

DEUTSCHE DEMOKRATISCHE REPUBLIK



(12) Wirtschaftspatent

Erteilt gemäß § 17 Absatz 1 Patentgesetz

# PATENTCHRIFT

(19) **DD** (11) **229 257 A1**

4(51) H 03 K 3/295  
H 03 K 5/26

**AMT FÜR ERFINDUNGS- UND PATENTWESEN**

In der vom Anmelder eingereichten Fassung veröffentlicht

---

(21) WP H 03 K / 269 659 3 (22) 20.11.84 (44) 30.10.85

---

(71) VEB Geräte- und Regler-Werke, 1530 Teltow, Oderstraße 74/76, DD  
(72) Engel, Rainer, Dr.-Ing., DD

---

(54) **Flankensteiler Trigger**

---

(57) Die Erfindung bezieht sich auf einen Trigger mit hoher Flankensteilheit, der für Frequenz- und Periodendauermessungen sowie zur Zeitmessung nichtperiodischer Signale eingesetzt werden kann. Das Ziel der Erfindung besteht in einer extrem hohen Flankensteilheit. Die Aufgabe besteht u. a. darin, Umschaltverzögerungen wegen Übersättigung von Verstärkern zu vermeiden. Das Wesen der Erfindung besteht in einer Schaltungsanordnung aus zwei invertierenden Verstärkern. Der erste Verstärker besitzt eine Gegenkopplung, die nichtlineare Übertragungsglieder enthält. Der zweite Verstärker besitzt eine dynamische Rückkopplung. Vom Ausgang zum Eingang des Triggers ist eine Rückkopplung vorhanden, die über beide Verstärkerstufen als Mitkopplung wirkt. Ein mögliches Anwendungsgebiet ist der Einsatzfall als Komparator, z. B. für einen Sägezahn-A/D-Wandler. Fig. 1

ISSN 0433-6461

6 Seiten

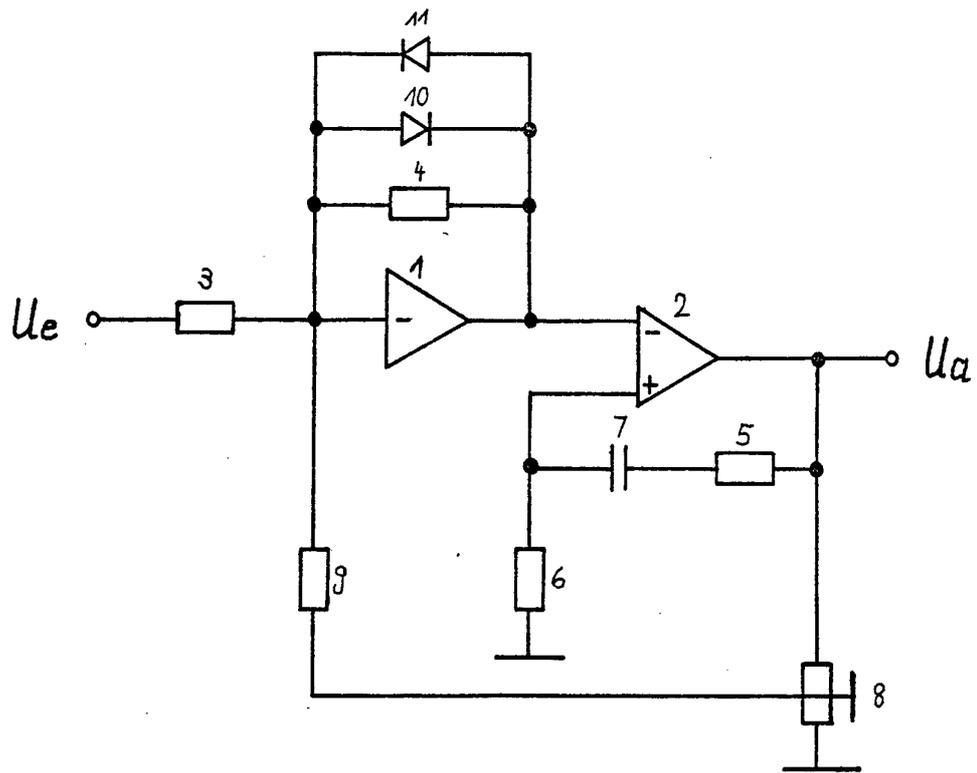


Fig. 1

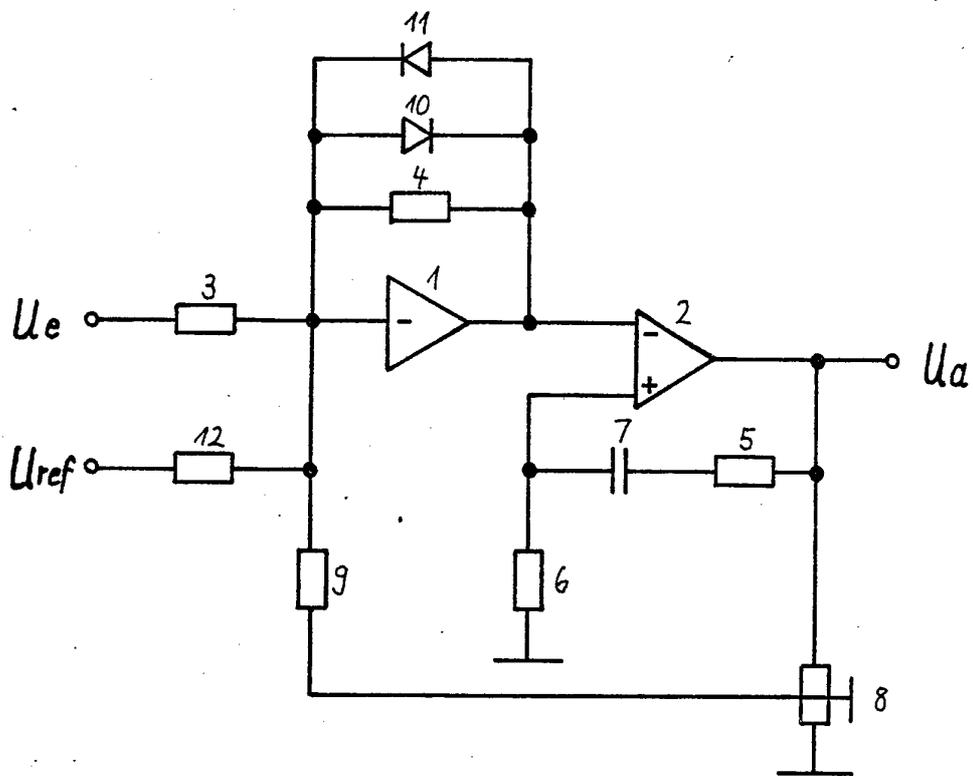


Fig. 2

Patentansprüche:

1. Flankensteiler Trigger mit Operationsverstärker mit positiver Rückkopplung, gekennzeichnet dadurch, daß ein invertierender Verstärker (1) mit einer Gegenkopplung (3, 4) den Eingang des Triggers bildet, daß die Gegenkopplung nichtlineare Mittel (10, 11) enthält, daß der Ausgang des Verstärkers (1) mit dem invertierenden Eingang des Verstärkers (2) verbunden ist, daß vom Ausgang des Verstärkers (2) zu seinem nichtinvertierenden Eingang eine dynamische Mitkopplung vorhanden ist, die aus den Widerständen (5, 6) und dem Kondensator (7) besteht, und daß der Ausgang des Verstärkers (2) den Ausgang des gesamten Triggers bildet, an dem ein Spannungsteiler (8) angeordnet ist, von dem der Widerstand (9) als positive Rückkopplung an den Eingang des Triggers geschaltet ist.
2. Flankensteiler Trigger mit Operationsverstärker mit positiver Rückkopplung, gekennzeichnet dadurch, daß die nichtlinearen Mittel der Gegenkopplung aus zwei antiparallel geschalteten Dioden (10, 11) bestehen.

Hierzu 1 Seite Zeichnung

Anwendungsgebiet der Erfindung

Die Erfindung betrifft eine Schaltungsanordnung zum Triggern von Signalen mit beliebigem Zeitverlauf. Als Ausgangssignal wird ein Binärsignal ausgegeben. Dieses Binärsignal weist im Vergleich zu bekannten Schaltungen eine sehr hohe Flankensteilheit auf. Aufgrund dieser Eigenschaft bietet sich ein Einsatz dieser Schaltung als Triggerstufe für Frequenz- und Periodendauermessung periodischer Signale sowie zur Zeitdauermessung von nichtperiodischen Signalen an. Ein weiteres Anwendungsgebiet des Triggers ist der Einsatzfall als Komparator, z. B. für einen Sägezahn-A/D-Wandler.

Charakteristik der bekannten technischen Lösungen

Triggerschaltungen zur Erzeugung von Rechtecksignalen aus Signalen mit beliebigem Zeitverlauf sind in vielen Varianten bekannt. Eine Möglichkeit besteht aus einem Verstärker mit zwei Transistorstufen

mit positiver Verstärkung, wobei der Ausgang des Verstärkers auf den Eingang rückgekoppelt ist. Eine andere Möglichkeit besteht im Einsatz eines Operationsverstärkers, bei dem durch eine äußere Beschaltung eine positive Rückkopplung eingestellt wird. Die bekannten Lösungen weisen aufgrund der Großsignalaussteuerung sowie der begrenzten endlichen maximalen Anstiegsgeschwindigkeit der Verstärkerausgangsspannung und aufgrund der durch die positive Mitkopplung verursachten eingangsseitigen Übersteuerung den Nachteil auf, daß für die Anwendung zur Zeit- und Periodendauermessung in vielen Fällen die Flankensteilheit zu gering und die Umschaltverzögerungszeit zu groß ist. Für die Anwendung zur Zeit- und Periodendauermessung sind digitale Schaltkreise mit Triggereingang bekannt. Diese weisen im allgemeinen keine Möglichkeit zur variablen Einstellung der Eingangshysteresespannung auf, welches z. B. bei Übertragungstechnischen Anwendungen zur adaptiven Anpassung an einen im konkreten Anwendungsfall vorliegenden Signal-Störungsabstand wünschenswert wäre.

#### Ziel der Erfindung

Das Ziel der Erfindung besteht in einem Trigger für die im Anwendungsgebiet der Erfindung beschriebenen Einsatzfälle, der im Vergleich zu den bekannten Schaltungen eine extrem hohe Flankensteilheit aufweist. Es soll eine Verbesserung des Signal-Störabstandes erreicht werden.

#### Wesen der Erfindung

Die Aufgabe, die durch die Erfindung gelöst werden soll, besteht darin, einen Trigger mit hoher Flankensteilheit zu entwickeln, bei dem insbesondere Umschaltverzögerungen wegen Übersättigung der Verstärker vermieden werden.

Das Wesen der Erfindung besteht in der im folgenden beschriebenen Schaltungsanordnung.

Der Eingang des Triggers wird von einem ersten, invertierenden Verstärker mit Gegenkopplung gebildet. Die Gegenkopplung enthält nicht-lineare Übertragungsglieder, die die rückgekoppelte Spannung bei Großsignalaussteuerung begrenzen. Der Ausgang des ersten Verstärkers ist mit dem invertierenden Eingang eines zweiten Verstärkers verbunden. Der zweite Verstärker besitzt eine dynamische Mitkopplung.

Diese besteht aus einer Reihenschaltung von einem Kondensator und einem Widerstand, die den Verstärkerausgang mit dem nichtinvertierenden Eingang verbindet, und aus einem weiteren Widerstand, der vom nichtinvertierenden Eingang nach Masse geschaltet ist. Der Verstärkerausgang des zweiten Verstärkers bildet für den gesamten Trigger den Ausgang, von dem eine Rückkopplung an den Eingang des Triggers vorhanden ist, die über beide Verstärkerstufen als Mitkopplung wirksam ist. Dazu ist am Ausgang des Triggers ein Spannungsteiler angeordnet, von dem ein Widerstand an den Eingang des Triggers geschaltet ist. Damit besitzt der Trigger sowohl eine statische positive Rückkopplung über beide Verstärkerstufen als auch eine dynamische Mitkopplung an einer Verstärkerstufe.

Der Trigger weist folgende Charakteristika auf:

- Erhöhung des Signal-Störabstandes durch nichtlineare Verstärker
- extrem hohe Flankensteilheit der Triggerausgangsspannung durch zweifache Mitkopplung.

#### Ausführungsbeispiel

Figur 1 zeigt einen Spannungstrigger mit Hysterese. Die Schaltungsanordnung besteht aus einem invertierenden Verstärker 1 mit hohem Verstärkungsfaktor. Die Eingangsspannung wird über den Widerstand 3 dem Verstärker 1 zugeführt. Über den Widerstand 4 wird die Verstärkerausgangsspannung auf den Eingang als Gegenkopplungsspannung zurückgeführt. Parallel zu dem Widerstand 4 liegen die beiden Dioden 10 und 11, die Kathoden-Diodenstrecken sind jeweils antiparallel verschaltet. Bei kleinen Eingangsspannungen bzw. Ausgangsspannungen (Ausgangsspannung des Verstärkers 1 ist kleiner als die Flußspannung der gerade in Durchlaßrichtung betriebenen Diode 10 bzw. 11) wird der Verstärkungsfaktor des gegengekoppelten invertierenden Verstärkers in bekannter Weise durch das Verhältnis der Widerstandswerte der Widerstände 4 und 3 festgelegt. Dieses Verhältnis und damit der Verstärkungsfaktor werden entsprechend groß gewählt, so daß bereits kleine Änderungen der Eingangsspannung relativ große Änderungen der Ausgangsspannung des Verstärkers 1 bewirken. Ausgangsspannungen, die betragsmäßig größer sind als die Flußspannung der jeweils leitenden Diode 10 bzw. 11 werden durch die Dioden auf den Betrag der Flußspannung begrenzt. Dadurch wird

erreicht, daß der Verstärker 1 auch bei vergleichsweise großen Eingangsspannungen nur im Kleinsignalaussteuerungsbereich betrieben wird. Dadurch wird der Einfluß der endlichen Slew-Rate des eingesetzten Verstärkers auf die Flankensteilheit des Ausgangssignals der gesamten Triggerschaltung verringert. Das Ausgangssignal des Verstärkers 1 ist auf den invertierenden Eingang des nachfolgenden Verstärkers 2 aufgeschaltet. Dieser ist über die Widerstände 5 und 6 sowie den Kondensator 7 dynamisch mitgekoppelt, d. h., die Mitkopplung ist nur bei einer entsprechenden Änderung der Ausgangsspannung des Verstärkers 1 wirksam, dadurch werden dem Verstärker 2 günstige dynamische Eigenschaften, wie z. B. eine geringe Umschaltverzögerungszeit, verliehen. Das Ausgangssignal des Verstärkers 2, das gleichzeitig das Ausgangssignal der gesamten Triggerschaltung darstellt, wird als Spannungsabgriff vom Einstellwiderstand 8 über den Widerstand 9 auf den Eingang des Verstärkers 1 aufgeschaltet. Damit wird durch die Phasendrehung von jeweils  $-180^\circ$  in den Verstärkern 1 bzw. 2 eine Mitkopplung in der gesamten Schaltungsanordnung bewirkt, so daß die Schaltungsanordnung als Trigger arbeitet, dessen Eingangshysteresespannung durch den Einstellwiderstand 8 oder einen entsprechenden festen Spannungsteiler bestimmt ist. Anstelle einer Eingangsspannung kann auch ein Stromsignal verarbeitet werden, in diesem Fall erfolgt eine direkte Signaleinspeisung am invertierenden Eingang von Verstärker 1. Figur 2 zeigt wie die beschriebene Triggerschaltung als Komparatorschaltung betrieben werden kann. Zu diesem Zweck wird über den Widerstand 12 eine zweite Eingangssignalspannung auf den Eingang des invertierenden Verstärkers 1 aufgeschaltet. Die jeweilige erweiterte Schaltungsanordnung gemäß Figur 1 arbeitet dann als schneller Komparator mit Hysterese. Voraussetzung für die Funktion der Schaltungsanordnung ist jedoch, daß die beiden Signaleingangsspannungen entgegengesetzte Polarität aufweisen. Ansonsten gelten für die Beschreibung einer derartigen Schaltungsanordnung die bereits für Figur 1 gemachten Ausführungen.