



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) **EP 0 961 099 A2**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
01.12.1999 Patentblatt 1999/48

(51) Int. Cl.⁶: **F42C 11/06**

(21) Anmeldenummer: **99110091.8**

(22) Anmeldetag: **22.05.1999**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU
MC NL PT SE**
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL LT LV MK RO SI

(71) Anmelder: **DaimlerChrysler AG**
70567 Stuttgart (DE)

(72) Erfinder:
• **Bernitt, Andreas**
86529 Schrobenhausen (DE)
• **Küblbeck, Hermann**
86529 Schrobenhausen (DE)

(30) Priorität: **28.05.1998 DE 19823795**
26.11.1998 DE 19854608

(54) **Zündeinrichtung für Penetratoren**

(57) Die Erfindung betrifft eine Zündschaltung für Penetratoren, bei der das von einem Beschleunigungsaufnehmer detektierte Signal in aufeinanderfolgenden Meßzyklen über mindestens zwei zeitlich zueinander versetzte Zeitabschnitte gemittelt oder integriert wird. Die Mittelwerte oder Integralinhalte werden anschlie-

ßend bewertet. Aus der Bewertung ergibt sich die Abfolge der Schichten, die der Penetrator durchdrungen hat. In Abhängigkeit vom Ergebnis der Bewertung wird zum gewünschten Zeitpunkt die Zündung der Wirkladung eingeleitet.

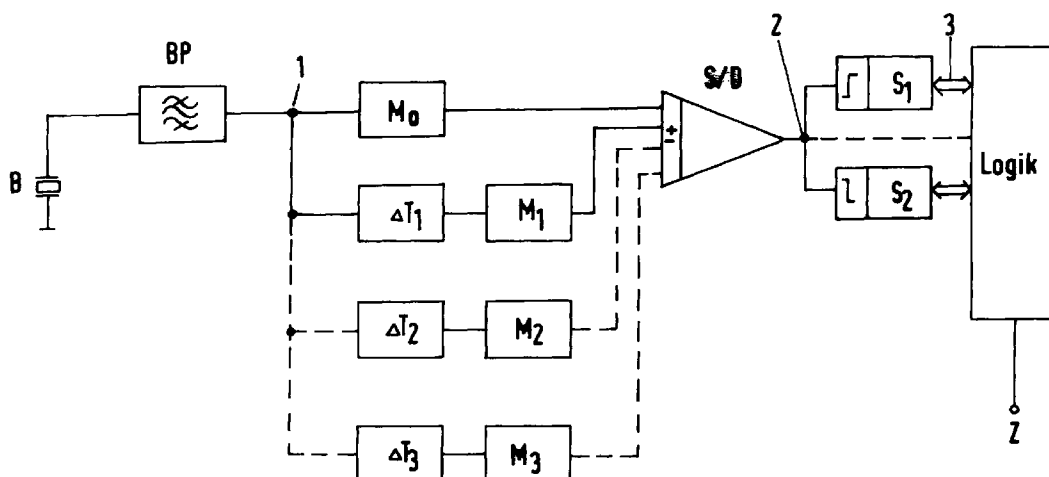


Fig.2

EP 0 961 099 A2

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Zündeinrichtung für Penetratoren, welche Aufnehmer für Beschleunigungskräfte, sowie eine Auswerteschaltung zur Verarbeitung der Aufnehmersignale aufweist, wobei bei der Bewertung Signale mit Signalschwellen verglichen werden und wobei bei deren Überschreitung Ausgangssignale erzeugt werden.

[0002] Aus der DE 34 26 547 C2 ist eine Einrichtung zur adaptiven Zündung eines Explosivkörpers bekannt geworden. Diese Einrichtung enthält Aufnehmer für Beschleunigungskräfte, eine Auswerteschaltung zur Verarbeitung der Aufnehmersignale und Signalschwellen, mit denen die bewerteten Aufnehmersignale verglichen werden. Da es sich hierbei um die Auslösung einer Startbahnbombe handelt, ist die Signalbewertung genau auf die Analyse der beim Auftreffen auf die Startbahnoberfläche auftretenden Signale ausgelegt. Somit wird vorgeschlagen, daß die Signalauswertung erst nach Ablauf einer Verzögerungszeit beginnt, wobei die während der Verzögerungszeit auftretenden Signale nicht berücksichtigt werden. Zur Bewertung wird der Nulldurchgang des Aufnehmersignals benutzt. Dieser ist jedoch bei mit Störungen überlagerten Signalen nicht immer eindeutig feststellbar. Die Auswertung der ersten Ableitung eines Beschleunigungssignals nach der Zeit ist bei Überlagerung des Meßsignals mit Störimpulsen ebenfalls problematisch. Es wird mindestens eine weitere davon unabhängige Signalauswertung benötigt, um eine eindeutige Aussage über das gemessene Ereignis zu erzielen. Im Falle der Auswertung eines Integrals über dem vom Aufnehmer abgegebenen Signal muß zumindest ein möglicherweise auftretender Speicherüberlauf verhindert werden. Im Falle von geschichtet aufgebauten Zielen ist eine Auswertung der einzelnen Schichten im Hinblick auf die Auslösung eines Wirkkörpers nicht möglich.

[0003] Demgegenüber liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, eine Einrichtung der adaptiven Zündung eines Penetrators zu schaffen, die das Durchdringen verschiedenartiger Schichten der Bedeckung eines Zieles auswertet und eine Auslösung innerhalb einer bestimmten Schicht oder nach dem Durchtritt durch eine bestimmte Schicht ermöglicht, wobei das Ziel unter einer weiteren weichen Schicht angeordnet sein kann.

[0004] Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch die in den kennzeichnenden Teilen der Ansprüche 1 und 11 beschriebenen Merkmale gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen sind aus den kennzeichnenden Teilen der Unteransprüche zu ersehen.

[0005] Mit Hilfe der Erfindung kann mit geringem Aufwand eine Schaltung erzeugt werden, die vielseitig an verschiedene Einsatzfälle mit bekannten Schichtungen angepaßt werden kann. Eventuell vorhandene weiche Schichten, die beispielsweise zur Tarnung des Zieles dienen, führen nicht zur Auslösung. Sollte der Schichtenaufbau nicht bekannt sein, so kann zuverlässig in

einer bestimmten Schicht oder nach Durchgang durch alle Schichten ausgelöst werden. Der Nullpunktfehler des Beschleunigungsaufnehmers und dessen zeitliche Drift sind bei der gewählten Art der Bewertung weitgehend unkritisch. Störsignale, insbesondere diejenigen, die durch Körperschwingungen des Penetrators verursacht werden, beeinflussen das Bewertungsergebnis aufgrund der Mittelung der Signale nur unwesentlich.

[0006] Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung ist in der Zeichnung dargestellt und wird im folgenden näher beschrieben. Es zeigen:

Fig. 1 das Ausgangssignal des Beschleunigungsaufnehmers

Fig. 2 ein Blockschaltbild zur analogen Auswertung des Aufnehmersignals

Fig. 3 typische Signalverläufe im Blockschaltbild gemäß Fig. 2

Fig. 4 ein Blockschaltbild zur digitalen Auswertung des Aufnehmersignals

[0007] Die Signalkurve 1 in Fig. 1 zeigt einen typischen Verlauf des Ausgangssignals des Beschleunigungsaufnehmers B aus Fig. 2 nach der Filterung mittels des Bandpasses BP. Die beiden aufeinander folgenden Impulse stammen vom Durchtritt des Penetrators durch zwei harte Schichten einer Zielbedeckung. Dazwischen ist ein schwaches Signal erkennbar, das vom Durchtritt durch eine weiche Schicht stammt. Auf der Zeitachse, die unterhalb der Signalkurve angeordnet ist, sind zwei Zeitfenster $t_1 \dots t_2$ und $t_3 \dots t_4$ zu erkennen, die einen zeitlichen Abstand $t_2 \dots t_3$ aufweisen. Die Signalkurve 1 durchläuft die beiden Zeitfenster, die Signalinhalte der beiden Zeitfenster werden jeweils zu aufeinander folgenden Zeitpunkten ausgewertet.

[0008] Die Fig. 2 zeigt schematisch vereinfacht ein Blockschaltbild einer Signalauswertung gemäß der Erfindung. Die Inbetriebnahme der Zündeinrichtung erfolgt mit dem Eintritt bestimmter Ereignisse, wie beispielsweise der Start des Penetrators oder sein Auftreffen auf einem Ziel, wobei die Inbetriebnahme nicht genau beim Eintritt des Ereignisses erfolgen muß, sondern auch davor oder danach erfolgen kann. Das Ausgangssignal des Beschleunigungsaufnehmers B wird zunächst im Bandpaß BP gefiltert, um die unerwünschten nieder- bzw. hochfrequenten Anteile des Signals zu eliminieren. Das dabei resultierende Aufnehmersignal ist in Fig. 1 und Fig. 3 als Signalkurve 1 dargestellt. Dieses Signal 1 wird dann wenigstens zwei Signalverarbeitungszweigen M_0 und ΔT_1 , M_1 zugeführt. Hierbei gilt: $\Delta T_1 = t_3 - t_1$. Im ersten Zweig M_0 findet eine Mittelwertbildung während des Zeitfensters $t_1 \dots t_2$ statt. Im zweiten Zweig ΔT_1 , M_1 wird die Mittelwertbildung im Zeitfenster $t_3 \dots t_4$ erst nach Ablauf einer wählbaren Verzögerungszeit ΔT_1 durchgeführt. Die Signalkurve 2 in

Fig. 3 zeigt den typischen Verlauf eines derart gemittelten Signals. Die Kurvenform ist dabei durch die Summation der innerhalb der Zeitfenster $t_1 \dots t_2$ und $t_3 \dots t_4$ vorhandenen Signalinhalte der Signalkurve 1 im Summierer S/D entstanden. Die Signalkurve wurde auf eine bestimmte maximale Signalthöhe begrenzt. Die Länge der Zeitfenster und die Zeitdifferenz zwischen den Startzeitpunkten wird jeweils aus den vor dem Start bekannten Daten der Fluggeschwindigkeit und dem Schichtaufbau des Zieles eingestellt. Typische Werte einer Versuchsanordnung liegen im Bereich von 1 bis 10 ms.

[0009] Parallel zu den beiden ersten Zweigen M_0 und ΔT_1 , M_1 sind optionell weitere Zweige ΔT_2 , M_2 und ΔT_3 , M_3 vorgesehen. Dies bedeutet, daß zusätzlich weitere Zeitfenster zur Mittelung des Aufnehmersignals 1 vorgesehen sein können, die zeitlich versetzt nacheinander beginnen. Dabei gilt: $\Delta T_1 < \Delta T_2 < \Delta T_3$. Die Zeitfenster können beabstandet sein oder sich auch teilweise überlappen. Die Lage der Zeitfenster wird je nach den bereits vorbekannten Bedingungen des Anwendungsfalles eingestellt.

[0010] Alle ermittelten Signale werden anschließend dadurch bewertet, daß sie einer Summation und/oder Differenzbildung S/D unterworfen werden. Gleichzeitig kann bei Bedarf eine Verstärkung oder Bedämpfung der gemittelten Signale in der Schaltung S/D vorgesehen sein.

[0011] Die bewerteten Signale 2 werden anschließend mit Signalschwellen S_1 und S_2 verglichen, deren Ausgangssignale einer Logik zur Auswertung zugeleitet werden. Optional kann auch das Signal 2 direkt der Logik zur Verfügung gestellt werden. Die in beide Richtungen weisenden Signalpfeile zwischen den Signalschwellen S_1 , S_2 und der Logik deuten an, daß die Signalschwellen auch von der Logik beeinflusst werden können. Es ist auch denkbar, mehrstufige Schwellen zu verwenden. Hieraus können die Signalamplituden feiner unterschieden und ausgewertet werden. Damit lassen sich auch die weichen von den harten Schichten einer Zielbedeckung trennen.

[0012] In der Logik werden dann die einlaufenden Signale einer zeit- und/oder ereignisbezogenen Bewertung unterzogen. Dies bedeutet, daß die Signale sowohl hinsichtlich ihrer Lage bzgl. des Zeitpunktes des Auftreffens auf das Ziel, als auch hinsichtlich der relativen Lage der Impulse zueinander und hinsichtlich des Vorzeichens der Impulse ausgewertet werden. Die Signalkurve 3 in Fig. 3 zeigt beispielhaft einen derartigen Impulszug, der aus dem gemittelten Signal (Kurve 2 in Fig. 3) mittels der Bewertung durch die Schwellen 4 und 5 entstanden ist und der dann in der Logik ausgewertet wird. Hierbei ist erkennbar, daß sowohl die Art der Beschleunigung bzw. Verzögerung über die Vorzeichen der Impulse auswertbar ist, als auch die Lage der Impulse bzgl. des Auftreffzeitpunktes und die Lage der Impulse untereinander als Repräsentation des Eintritts und des Austritts aus verschiedenen Schichten des

Ziels.

[0013] Die Logik gibt schließlich je nach der vorgegebenen logischen Verknüpfung der zeitlich- oder ereignisbedingten Signale ein Zündsignal Z an das Wirkmittel des Penetrators ab. Die Art der logischen Verknüpfung kann für den Fall, daß die zu durchdringenden Schichten bekannt sind, entsprechend gewählt werden. In den sonstigen Fällen wird die Verknüpfung so gewählt, daß eine möglichst große Wirkung erzielbar ist.

[0014] Die Fig. 4 zeigt schließlich schematisch vereinfacht ein Blockschaltbild einer digitalen Signalauswertung gemäß der Erfindung. Hierbei wird das analoge und i.a. vorgefilterte Ausgangssignal des Beschleunigungsaufnehmers B zuerst mittels eines Analog/Digital-Wandlers A/D in digitale Impulse umgewandelt. Das digitalisierte Signal wird in ein Schieberegister SR geleitet. Das Schieberegister SR ist in der Zeichnung in drei Blöcke unterteilt, die symbolisch für Zeitabschnitte stehen, in denen ältere oder jüngere Signalanteile selektiert werden. So beinhaltet derjenige Schieberegisterblock, der unmittelbar auf den Analog/Digital-Wandler A/D folgt, den jüngsten Anteil des Aufnehmersignals, während derjenige Block, der der Signalverarbeitungsschaltung ALU am nächsten ist, den ältesten Anteil des Aufnehmersignals enthält.

[0015] Die Mittelwertbildung und die Summation bzw. Differenzbildung erfolgt in einer Signalverarbeitungsschaltung ALU, die beispielsweise als Mikrorechner realisiert sein kann. Das Ausgangssignal der Signalverarbeitungsschaltung wird den Komparatoren K zugeleitet, deren Ausgangssignale einer Logik als Eingangsgrößen zur Verfügung gestellt werden. Dort werden diese Signale zeit- und/oder ereignisbezogen miteinander logisch verknüpft. Hieraus wird wiederum ein Zündsignal Z erzeugt.

[0016] Entsprechend Anspruch 11 kann die Verarbeitung der Ausgangssignale des Beschleunigungsaufnehmers B alternativ auch mittels Integration der Signale innerhalb der Zeitabschnitte $t_1 \dots t_2$ und $t_3 \dots t_4$ anstelle der Mittelwertbildung erfolgen. Die ermittelten Inhalte der Integrale werden anschließend dadurch einer Bewertung (S/D, ALU) unterworfen, daß jeweils die Differenzen aufeinander folgender Integralinhalte gebildet werden. Die weitere Signalverarbeitung erfolgt analog zu derjenigen mit der Mittelwertbildung, so daß hier auf eine ausführliche Beschreibung verzichtet werden kann.

Patentansprüche

1. Zündeinrichtung für Penetratoren, welche Aufnehmer für Beschleunigungskräfte, sowie eine Auswerteschaltung zur Verarbeitung der Aufnehmersignale aufweist, wobei bei der Bewertung Signale mit Signalschwellen verglichen werden und wobei bei deren Überschreitung Ausgangssignale erzeugt werden,

gekennzeichnet durch folgende Merkmale:

- nach erfolgter Inbetriebnahme der Zündeinrichtung des Penetrators beginnen Meßzyklen, die sich fortlaufend wiederholen, 5
 - innerhalb jedes der Meßzyklen wird das Ausgangssignal des Beschleunigungsaufnehmers (B) in mindestens zwei Zeitabschnitten ($t_1 \dots t_2$; $t_3 \dots t_4$), die zeitlich zueinander versetzt beginnen, einer Mittelwertbildung (M) unterzogen, 10
 - die in den Zeitabschnitten ($t_1 \dots t_2$; $t_3 \dots t_4$) gemessenen Mittelwerte werden anschließend einer Bewertung (S/D, ALU) unterworfen, 15
 - die Ausgangsgrößen (2) der Bewertung (S/D, ALU) werden zeit- und/oder ereignisbezogen logisch miteinander verknüpft, wobei aus der Verknüpfung (LOGIK) ein Zündsignal (Z) abgeleitet wird. 20
2. Einrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß das Aufnehmergeingangssignal über einen Bandpaß (BP) geführt wird. 25
 3. Einrichtung nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Zeitabschnitte ($t_1 \dots t_2$; $t_3 \dots t_4$) eine Länge aufweisen, die in Abhängigkeit von der Geschwindigkeit und/oder den zu durchdringenden Schichtdicken einstellbar ist. 30
 4. Einrichtung nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Zeitabschnitte ($t_1 \dots t_2$, $t_3 \dots t_4$) eine Länge von wenigen Millisekunden aufweisen. 35
 5. Einrichtung nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Zeitdifferenz zwischen den Startzeitpunkten (t_1 , t_3) eine Länge aufweist, die in Abhängigkeit von der Geschwindigkeit und/oder den zu durchdringenden Schichtdicken einstellbar ist. 40
 6. Einrichtung nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Zeitdifferenz zwischen den Startzeitpunkten (t_1 ; t_3) zweier aufeinander folgender Zeitintervalle wenige Millisekunden beträgt. 45
 7. Einrichtung nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Bewertung der Mittelwerte (M) mittels Summation und/oder Differenzbildung der den jeweiligen Zeitabschnitten zugeordneten Mittelwerte erfolgt. 50
 8. Einrichtung nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Bewertung der Ergebnisse der Summation bzw. Differenzbildung mittels Signalschwellen (S_1 , S_2) oder Komparatoren (K) erfolgt. 55
9. Einrichtung nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Ergebnisse der Summation bzw. Differenzbildung einer Gewichtung unterzogen werden.
 10. Einrichtung nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Gewichtung mittels jeweils einer Verstärkerstufe mit einstellbarer Verstärkung erfolgt.
 11. Zündeinrichtung für Penetratoren, welche Aufnehmer für Beschleunigungskräfte, sowie eine Auswerteschaltung zur Verarbeitung der Aufnehmersignale aufweist, wobei bei der Bewertung Signale mit Signalschwellen verglichen werden und wobei bei deren Überschreitung Ausgangssignale erzeugt werden, gekennzeichnet durch folgende Merkmale:
 - nach erfolgter Inbetriebnahme der Zündeinrichtung des Penetrators beginnen Meßzyklen, die sich fortlaufend wiederholen,
 - innerhalb jedes der Meßzyklen wird das Ausgangssignal des Beschleunigungsaufnehmers (B) in mindestens zwei Zeitabschnitten ($t_1 \dots t_2$; $t_3 \dots t_4$), die zeitlich zueinander versetzt beginnen, einer Integration unterzogen,
 - die in den Zeitabschnitten ($t_1 \dots t_2$; $t_3 \dots t_4$) ermittelten Integrale werden anschließend einer Bewertung (S/D, ALU) unterworfen,
 - die Ausgangsgrößen (2) der Bewertung (S/D, ALU) werden zeit- und/oder ereignisbezogen logisch miteinander verknüpft, wobei aus der Verknüpfung (LOGIK) ein Zündsignal (Z) abgeleitet wird.
 12. Einrichtung nach Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet**, daß das Aufnehmergeingangssignal über einen Bandpaß (BP) geführt wird.
 13. Einrichtung nach Anspruch 11 oder 12, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Zeitabschnitte ($t_1 \dots t_2$; $t_3 \dots t_4$) eine Länge aufweisen, die in Abhängigkeit von der Geschwindigkeit und/oder den zu durchdringenden Schichtdicken einstellbar ist.
 14. Einrichtung nach Anspruch 13, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Zeitabschnitte ($t_1 \dots t_2$, $t_3 \dots t_4$) eine Länge von wenigen Millisekunden aufweisen.
 15. Einrichtung nach wenigstens einem der Ansprüche 11 bis 14, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Zeitdifferenz zwischen den Startzeitpunkten (t_1 , t_3) eine Länge aufweist, die in Abhängigkeit von der Geschwindigkeit und/oder den zu durchdringenden

Schichtdicken einstellbar ist.

16. Einrichtung nach Anspruch 15, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Zeitdifferenz zwischen den Startzeitpunkten (t_1 ; t_3) zweier aufeinander folgender Zeitintervalle wenige Millisekunden beträgt. 5
17. Einrichtung nach wenigstens einem der Ansprüche 11 bis 16, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Bewertung der Integrale mittels Differenzbildung der den jeweiligen Zeitabschnitten zugeordneten Integralinhalte erfolgt. 10
18. Einrichtung nach Anspruch 17, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Bewertung der Ergebnisse der Differenzbildung mittels Schwellen (S_1 , S_2) oder Komparatoren (K) erfolgt. 15
19. Einrichtung nach Anspruch 17, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Ergebnisse der Differenzbildung einer Gewichtung unterzogen werden. 20
20. Einrichtung nach Anspruch 19, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Gewichtung mittels jeweils einer Verstärkerstufe mit einstellbarer Verstärkung erfolgt. 25

30

35

40

45

50

55

Fig.1

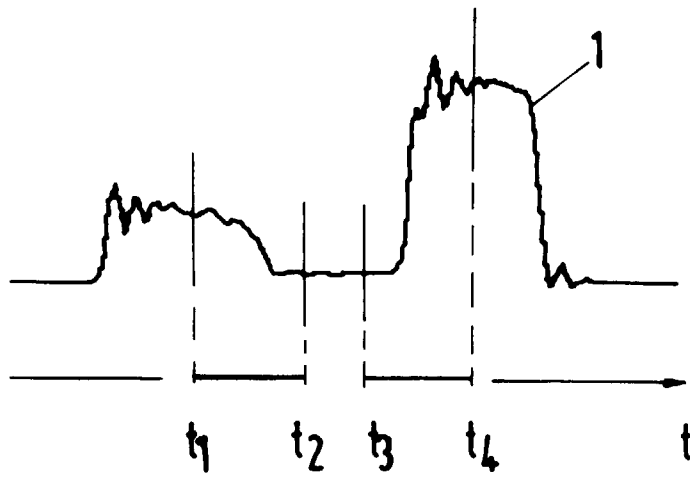
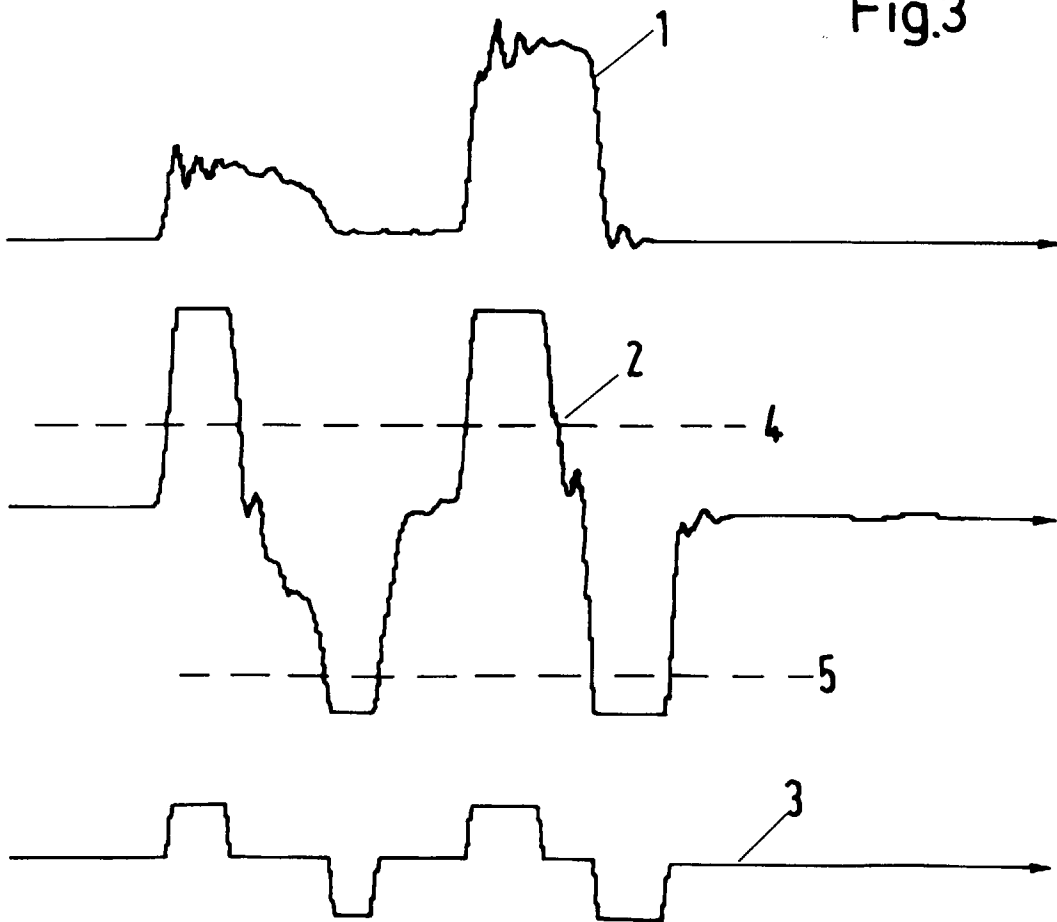


Fig.3



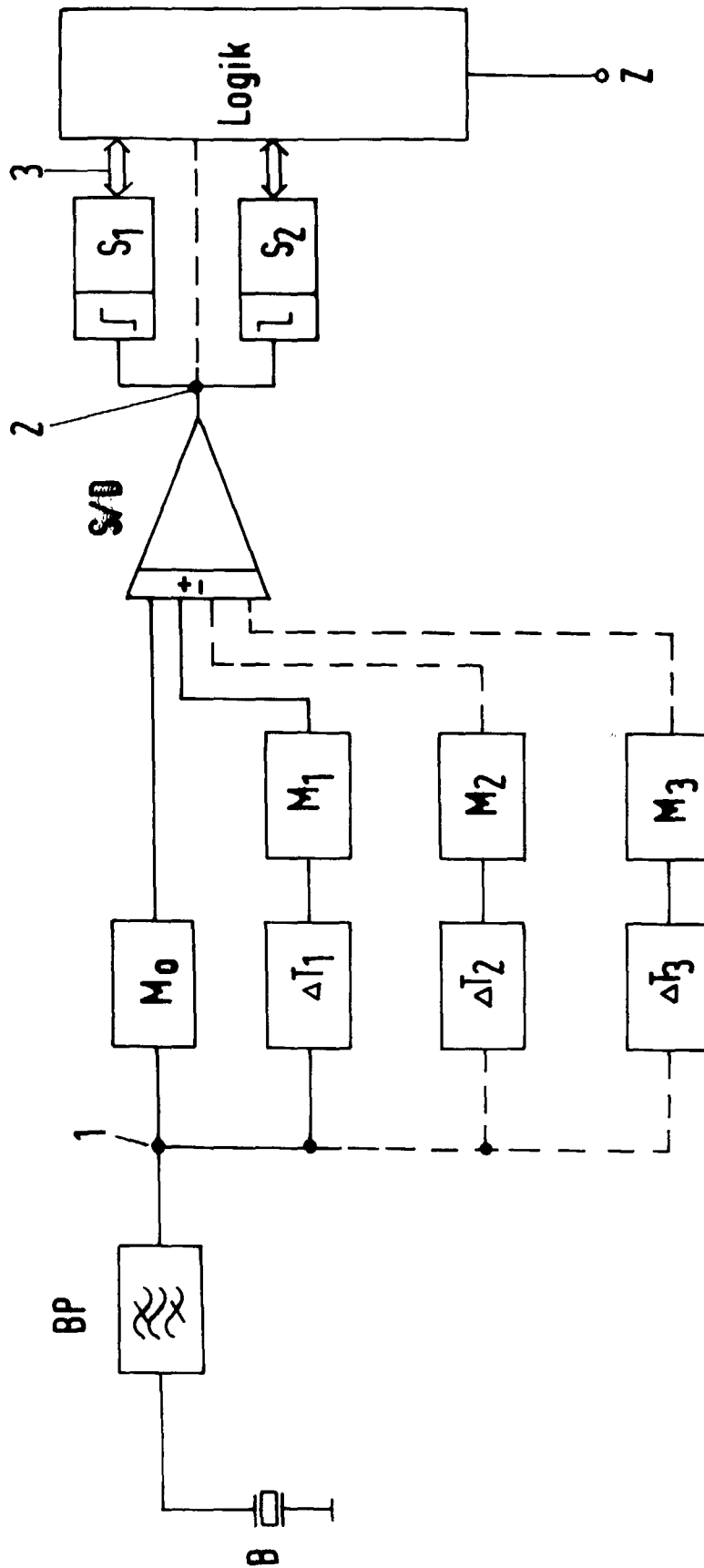


Fig.2

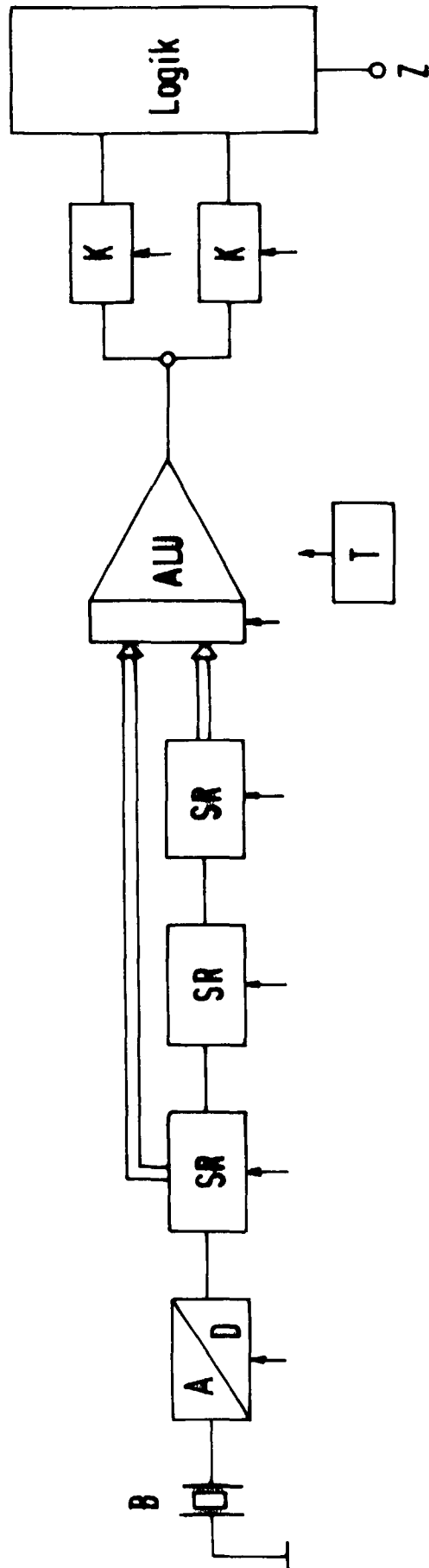


Fig.4