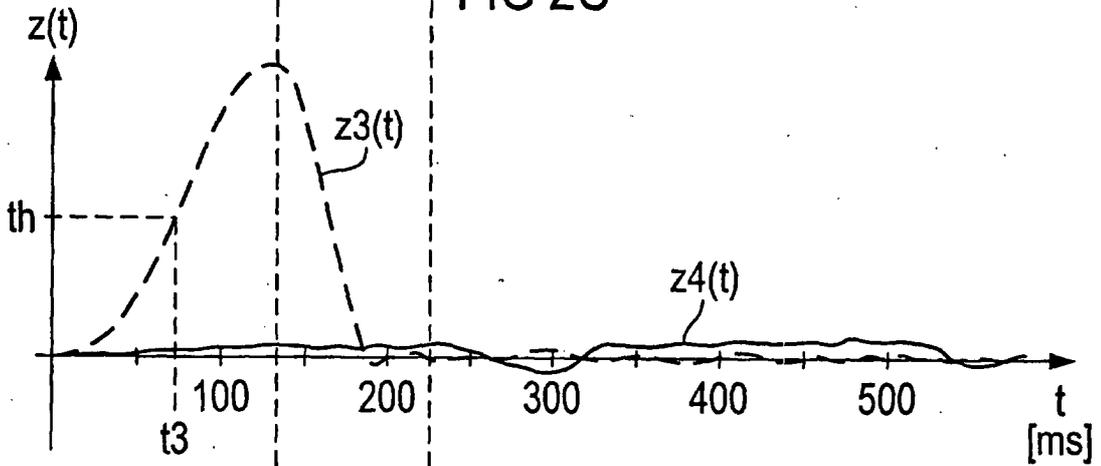


FIG 2D

