



AMT FÜR ERFINDUNGS- UND PATENTWESEN

(21) WP H 04 B / 278 697 2

(22) 17.07.85

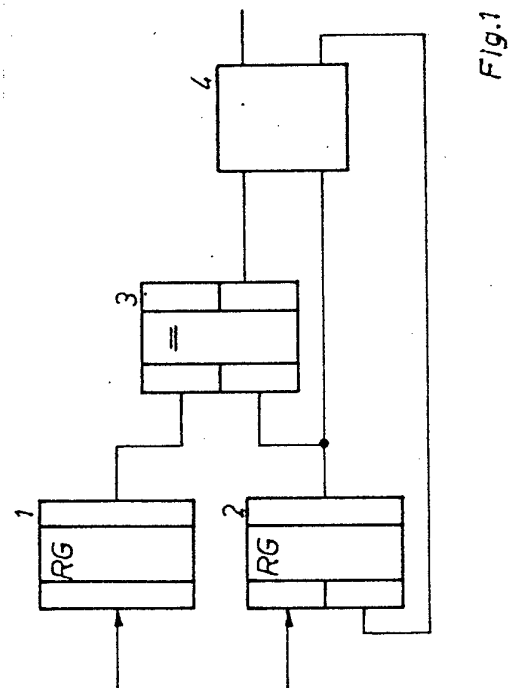
(45) 21.10.87

(71) Deutsche Post, RFZ, Agastrasse, Berlin, 1199, DD

(72) Hoeg, Wolfgang, Dipl.-Ing., DD

(54) Schaltungsanordnung zur störungsfreien Umschaltung von digitalen Tonsignalen

(57) Die Erfindung bezieht sich auf das Gebiet der Tonstudiotechnik und speziell auf die Vermeidung von Störungen bei der Umschaltung von digitalen Tonsignalen. Mit dem Ziel, hohen Aufwand und Verzerrungen zu vermeiden, bestand für die Erfindung die Aufgabe darin, Ein- und Ausblendvorgänge und multiplizierende Signalprozessoren zu vermeiden und auf die Entstehungsursachen der Knackstörungen einzuwirken. Dies erreicht die Erfindung mit einer Schaltungsstruktur, die aus zwei Speichereinrichtungen an den Digitalsignaleingängen, einer nachgeschalteten Vergleichseinrichtung und einer Verknüpfungsschaltung besteht, deren Eingänge mit einem Speicherausgang und dem Ausgang der Vergleichseinrichtung verbunden sind und deren Ausgänge an einem Speichereinrichtungseingang und den Ausgang für das die Umschaltung auslösende Signal liegen. Fig. 1



Erfindungsanspruch:

1. Schaltungsanordnung zur störungsfreien Umschaltung von digitalen Tonsignalen, bestehend aus Speichereinrichtungen und einer Vergleichseinrichtung, **gekennzeichnet dadurch**, daß die Eingänge einer Vergleichseinrichtung (3) mit den Ausgängen von Speichereinrichtungen (1; 2) verbunden sind, an deren Eingängen Digitalsignale liegen, und daß der Ausgang der Vergleichseinrichtung (3) über eine Verknüpfungsschaltung (4) mindestens mit einem weiteren Eingang einer Speichereinrichtung (2) verbunden ist.
2. Anordnung nach Punkt 1, **gekennzeichnet dadurch**, daß eine Speichereinrichtung (2) als Vorwärts-/Rückwärtszähler ausgebildet ist, daß die Verknüpfungsschaltung (4) aus zwei Verbindungsleitungen zwischen Vergleichseinrichtung (3) und Speichereinrichtung (2) besteht und daß die Eingänge der Speichereinrichtungen mit Adresssignalleitungen verbunden sind.
3. Anordnung nach Punkt 1, **gekennzeichnet dadurch**, daß die Speichereinrichtungen (1; 2), an deren Eingängen digitale Abtastwerte liegen, aus jeweils zwei eingangsseitig parallelgeschalteten Doppelschichten bestehen, deren Ausgänge einzeln mit der Vergleichseinrichtung (3) verbunden sind, welche mindestens aus einem Absolutwertvergleicher (3a) und einem Gradientenvergleicher (3b) besteht, deren Ausgangssignale über eine kombinatorische Schaltung (3a) zusammengefaßt sind, und daß die Verknüpfungsschaltung (4) aus einer Torschaltung besteht.
4. Anordnung nach Punkt 1 bis 3, **gekennzeichnet dadurch**, daß Speichereinrichtungen (1; 2), Vergleichseinrichtung (3) und Verknüpfungsschaltung (4) Bestandteile eines Rechners sind.

Hierzu 2 Seiten Zeichnungen

Anwendungsgebiet der Erfindung

Die Erfindung betrifft das Gebiet der digitalen Übertragung bzw. Bearbeitung von Tonsignalen, z. B. im Zusammenhang mit Tonmischeinrichtungen, Verzögerungseinrichtungen oder Kommutierungseinrichtungen in Digitaltechnik. Sie ist anwendbar bei allen Arten der Anschaltung, Umschaltung oder Abschaltung einzelner oder mehrerer digitaler Tonsignale, insbesondere auch bei der Umschaltung der Verzögerungszeit digitaler Verzögerungseinrichtungen in Beschallungssystemen.

Charakteristik der bekannten technischen Lösungen

Eine bekannte Lösung (DE-PS 3028334) des physikalischen Grundproblems einer knackfreien Umschaltung zwischen zwei digitalen Tonsignalen beseitigt die Störf Wirkung dadurch, daß die betreffenden Signale zwischengespeichert werden, die Übertragungsbedingungen zwischen beiden Signal analysiert werden und eine geeignete Übertragungsfunktion an einem Festwertspeicher ausgewählt und zwischen die beiden Tonsignalenden eingefügt wird.

Eine weitere bekannte Lösung sieht für den Fall eines digitalen Verzögerungsgerätes (EMT 445) den Einsatz eines speziellen multiplizierenden Signalprozesses vor, mit dem beim Umschalten das Signal der ersten Verzögerungszeit über eine Rampenfunktion abwärts und danach das der zweiten Verzögerungszeit über eine Rampenfunktion aufwärts multipliziert wird, so daß ein weicher Übergang zwischen beiden Signalen stattfindet.

Der Nachteil dieser Lösungen besteht darin, daß hierbei eine zusätzliche Signalbeeinflussung erfolgt, die außerdem eine endliche Zeit benötigt, so daß keine schnellen Folgen von Signalumschaltungen realisierbar sind, zudem ist der Einsatz eines kostenaufwendigen schnellen Signalprozessors oder anderer aufwendiger Elemente erforderlich.

Andere Lösungen realisieren derartige Blendvorgänge mittels im Analogausgang angeordneter spannungsgesteuerter Verstärker bzw. Siebglieder (DE-PS 2737466), wobei keine weitere Verarbeitung des Signals in der digitalen Ebene möglich ist.

Ziel der Erfindung

Ziel der Erfindung ist es, mit geringem Aufwand eine knack- und verzerrungsfreie Umschaltung digitaler Tonsignale zu ermöglichen, ohne den Verlauf der umzuschaltenden Signale zu verformen oder zu beeinflussen.

Wesen der Erfindung

Die Analyse der technischen Mängelursachen zeigt, daß ein hartes Schalten bzw. Umschalten von Signalen infolge der auftretenden Amplituden- und/oder Phasensprünge zu störenden Knackgeräuschen führt. Das mit den bekannten Lösungen erzwungene weiche Aus- bzw. Einblenden des betreffenden Signals unterdrückt zwar diese Störung, benötigt jedoch eine endliche Zeit in der Größenordnung von mindestens 150 ms, um nichtlineare Verzerrungen zu vermeiden. Diese relativ lange Zeitdauer behindert jedoch eine schnelle Folge von Schaltvorgängen, wie sie beispielsweise bei quasikontinuierlicher Veränderung der Verzögerungszeit einer digitalen Verzögerungseinrichtung erforderlich ist, abgesehen von der generellen Signalverfälschung während der genannten Ein- und Ausblendvorgänge.

Aufgabe der Erfindung ist es, jede Art von Ein- und Ausblendvorgängen zu vermeiden und statt die Auswirkungen zu unterdrücken, auf die Entstehungsursachen der Knackstörungen einzuwirken und dabei auf den multiplizierenden Signalprozessor zu verzichten.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß die Eingänge einer Vergleichseinrichtung mit den Ausgängen von Speichereinrichtungen verbunden sind, an deren Eingängen digitale Signale liegen und daß der Ausgang der Vergleichseinrichtung über eine Verknüpfungsschaltung mindestens mit einem Anschluß einer Speichereinrichtung verbunden ist.

Der vorteilhafte Effekt der Anordnung besteht dabei darin, daß je nach den Erfordernissen der speziellen Anwendung die Umschaltung der Digitalsignale so gesteuert wird, daß ohne zusätzliche Beeinflussung oder Veränderung des digitalen Tonsignals eine störungsfreie Übertragung gewährleistet ist. Eine wesentliche Funktion übernimmt dabei die Vergleichseinrichtung, in der je nach Anwendung entweder Adressen der Speicherplätze der Digitalsignale oder Absolutwerte und Gradienten (Änderungstendenzen) der digitalen Tonsignale verglichen werden, um das entsprechende Steuerkriterium für die Umschaltung zu gewinnen.

Eine vorteilhafte Ausbildung der erfindungsgemäßen Anordnung, die insbesondere für steuerbare digitale Verzögerungseinrichtungen geeignet ist, besteht darin, daß eine der Speichereinrichtungen als Vorwärts-/Rückwärtszähler ausgebildet ist, daß die Verknüpfungsschaltung (4) aus zwei Verbindungsleitungen besteht, die den Ausgang der Vergleichseinrichtung (3) mit dem Steuereingang des Vorwärts-/Rückwärtszählers (2) sowie den Ausgang der Gesamtanordnung verbinden, und daß die Eingänge der Speichereinrichtungen mit Adreßsignalleitungen verbunden sind. Die andere Speichereinrichtung kann ein Adressenregister sein. Es entsteht eine gleitende Anpassung des digitalen Tonsignals dadurch, daß eine quasikontinuierliche Angleichung der aktuellen Adresse in dem Vorwärts-/Rückwärtszähler an die Zieladresse in der anderen Speichereinrichtung, also beispielsweise dem Adressenregister, erfolgt; beispielsweise unter Auslassen von Taktzeiten.

In einer anderen Variante der erfindungsgemäßen Lösung, die für beliebige Umschaltvorgänge geeignet ist, sind die Speichereinrichtungen, an deren Eingängen digitale Abtastwerte der Tonsignale liegen, jeweils als eingangsseitig parallel geschaltete Doppelspeicher ausgebildet, deren Ausgänge einzeln mit der Vergleichseinrichtung verbunden sind, welche mindestens aus einem Absolutwert- und einem Gradientenvergleich besteht, deren Ausgänge über eine kombinatorische Schaltung zusammengefaßt sind, und daß die Verknüpfungsschaltung aus einer Torschaltung besteht, die in Abhängigkeit vom logischen Zustand des Vergleichsausgangssignals jeweils den Ausgang mit einer der Speichereinrichtungen verbindet. Die Eingangssignale der Speichereinrichtungen sind die Abtastwerte der zur Umschaltung vorgesehenen Signale, sie werden in der Vergleichsanordnung hinsichtlich Größe und Änderungstendenz (Gradient) miteinander verglichen und bei hinreichender Übereinstimmung wird die Torschaltung angesteuert. Bei bestimmten Signalarten kann es auch zweckmäßig sein, die Nulldurchgänge der umzuschaltenden Signale als zusätzliches Kriterium mit einzubeziehen.

Es ist zweckmäßig, bei Vorliegen geeigneter schaltungstechnischer Umfeldbedingungen die beschriebenen Lösungen auch mit Mitteln der (Mikro)rechentechnik zu realisieren, indem die Speichereinrichtungen, Vergleichseinrichtung und die Verknüpfungsschaltungen Bestandteile eines Rechners sind. Für diesen muß jedoch kein aufwendiger schneller Signalprozessor eingesetzt sein.

Ausführungsbeispiel

Nachfolgend ist die Erfindung an Ausführungsbeispielen näher erläutert.
Die zugehörigen Zeichnungen zeigen in

Fig. 1: ein Blockschaltbild der Grundstruktur,

Fig. 2: ein Blockschaltbild der Variante für digitale Verzögerungsgeräte mit kontinuierlicher Umschaltung der Verzögerungszeit,

Fig. 3: ein Blockschaltbild für beliebige Umschaltungen zwischen zwei Digitalsignalen.

Die Fig. 1 zeigt die Grundstruktur nach der Erfindung. Sie besteht aus zwei Speichereinrichtungen 1 und 2, einer Vergleichseinrichtung 3 und einer Verknüpfungsschaltung 4. An jeweils einem Eingang der Speichereinrichtungen 1 und 2 liegen die digitalen Signale. Ihre Ausgänge sind mit den Eingängen der Vergleichseinrichtung 3 verbunden und ein Ausgang außer dem mit einem Eingang der Verknüpfungsschaltung 4, deren anderer Eingang mit dem Ausgang der Vergleichseinrichtung 3 verbunden ist. Deren Ausgänge sind einerseits mit einem weiteren Eingang einer der Speichereinrichtungen 2 und andererseits mit nachfolgenden Strukturen, zur Abgabe des die Umschaltung auslösenden Signals, verbunden.

Die Erläuterung der Funktion der Erfindung erfolgt zunächst am Ausführungsbeispiel für ein digitales Verzögerungsgerät mit kontinuierlicher Umschaltung der Verzögerungszeit, dargestellt in Fig. 2.

Eingangssignale für die Speichereinrichtungen 1; 2 sind hierbei die Adressen der entsprechenden Signaldata im RAM-Speicher der Verzögerungseinrichtung, die die jeweilige Verzögerungszeit bestimmen.

In das Register 1 wird die für die Umschaltung gewünschte Zieladresse eingetragen, in den Vorwärts-/Rückwärtszähler 2 die jeweilige aktuelle Adresse. Beide Adressen werden in der Vergleichseinrichtung 3 miteinander verglichen, wobei das Ausgangssignal des Vergleichers den Zähler 2 so lange in geeigneten Teilschritten im Takt der Abtastfrequenz weiterstellt, bis aktuelle Adresse und Zieladresse hinreichend übereinstimmen. Durch die schrittweise Veränderung der aktuellen Adresse wird die Verzögerungszeit quasi kontinuierlich im Takt der Abtastfrequenz verändert (im praktischen Fall also in Schritten von 20 bis... 30 Mikrosekunden), wobei die hierbei noch auftretenden geringen Pegelsprünge wie beim normalen Abtastvorgang mit dem A/D-Wandler durch das Tiefpaßfilter im Ausgang des D/A-Wandlers der Digitalanordnung hinreichend verschliffen werden und damit unhörbar bleiben. Das digitale Tonsignal wird dabei lediglich in den der Abtastrate entsprechenden kleinen Zeitschritten verschoben und sonst in keiner Weise zusätzlich beeinflusst. Für hohe Stellgeschwindigkeiten in Richtung zu geringeren Verzögerungen lassen sich störende Überschneidungen mit bekannten impulsverkürzenden Maßnahmen bzw. durch Austasten von Taktzeiten vermeiden.

Ein weiteres Anwendungsbeispiel zeigt Fig.3. Diese Variante der Anordnung ist für beliebige Umschaltvorgänge zwischen zwei unterschiedlichen digitalen Tonsignalquellen anwendbar. Hierbei speist jede Signalquelle eine eingangsseitig jeweils parallel geschaltete Anordnung von zwei Registern 1 a; 1 b; 2 a; 2 b mit den digitalen Abtastwerten der zur Umschaltung vorgesehenen Signale, wobei jeweils im ersten Register 1 a; 2 a die aktuellen Signalwerte gespeichert sind und in den zweiten Registern 1 b; 2 b die vorangegangenen Werte. Die Ausgänge der ersten Register 1 a; 1 b sind mit einem Absolutwertvergleich 3 a verbunden, dessen Ausgang bei (hinreichender) Gleichheit der aktuellen Abtastwerte aktiv wird. Die Ausgänge der zweiten Register 1 b; 2 b werden jeweils mit den zugehörigen ersten Registern 1 a; 2 a an die Eingänge eines Gradientenvergleichers 3 b gelegt, dessen Ausgang bei einer gleichsinnigen Änderungstendenz der beiden umzuschaltenden Signale aktiv wird.

Mittels dieser kombinierten Vergleichsanordnung wird der für eine störungsarme Umschaltung geeignete Zeitpunkt im Verlauf der beiden Eingangssignale gefunden, der durch Übereinstimmung der Amplitude und deren Änderungstendenz (Gradient) gekennzeichnet ist.

Bei bestimmten Signalarten kann eine relativ lange Zeit vergehen, ehe dieses Kriterium erreicht wird. In solchen Fällen kann es zweckmäßig sein, mittels eines weiteren (in Fig.3 nicht dargestellt) Nullwertvergleichers den Nulldurchgang der beiden Signale festzustellen, um das erste Signal in seinem Nulldurchgang abzuschalten und das zweite Signal in seinem Nulldurchgang einzuschalten.

Die Ausgangssignale der genannten Vergleichs sind über kombinatorische Schaltung 3 c so verknüpft, daß ihr Ausgangssignal bei hinreichender Gleichheit von Absolutwert und Gradient oder im Nulldurchgang der Eingangssignale aktiv wird und damit die Torschaltung 4 umgesteuert wird, so daß der Ausgang der Speichereinrichtung 1 a vom Ausgang der Anordnung abgetrennt und der der Speichereinrichtung 2 a durchgeschaltet wird, und damit eine ausreichend störungsfreie Umschaltung erreicht wird. Der Vorteil der Erfindung besteht darin, daß sie beliebige An-, Ab- oder Umschaltungen von digitalen Tonsignalen gestattet, ohne daß störende Knackgeräusche oder Verzerrungen auftreten, und ohne daß zusätzliche ggf. störende oder behindernde Signalbeeinflussungen vorgenommen werden.

Die Anwendung einer solchen Anordnung ist unabdingbar z. B. in steuerbaren Verzögerungseinrichtungen, in Beschallungs- oder Tonstudioanlagen, auch anderen tontechnischen Einrichtungen, wie Misch- oder Kommutierungseinrichtungen, in denen digitale Tonsignale bei laufendem Betrieb zu- oder abgeschaltet werden müssen.

Bei Vorhandensein von Rechnern im Steuer- bzw. Signalverarbeitungssystem der digitalen Toneinrichtung können die beschriebenen Anordnungen bzw. Funktionen vorteilhaft solchen Rechnern mit zugeordnet werden, ohne daß hierfür besondere Eigenschaften wie z. B. erhöhte Verarbeitungsgeschwindigkeit oder zusätzliche Funktionen wie z. B. Multiplizier-Operationen benötigt werden.

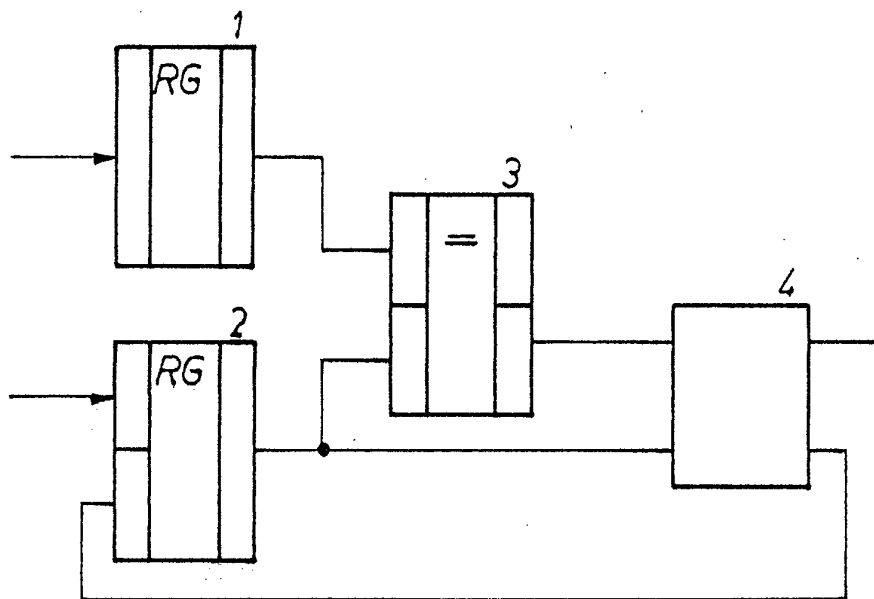


Fig.1

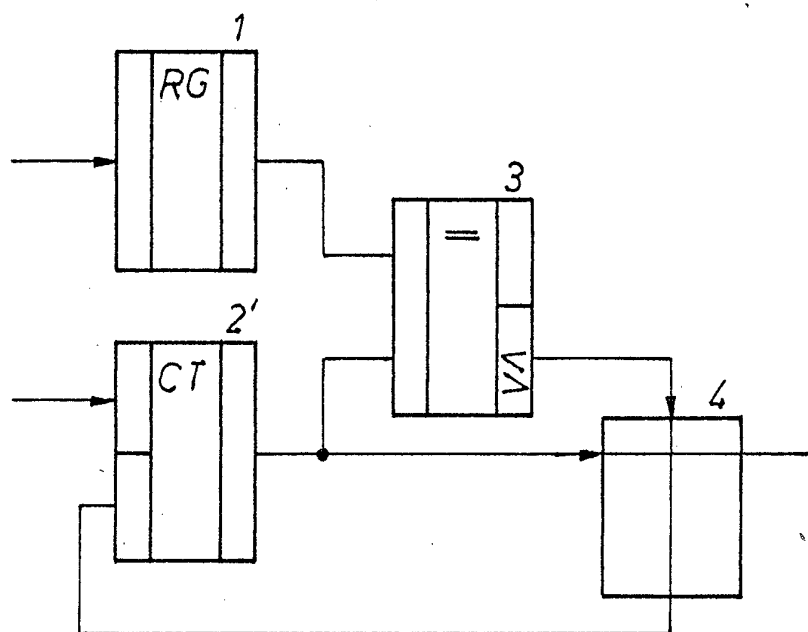


Fig.2

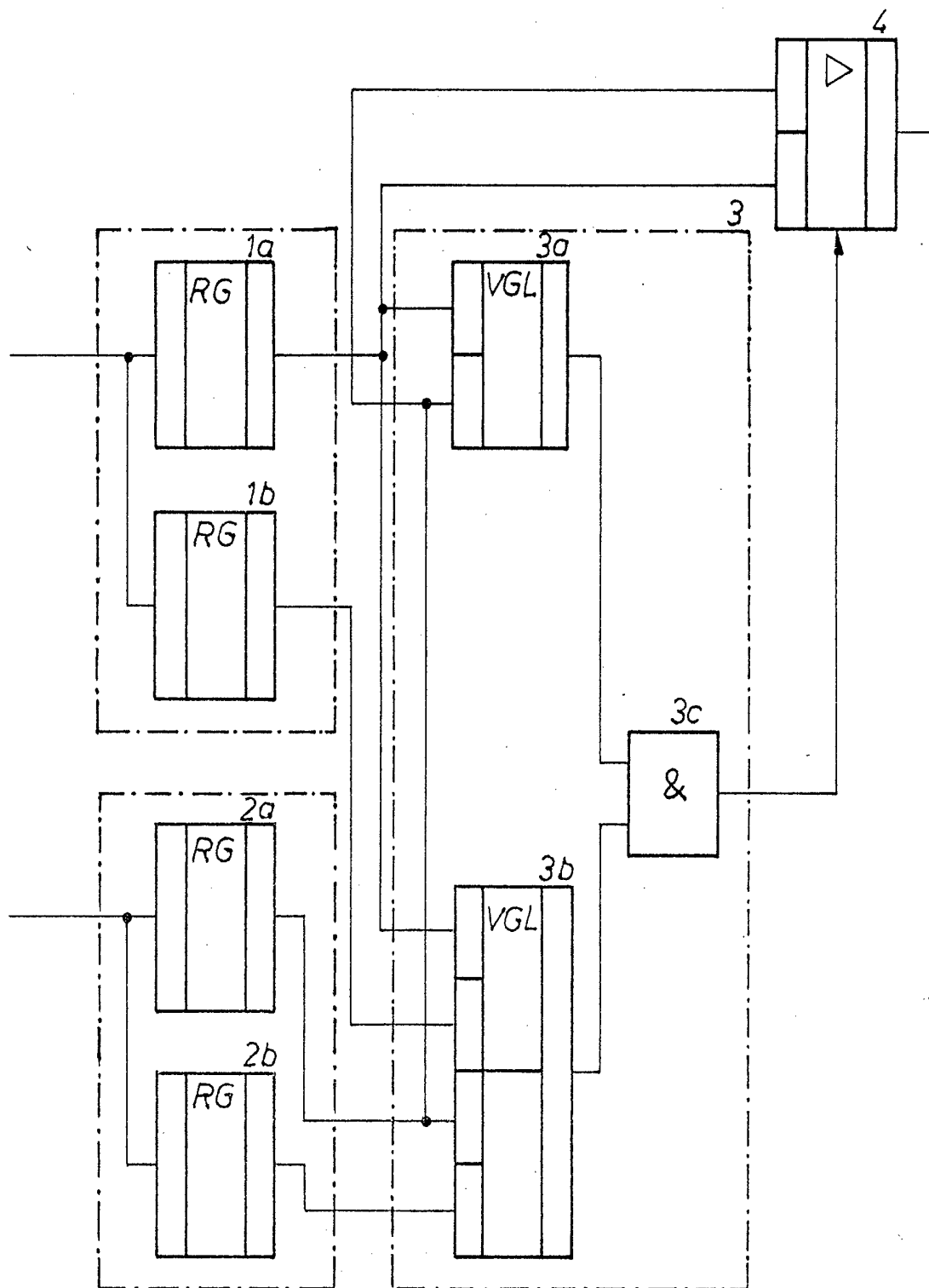


Fig.3