



(12) Ausschließungspatent

(11) DD 287 648 A5

Erteilt gemäß § 17 Absatz 1
Patentgesetz der DDR
vom 27.10.1983
in Übereinstimmung mit den entsprechenden
Festlegungen im Einigungsvertrag

5(51) A 61 B 5/04

DEUTSCHES PATENTAMT

In der vom Anmelder eingereichten Fassung veröffentlicht

(21)	DD A 61 B / 332 461 4	(22)	08.09.89	(44)	07.03.91
(71)	VEB Transformatoren- und Röntgenwerk „Hermann Matern“, Overbeckstraße 48, O - 8030 Dresden, DE				
(72)	Geistert, Wolfgang, Dr.-Ing.; Tietze, Ulrich, Dipl.-Ing.; Witte, Joachim, Prof. Dr. sc. med.; Bondke, Hansjürgen, Dr. med., DE				
(73)	VEB Transformatoren- und Röntgenwerk „Hermann Matern“, O - 8030 Dresden; Humboldt-Universität, Bereich Medizin (Charité), O - 1040 Berlin, DE				
(54)	Verfahren und Schaltungsanordnung zur Bewertung von amplitudenklassifizierten Signalen				

(55) Bewertungsverfahren; Bewertungsschaltungsanordnung; Signale, amplitudenklassifiziert; EKG-Signale; Vor/Rückwärtszähler; Steuerschaltung; Takt-Torschaltung; Komparatoren; RS-Flipflop; Defibrillator; Kardioverter, implantierbar

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Schaltungsanordnung zur Bewertung von amplitudenklassifizierten Signalen, vornehmlich EKG-Signalen. Erfindungswesentlich ist, daß ein vorverarbeitetes Klassifizierungssignal die Zählrichtung eines Vor/Rückwärtszählers steuert und daß eine Steuerschaltung mittels einer Takt-Torschaltung auf den Takteingang des Zählers für den Fall des Vorwärtszählens ein erstes Taktsignal und für den Fall des Rückwärtszählens ein zweites Taktsignal schaltet sowie den Takt beim Erreichen eines Maximal- bzw. Minimalwertes für die entsprechende Zählrichtung sperrt und daß ferner der Zählerstand mit Hilfe zweier Komparatoren mit zwei Schwellwerten verglichen wird und die Komparatoren auf ein RS-Flipflop arbeiten. Das Ausgangssignal des RS-Flipflops zeigt schließlich an, ob das Klassifizierungssignal über einen längeren Zeitraum hinweg, bezogen auf das Frequenzverhältnis der beiden Taktsignale, auf überwiegend niedrigem oder überwiegend hohem Potential lag. Die Schaltungsanordnung ist beispielsweise in automatischen implantierbaren Defibrillatoren/Kardiovertern einsetzbar und dient dabei der Erkennung krankhaft veränderter Kurvenformen von EKG-Signalen und damit einer lebensbedrohlichen Herzrhythmusstörung.

Patentansprüche:

1. Verfahren zur Bewertung von amplitudenklassifizierten Signalen, vornehmlich EKG-Signalen, **gekennzeichnet dadurch**,
 - daß ein vorverarbeitetes Klassifizierungssignal (F) die Zählrichtung eines Vor/Rückwärtszählers (Z) steuert,
 - daß eine Steuerschaltung (ST) mittels einer Takt-Torschaltung (T) ein erstes Taktsignal (T 1) auf den Takteingang des Vor/Rückwärtszählers (Z) schaltet, wenn dieser auf Vorwärtszählen gestellt ist bzw. ein zweites Taktsignal (T 2) auf den Takteingang des Vor/Rückwärtszählers (Z) schaltet, wenn dieser auf Rückwärtszählen gestellt ist,
 - daß die Steuerschaltung (ST) den Takt für den Vor/Rückwärtszähler (Z) ganz sperrt, wenn dieser seinen Maximalwert erreicht hat und weiterhin auf Vorwärtszählen gestellt ist bzw. seinen Minimalwert erreicht hat und weiterhin auf Rückwärtszählen gestellt ist,
 - daß ein erster digitaler Komparator (K 1) den Zählerstand (N) des Vor/Rückwärtszählers (Z) mit einem ersten Schwellwert (S 1) vergleicht und ein Signal abgibt, welches ein RS-Flipflop (RS) setzt, wenn der Zählerstand (N) größer als bzw. gleich dem ersten Schwellwert (S 1) ist,
 - daß ein zweiter digitaler Komparator (K 2) den Zählerstand (N) mit einem zweiten Schwellwert (S 2) vergleicht und ein Signal abgibt, welches das RS-Flipflop (RS) rücksetzt, wenn der Zählerstand (N) kleiner als der zweite Schwellwert (S 2) ist,
 - daß der erste Schwellwert (S 1) größer als der zweite Schwellwert (S 2) ist und
 - daß das Ausgangssignal des RS-Flipflops (RS) gleichzeitig das Ausgangssignal (A) der Bewertungsschaltung darstellt, welches anzeigt, ob das Klassifizierungssignal (F) über einen längeren Zeitraum hinweg, bezogen auf das Frequenzverhältnis der beiden Taktsignale (T 1, T 2), überwiegend niedriges oder überwiegend hohes Potential zeigte.
2. Schaltungsanordnung zur Bewertung von amplitudenklassifizierten Signalen, vornehmlich EKG-Signalen, **gekennzeichnet dadurch**,
 - daß ein Vor/Rückwärtszähler (Z) und eine Steuerschaltung (ST) vorgesehen sind, die eingangsseitig mit einem vorverarbeiteten Klassifizierungssignal (F) beaufschlagt sind,
 - daß ein zweiter Eingang des Vor/Rückwärtszählers (Z) mit dem Ausgang einer Takt-Torschaltung (T) verbunden ist,
 - daß die Takt-Torschaltung (T) zwei Eingänge aufweist, denen jeweils ein Taktsignal (T 1 bzw. T 2) zugeführt ist, während ein dritter Eingang mit dem Ausgang der Steuerschaltung (ST) verbunden ist,
 - daß die Steuerschaltung (ST) eingangsseitig an den Ausgang des Vor/Rückwärtszählers (Z) geschaltet ist,
 - daß ein erster digitaler Komparator (K 1) vorgesehen ist, der eingangsseitig mit dem Ausgang des Vor/Rückwärtszählers (Z) verbunden und dem ein erster Schwellwert (S 1) zugeführt ist und der ausgangsseitig auf den ersten Eingang eines RS-Flipflops (RS) arbeitet und
 - daß ein zweiter digitaler Komparator (K 2) vorgesehen ist, der eingangsseitig mit dem Ausgang des Vor/Rückwärtszählers (Z) verbunden und dem ein zweiter Schwellwert (S 2) zugeführt ist und der ausgangsseitig auf den zweiten Eingang des RS-Flipflops (RS) arbeitet.
3. Schaltungsanordnung nach Anspruch 2, **gekennzeichnet dadurch**, daß die Schwellwerte (S 1, S 2) und/oder die Frequenzen der beiden Taktsignale (T 1, T 2) programmierbar sind.
4. Schaltungsanordnung nach Anspruch 2, **gekennzeichnet dadurch**, daß die Frequenzen der beiden Taktsignale (T 1, T 2) gleich sind.
5. Schaltungsanordnung nach Anspruch 2, **gekennzeichnet dadurch**, daß sie in integrierter CMOS-Technologie ausgebildet ist.

Hierzu 1 Seite Zeichnungen

Anwendungsgebiet der Erfindung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Schaltungsanordnung zur Bewertung von amplitudenklassifizierten Signalen, vornehmlich EKG-Signalen. Ein derartiges Verfahren bzw. eine solche Schaltungsanordnung dient der Erkennung krankhaft veränderter Kurvenformen von EKG-Signalen und damit einer lebensbedrohlichen Herzrhythmusstörung. Die Schaltungsanordnung kann in automatischen implantierbaren Defibrillatoren/Kardioverttern eingesetzt werden.

Charakteristik des bekannten Standes der Technik

Es ist bekannt, in automatischen implantierbaren Defibrillatoren/Kardiovertern u. a. Schaltungen einzusetzen, die es ermöglichen, eine lebensbedrohliche Herzrhythmusstörung durch Analyse der EKG-Kurvenform festzustellen. Betrachtet man den EKG-Spannungsverlauf bei normaler Herzfunktion, so stellt man fest, daß sich das EKG-Signal den überwiegenden Teil der Zeit in der Nähe der Nulllinie aufhält. Bei ventrikulärer Tachykardie, Kammerflattern oder Kammerflimmern hingegen verringert sich dieser, d. h., der Anteil des Signals, der sich außerhalb eines relativ schmalen Bandes um die Nulllinie befindet, nimmt zu. Die Tatsache, ob sich das Signal innerhalb oder außerhalb des Nullbandes befindet, kann durch einen Fensterkomparator festgestellt werden. Die Bewertung des Ausgangssignals des Fensterkomparators, welches das Klassifizierungssignal darstellt, wurde bisher, so vorgenommen, daß ein analog arbeitender Integrator in Form eines entsprechend beschalteten Operationsverstärkers vorgesehen wurde, der das Klassifizierungssignal bezogen auf eine erste Bezugsspannung integrierte (US 4184493, US 4202340, DT 2643901 A 1). Dem Integrator ist dabei ein analoger Komparator mit Hysterese nachgeschaltet, dessen Ausgang hohes Potential führt, wenn die Ausgangsspannung des Integrators eine bestimmte Schwelle überschreitet und dessen Ausgang niedriges Potential führt, wenn der Ausgang des Integrators eine zweite niedrigere Schwelle unterschreitet. Die beiden Schwellen werden von einer zweiten Bezugsspannung und der Beschaltung des analogen Komparators bestimmt. Hält sich das EKG-Signal plötzlich den größeren Teil der Zeit außerhalb des Nullbandes auf, so führt der Ausgang des Fensterkomparators den größten Teil der Zeit hohes Potential und die Ausgangsspannung des Integrators steigt sukzessive an. Erreicht die Ausgangsspannung des Integrators den Schwellwert des analogen Komparators, so schaltet dessen Ausgang auf hohes Potential und zeigt damit das Vorliegen einer lebensbedrohlichen Herzrhythmusstörung an. Die eben genannte Bewertungsschaltung weist mehrere Nachteile auf: Erstens reagiert sie empfindlich auf Temperatur- und Versorgungsspannungsschwankungen. Zweitens sind Integrationsparameter und Komparatorhysterese schwer nachträglich änderbar bzw. programmierbar zu gestalten. Drittens weist die Schaltung aufgrund ihrer analogen Arbeitsweise einen relativ hohen Stromverbrauch auf. Und viertens ist sie aufgrund des notwendigen Integrationskondensators nicht vollständig integrierbar.

Ziel der Erfindung

Die Erfindung verfolgt das Ziel, insbesondere zum Zwecke der Erkennung krankhaft veränderter Kurvenformen und damit einer lebensbedrohlichen Herzrhythmusstörung, ein verbessertes Verfahren zur Bewertung von amplitudenklassifizierten Signalen, vornehmlich EKG-Signalen, sowie eine Schaltungsanordnung zur Durchführung eines derartigen Verfahrens anzugeben, die sich gegenüber bekannten Lösungen durch eine größere Zuverlässigkeit auszeichnet, flexibel einsetzbar ist sowie kostengünstiger hergestellt werden kann.

Darlegung des Wesens der Erfindung

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren und eine Schaltungsanordnung der eingangs genannten Art zu schaffen, die nicht mit den genannten Mängeln der bekannten Lösungen behaftet sind. Insbesondere soll die Schaltung unempfindlich gegenüber Temperatur- und Versorgungsspannungsschwankungen sein, auf einfache Art programmiert werden können, einen niedrigen Stromverbrauch aufweisen sowie vollständig integrierbar sein.

Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe dadurch gelöst, daß ein vorverarbeitetes Klassifizierungssignal die Zählrichtung eines Vor/Rückwärtszählers steuert, daß eine Steuerschaltung mittels einer Takt-Torschaltung ein erstes Taktsignal auf den Takteingang des Vor/Rückwärtszählers schaltet, wenn dieser auf Vorwärtszählen gestellt ist bzw. ein zweites Taktsignal auf den Takteingang des Vor/Rückwärtszählers schaltet, wenn dieser auf Rückwärtszählen gestellt ist, daß die Steuerschaltung den Takt für den Vor/Rückwärtszähler ganz sperrt, wenn dieser seinen Maximalwert erreicht hat und weiterhin auf Vorwärtszählen gestellt ist bzw. seinen Minimalwert erreicht hat und weiterhin auf Rückwärtszählen gestellt ist, daß ein erster digitaler Komparator den Zählerstand des Vor/Rückwärtszählers mit einem ersten Schwellwert vergleicht und ein Signal abgibt, welches ein RS-Flipflop setzt, wenn der Zählerstand größer als bzw. gleich dem ersten Schwellwert ist, daß ein zweiter digitaler Komparator den Zählerstand mit einem zweiten Schwellwert vergleicht und ein Signal abgibt, welches das RS-Flipflop rücksetzt, wenn der Zählerstand kleiner als der zweite Schwellwert ist, daß der erste Schwellwert größer als der zweite Schwellwert ist und daß das Ausgangssignal des RS-Flipflops gleichzeitig das Ausgangssignal der Bewertungsschaltung darstellt, welches anzeigt, ob das Klassifizierungssignal über einen längeren Zeitraum hinweg, bezogen auf das Frequenzverhältnis der beiden Taktsignale, überwiegend niedriges oder überwiegend hohes Potential zeigte.

Die Aufgabe wird des weiteren durch eine Schaltungsanordnung zur Durchführung eines derartigen Verfahrens erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß ein Vor/Rückwärtszähler und eine Steuerschaltung vorgesehen sind, die eingangsseitig mit einem vorverarbeiteten Klassifizierungssignal beaufschlagt sind, daß ein zweiter Eingang des Vor/Rückwärtszählers mit dem Ausgang einer Takt-Torschaltung verbunden ist, daß die Takt-Torschaltung zwei Eingänge aufweist, denen jeweils ein Taktsignal zugeführt ist, während ein dritter Eingang mit dem Ausgang der Steuerschaltung verbunden ist, daß die Steuerschaltung eingangsseitig an den Ausgang des Vor/Rückwärtszählers geschaltet ist, daß ein erster digitaler Komparator vorgesehen ist, der eingangsseitig mit dem Ausgang des Vor/Rückwärtszählers verbunden und dem ein erster Schwellwert zugeführt ist und der ausgangssseitig auf den ersten Eingang eines RS-Flipflops arbeitet und daß ein zweiter digitaler Komparator vorgesehen ist, der eingangsseitig mit dem Ausgang des Vor/Rückwärtszählers verbunden und dem ein zweiter Schwellwert zugeführt ist und der ausgangssseitig auf den zweiten Eingang des RS-Flipflops arbeitet.

Eine vorteilhafte Ausbildungsform der Erfindung sieht vor, daß die Schwellwerte und/oder die Frequenzen der beiden Taktsignale programmierbar sind.

Es hat sich ferner als günstig erwiesen, daß die Frequenzen der beiden Taktsignale gleich sind.

Außerdem ist es von Vorteil, daß die Schaltungsanordnung in integrierter CMOS-Technologie ausgebildet ist.

Da die Schaltung digital arbeitet, zeigt sie in den für die Herstellungstechnologie zugelassenen Bereichen keine Abhängigkeiten von der Temperatur und von der Versorgungsspannung. Außerdem kann durch die digitale Arbeitsweise im Zusammenhang mit einer geeigneten Herstellungstechnologie, z. B. CMOS, eine sehr geringe Verlustleistung erzielt werden. Die erfindungsgemäße Schaltung ist vollständig integrierbar.

Ausführungsbeispiel

Die Erfindung soll nachstehend an einem Ausführungsbeispiel näher erläutert werden. In der zugehörigen Zeichnung zeigen

Fig. 1: eine erfindungsgemäße Schaltungsanordnung zur Bewertung von amplitudenklassifizierten EKG-Signalen und

Fig. 2: (a) ein mögliches EKG-Signal, d. h. das Eingangssignal eines Fensterkomparators

(b) ein daraus abgeleitetes Klassifizierungssignal F

(c) den daraus resultierenden Zählerstand N eines Vor/Rückwärtszählers sowie

(d) ein daraus resultierendes Ausgangssignal A eines RS-Flipflops und damit der Bewertungsschaltung

Die beispielhafte Schaltungsanordnung (Fig. 1) besteht aus einem Vor/Rückwärtszähler Z, zwei digitalen Komparatoren K1 und K2, einem RS-Flipflop RS, einer Takt-Torschaltung T und einer Steuerschaltung ST.

Ein von einem Fensterkomparator kommendes und vorverarbeitetes, z. B. synchronisiertes, Klassifizierungssignal F zeige beispielsweise niedriges Potential, wenn sich das Eingangssignal des Fensterkomparators in der Nähe der Nulllinie, d. h. innerhalb eines schmalen Bandes um die Nulllinie, aufhält (Fig. 2 [a] und Fig. 2 [b]). Ansonsten zeige das Klassifizierungssignal F hohes Potential. Das Klassifizierungssignal F steuert die Zählrichtung des Vor/Rückwärtszählers Z, so daß dieser mit jedem Taktimpuls beispielsweise vorwärts zählt, wenn der Fensterkomparator hohes Potential liefert und mit jedem Taktimpuls beispielsweise rückwärts zählt, wenn der Fensterkomparator niedriges Potential liefert (Fig. 2 [b] und Fig. 2 [c]). Die Steuerschaltung ST sperrt den Zählertakt mittels der Takt-Torschaltung T, wenn der Vor/Rückwärtszähler Z seinen Maximalwert erreicht hat und weiterhin auf Vorwärtszählen gestellt ist bzw. seinen Minimalwert erreicht hat und weiterhin auf Rückwärtszählen gestellt ist, so daß ein Zählen über den Maximal- bzw. Minimalwert hinaus verhindert wird (Fig. 2 [c]). Weiterhin leitet die Steuerschaltung ST mittels der Takt-Torschaltung T ein erstes Taktsignal T1 auf den Takteingang des Zählers, wenn dieser auf Vorwärtszählen gestellt ist bzw. ein zweites Taktsignal T2 auf den Takteingang des Zählers, wenn dieser auf Rückwärtszählen gestellt ist. Die Frequenzen der beiden Taktsignale können verschieden und programmierbar sein. Durch das Frequenzverhältnis wird die Bewertung der Logikpegel des vom Fensterkomparator kommenden Klassifizierungssignals bestimmt. Sind beide Taktfrequenzen gleich, so werden beide Logikpegel gleich bewertet, indem der Zähler Z gleich schnell vorwärts bzw. rückwärts zählt. Der Zählerstand N des Vor/Rückwärtszählers Z wird von zwei digitalen Komparatoren K1 und K2 mit zwei Schwellwerten S1 und S2, welche programmierbar sein können, verglichen. Überschreitet oder erreicht der Zählerstand N des Vor/Rückwärtszählers Z den ersten Schwellwert S1, so liefert der erste Komparator K1 ein Ausgangssignal, welches das RS-Flipflop RS setzt. Unterschreitet der Zählerstand N den zweiten Schwellwert S2, so liefert der zweite digitale Komparator K2 ein Ausgangssignal, welches das RS-Flipflop RS zurücksetzt (Fig. 2 [c] und Fig. 2 [d]). Der erste Schwellwert S1 ist normalerweise größer als der zweite Schwellwert S2. Wären beide Schwellwerte gleich, so arbeitete die Schaltung ohne Hysterese. Der Zählumfang des Vor/Rückwärtszählers, die Frequenzen der beiden Taktsignale und die beiden Schwellwerte sind so aufeinander abgestimmt, daß das Ausgangssignal des RS-Flipflops, welches gleichzeitig das Ausgangssignal A der Bewertungsschaltung darstellt, erst dann wechselt, wenn das vom Fensterkomparator kommende Klassifizierungssignal F mehrere Perioden lang eine bestimmte Verschiebung zugunsten hohem bzw. niedrigem Eingangspegel zeigt, so daß eine Mittelwertbildung zu verzeichnen ist. Zur Bewertung der Klassifizierung eines EKG-Signals, dessen Periodendauer i. a. kleiner als 1 s ist, könnten beide Taktfrequenzen beispielsweise 64 Hz betragen und der Vor/Rückwärtszähler einen Zählumfang von 256 haben. Die Schwelle S1 könnte 255 und die Schwelle S2 128 sein. Die Minimalzeit, die der Zähler benötigt, um vom Minimalwert zum Maximalwert bzw. umgekehrt zu zählen, beträgt in diesem Fall 4 s. Das Klassifizierungssignal F müßte dann allerdings ununterbrochen hohes bzw. niedriges Potential aufweisen. Im praktischen Anwendungsfall wird der Klassifizierungssignalpegel aber zumindest kurzzeitig wechseln (Fig. 2 [b]), so daß der Vor/Rückwärtszähler kurzzeitig in die Gegenrichtung zählt (Fig. 2 [c]) und die Ansprechzeit der Schaltung etwas verlängert wird. Das Ausgangssignal A zeigt letztlich an, ob sich das zu analysierende Eingangssignal über einen längeren Zeitraum hinweg, bezogen auf das Frequenzverhältnis der beiden Taktsignale T1 und T2, länger in der Nähe der Nulllinie oder länger außerhalb eines bestimmten Bandes um die Nulllinie aufgehalten hat.

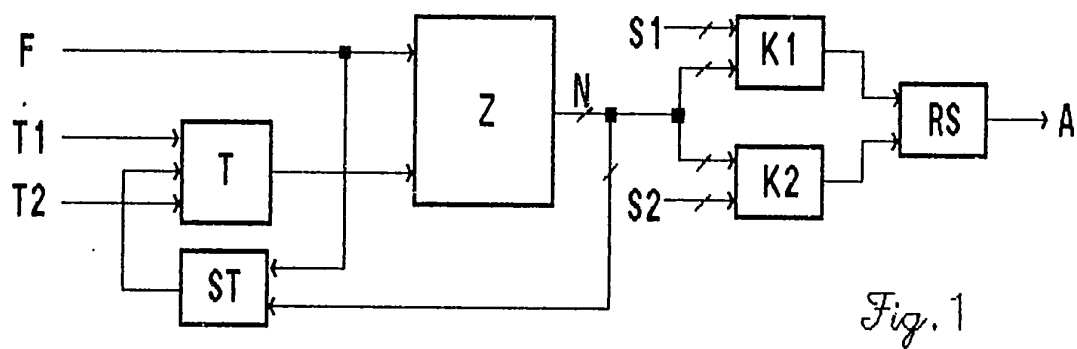


Fig. 1

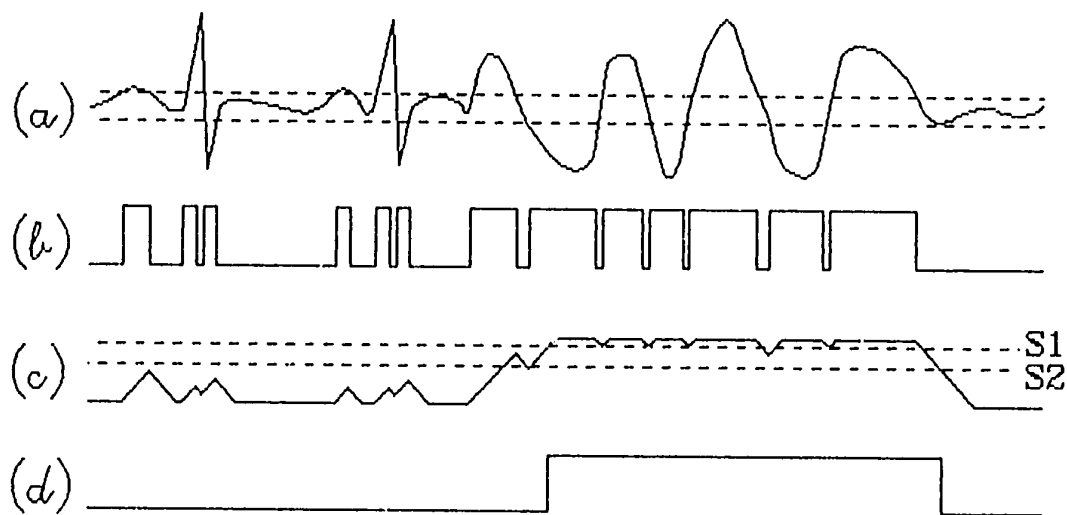


Fig. 2