



Wirtschaftspatent

Erteilt gemäß § 17 Absatz 1 Patentgesetz

ISSN 0433-6461

(11)

213 564

Int.Cl.³

3(51)

H 03 K

4/08

G 06 G

7/18

AMT FÜR ERFINDUNGS- UND PATENTWESEN

In der vom Anmelder eingereichten Fassung veröffentlicht

(21) W/P H 03 K/ 2476 076

(22) 01.02.83

(44) 12.09.84

(71) VEB KERAMISCHE WERKE HERMSDÖRF, DD;
(72) SCHMIDT, PETER, DIPL.-ING., DD;

(54) LANGZEITINTEGRATOR

(57) Langzeitintegrator mit einem Wechsellspannungspfad, der einen Hochpaß enthält und mit dem invertierenden Eingang eines Differenzverstärkers verbunden ist, mit einem Gleichspannungspfad, der einen Tiefpaß, einen Modulator, einen Verstärker, einen Demodulator und ein passives Filter aufweist und auf den nicht invertierenden Eingang des Differenzverstärkers geführt ist, und mit einem Rückkopplungspfad, der einen Kondensator enthält und zwischen dem Ausgang und dem Eingang des Differenzverstärkers besteht. Der Langzeitintegrator ist für Meßgeräte, insbesondere Fluxmeter bestimmt. Durch die entsprechende Ausgestaltung des Gleichspannungspfades soll erreicht werden, daß die den Hauptverstärker verlassenden Signale frei von Langzeitschwankungen und als reproduzierbare Integrale der Eingangsspannungssignale erkennbar sind. Dazu werden der Modulator und der Demodulator im Gegentakt betrieben und zwischen dem Demodulator und dem passiven Filter ein aktives Filter angeordnet. Fig. 2

Peter Schmidt

P 931

IPK: H 03 K, 4/08

27.1.1983

Titel der Erfindung

Langzeitintegrator

Anwendungsgebiet der Erfindung

Die Erfindung betrifft einen Langzeitintegrator mit einem Wechselspannungspfad, der einen Hochpaß aufweist und dem invertierenden Eingang eines Differenzverstärkers zugeführt ist. Der Langzeitintegrator hat weiterhin einen Gleichspannungspfad, der nacheinander einen Tiefpaß, einen Modulator, einen Verstärker, einen Demodulator und ein passives Filter enthält und dem nichtinvertierenden Eingang des Differenzverstärkers zugeführt ist. Schließlich gehört zum Langzeitintegrator ein Rückkoppelungspfad, der einen Kondensator beinhaltet und zwischen dem Ausgang des Differenzverstärkers und dem gemeinsamen Ausgangspunkt von Wechselspannungspfad und Gleichspannungspfad besteht. Die Erfindung wird in Meßgeräten, insbesondere in Fluxmetern verwendet.

Charakteristik der bekannten technischen Lösungen

Schaltungsanordnungen zur Erzeugung von Sägezahnspannungen hoher Linearität sind als Miller-Integratoren bekannt. Sie besitzen zwischen dem Eingang und Ausgang eines Verstärkers mit einer hohen Verstärkung und einem hochohmigen Eingang einen Kondensator. Derartige Miller-Integratoren werden im allgemeinen als Kurzzeitintegratoren verwendet, da sie für die Erfassung von Langzeiteffekten eine zu geringe Stabilität aufweisen. Außerdem sind zerhackerstabilisierte Verstärkerschaltungen mit einem Hilfsverstärker bekannt, der die Drift eines Hauptverstärkers korrigiert und den Nullpunkt automatisch nachregelt. Derartige Verstärkerschaltungen sind als Goldberg-Verstärker bekannt.

Es ist nun möglich, einen Miller-Integrator mit einem Goldberg-Verstärker zu kombinieren. Dabei zeigt sich jedoch eine noch ungenügende Driftstabilität, weil sich die Schalteffekte des zum Verstärker gehörenden Modulators und die Toleranzen der besonders dem Hilfsverstärker zugeordneten Bauelemente nachteilig auswirken und die dadurch eintretenden Fehler durch den Hauptverstärker noch überhöht dargestellt werden. Deshalb ist die Kombination eines Miller-Integrators mit einem Goldberg-Verstärker insbesondere dann nicht geeignet, wenn das Integral sich langsam ändernder Meßwerte genau registriert werden soll.

Ziel der Erfindung

Durch die Erfindung sollen die aufgezeigten Mängel beseitigt und eine Schaltungsanordnung geschaffen werden, die die Signalintegration mit weitgehender Unabhängigkeit von der Zeit und der Eingangsempfindlichkeit der Schaltungsanordnung ermöglicht.

Darlegung des Wesens der Erfindung

Aufgabe der Erfindung ist es daher, einen Langzeitintegrator zu schaffen, der unter Verwendung eines Haupt- und eines Hilfsverstärkers sowie eines mit einer Kapazität versehenen Rückkopplungspfades vom Ausgang zum Eingang des Hauptverstärkers eine Nullpunktskonstanz und weitestgehende Driftunabhängigkeit gewährleistet. Durch eine entsprechende Ausgestaltung des Gleichspannungspfades, in dem sich der Hilfsverstärker befindet, soll erreicht werden, daß die den Hauptverstärker verlassenden Signale frei von Langzeitschwankungen und als reproduzierbare Integrale der Eingangsspannungssignale erkennbar sind.

Gemäß der Erfindung wird die Aufgabe dadurch gelöst, daß der Modulator und der Demodulator im Gegentakt betrieben werden und daß zwischen dem Demodulator und dem passiven Filter ein aktives Filter angeordnet ist. Dabei ist es ein Kennzeichen des aktiven Filters, daß es neben der Siebwirkung eine verstärkende Wirkung besitzt. Auf diese Weise wird das Ausgangssignal des Hilfsverstärkers sehr rauscharm und frei von Spikes gestaltet, die beim Zerhacken der Gleichspannung auftreten. Von Vorteil ist es, wenn zur Herstellung des aktiven Filters der Gleichspannungspfad zwischen dem Demodulator und dem passiven Filter eine Verzweigung aufweist, bei der alle Zweige von einem Punkt ausgehen und in einem zweiten Punkt enden. In einem der Zweige sind lediglich zwei Widerstände zur Summenbildung angeordnet. Über diesen Zweig kommt das die Nutz- und die Störspannung umfassende Signal. In jedem anderen Zweig ist zwischen zwei Widerständen mindestens je ein von zwei Kondensatoren eingeschlossener Operationsverstärker angeordnet. Der Operationsverstärker ist ein invertierender Wechselspannungsverstärker. Durch die Kondensatoren wird die Störspannung ausgefiltert. Am zweiten Punkt wird die Summe der Signale über den einen Zweig und über den/die anderen Zweig/e gebildet, wobei allein das Nutzsignal übrig bleibt. Es muß mindestens ein Zweig

mit mindestens einem Operationsverstärker bestehen. Auf diese Weise werden in dem den Operationsverstärker enthaltenden Gleichspannungspfad, dessen Spannungsschwankungen sehr klein gegenüber denen des Wechselspannungspfades sind, eine hohe Spannungsverstärkung bei geringer Drift, ein kleiner Belastungsfehler, ein großer linearer Aussteuerbereich und eine hohe Stabilität erreicht. Bei großer Bandbreite der Störspannung ist es vorteilhaft, in Abhängigkeit von den vorhandenen Bauelementen für hohe und tiefe Frequenzen je einen Zweig mit einem entsprechenden Operationsverstärker vorzusehen. Vorteilhaft ist der Operationsverstärker so ausgebildet, daß die Verstärkung hinsichtlich ihrer Amplitude bei konstanter Phasenlaufzeit regelbar ist. Schließlich ist es empfehlenswert, eine regelbare Korrekturschaltung zur Korrektur des Rauschpegels bezüglich des Nullpotentials vorzusehen. Die beiden letztgenannten Korrekturen dienen zum Abgleich des Langzeitintegrators vor seiner Inbetriebnahme.

Ausführungsbeispiel

Die Erfindung wird nachstehend an Hand der schematischen Zeichnung näher erläutert. Es zeigen:

- Fig. 1 die prinzipielle Schaltungsanordnung eines Langzeitintegrators und
- Fig. 2 die Anordnung des aktiven Filters zwischen dem Verstärker und dem Hauptverstärker im Gleichspannungspfad.

In Fig. 1 ist ein Eingang 1 über einen Widerstand 2 mit einem gemeinsamen Ausgangspunkt 3 für einen Wechselspannungspfad 4, einen Gleichspannungspfad 5 und einen Rückkoppelpfad 6 verbunden. Die Pfade 4; 5; 6 haben einen gemeinsamen Ausgang 7 zu einer nicht dargestellten Registrier- oder Digitalisierereinrichtung. Der Wechselspannungspfad 4 enthält einen Hochpaß 8 und endet am invertierenden Eingang eines Differenzverstärkers 9 (Wechselspannungsverstärker); er läßt die vom Eingang 1

kommenden schnellen Stromänderungen passieren. Der Gleichspannungspfad 5 enthält einen Tiefpaß 10, einen als Feldeffektransistor (FET) ausgebildeten Modulator 11 (Ringmodulator), einen Verstärker 12, der eine negative Signalverstärkung vornimmt, einen Demodulator 13, der ebenso wie der Modulator 11 im Gegentakt arbeitet, ein aktives Filter 14 und ein passives Filter 15. Der Gleichspannungspfad 5 läßt nur die langsamen Stromänderungen passieren und führt zum nicht invertierenden Eingang des Differenzverstärkers 9. Der Rückkoppelungspfad 6 verbindet ein Punkt 16 des Ausgangspfades 17 vom Differenzverstärker 9 zum gemeinsamen Ausgang 7 und enthält einen Kondensator 18, der den Rückkoppelungspfad 6 für Gleichstromsignale sperrt. Das vom Eingang 1 zum Ausgang 7 zu übertragende Frequenzband wird am Ausgangspunkt 3 durch die Wirkungen des Hochpasses 8 und des Tiefpasses 10 in zwei Teilbänder aufgeteilt, von denen das über den Gleichspannungspfad 5 geleitete Teilband auch die Driftsignale enthält. Die Signale dieses Teilbandes werden durch den Ringmodulator 11 amplitudenmoduliert und im Wechselspannungsverstärker 12 verstärkt, der für den geforderten hohen Eingangswiderstand und die nötige Gleichtaktunterdrückung sorgt. Die Frequenz der den Wechselspannungsverstärker 12 verlassenden Wechselspannung ist gleich der Chopperfrequenz; ihre Amplitude ist gleich dem Wert der jeweiligen Eingangsspannung. Nach phasenrichtiger Gegentaktdemodulation im Demodulator 13 und Glättung mittels des aktiven Filters 14 und des passiven Filters 15 werden die Signale dem nichtinvertierenden Eingang des Hauptverstärkers 9 zugeführt. Über den Rückkoppelungspfad 6 wird die Abweichung des Ausgangspunktes (Summenpunktes) 3 von Null ausgeregelt. Liegt am Ausgangspunkt 3 ein positives Fehlersignal U_D an, dann wird dieses Signal mit $-V_2$ verstärkt. Da die Drift des Verstärkers 12 klein ist, kann sie vernachlässigt werden. Am nichtinvertierenden Eingang des Hauptverstärkers 9 liegt somit das Signal $U_S^+ = -V_2 U_S$ an. An den Eingängen des Hauptverstärkers 9 stehen Signale unterschiedlicher Polarität und Amplitude an. Die Differenz zwischen beiden Signalen wird im Hauptverstärker 9 mit V_1 verstärkt. Damit liegt am Aus-

gang 16 des Hauptverstärkers 9 ein gegenüber 3 invertiertes Signal an. Der infolgedessen über den Kondensator fließende Wechselstrom wirkt der Abweichung des Signals im Ausgangspunktes 3 von Null entgegen.

Damit der Ausgang des von den Elementen 10 bis 15 gebildeten Hilfsverstärkers sehr rauscharm und frei von insbesondere bei der Modulation entstehenden Spikes ist, hat das aktive Filter gemäß Fig. 2 folgenden Aufbau. Der dem Wechselspannungsverstärker 12 im Gleichspannungspfad 5 nachgeordneten Gegentaktdemodulator (Gleichrichter) 131; 132 ist über einen Kondensator 19; 20 mit einem Widerstandsnetzwerk 21; 22; 23 bzw. 24; 25; 26 verbunden. Zwischen dem Kondensator 19; 20 und dem Widerstandsnetzwerk 21 bis 26 verzweigt sich der Gleichspannungspfad 5 in einem Punkt 30; 31 in drei Teilpfade 27; 28; 29, wobei jeweils zwei Widerstände 21; 24 bzw. 22; 25 bzw. 23; 26 in einem Teilpfad 27 bis 28 bzw. 29 parallel liegen. Die Teilpfade 27 und 29 enthalten je einen Kondensator 32 bzw. 33, einen regelbaren invertierenden Operationsverstärker 34 bzw. 35, einen weiteren Kondensator 36 bzw. 37 und einen Summierwiderstand 38 bzw. 39. Der Teilpfad 28 weist einen Summierwiderstand 40 auf und vereinigt sich in einem Summenpunkt 41 mit den Teilpfaden 27 und 29 wieder zum Gleichspannungspfad 5, der ein passives Filter 42; 43 passiert, bevor er am nicht invertierenden Eingang in den Hauptverstärker 9 eingeführt wird. Parallel zum Teilpfad 29 ist zwischen den Punkten 44 und 45 eine Korrekturschaltung eingefügt, die aus einem Filter 46, einem regulierbaren Widerstand 47 und zwei Festwiderständen 48; 49 besteht.

Der Wechselspannungsverstärker 12 sorgt nicht nur für die gewünschte Verstärkung sondern auch für die erforderliche Übertragungsbandbreite. Das pulsamplitudenmodulierte und verstärkte Eingangssignal wird im Demodulator (phasenempfindlichen Gleichrichter) 131, 132 demoduliert. Die Wechselspannungsanteile der Demodulatorspannung, die teils aus dem Funkelrauschen der Vorstufen des Verstärkers 12, teils als Spikes aus der Chopperfrequenz selbst resultieren, werden für höherfrequente Signalanteile über den invertierenden Verstärker 34

und für niederfrequente Signalanteile über den invertierenden Verstärker 35 mit Hilfe der Kondensatoren 32; 36 bzw. 33; 37 aus der Demodulatorspannung ausgefiltert und im Summenpunkt 41 in einem entsprechenden Amplitudenverhältnis der ursprünglichen Demodulatorspannung, die über den Teilpfad 28 zum Summenpunkt 41 gelangt, wieder zugeführt. Die Addition erfolgt im Widerstandsnetzwerk 38 bzw. 39;40. Da über die Teilpfade 27;29 bezüglich des Wechselspannungsanteils des über den Teilpfad 28 laufenden Signals genau invertierte Signale zum Summenpunkt 41 gelangen, ergibt sich im Summenpunkt 41 durch die Signaladdition eine praktisch rausch- und spikefreie Gleichspannung. Über das passive Filter 42;43 gelangen diese Gleichspannung zum nicht invertierenden Eingang des Hauptverstärkers 9.

Die Operationsverstärker 34 und 35 sind zum Abgleich der beiden Teilpfade 27 und 29 hinsichtlich ihrer Verstärkung regelbar. Außerdem wird durch die Korrekturschaltung zwischen den Punkten 44 und 45 der Mittelwert des Funkelrauschens stets auf Nullpotential gehalten. Die Demodulatorspannung speist dazu das Siebglied 46, das zusammen mit dem Summierwiderstand 49 und dem regelbaren Widerstand 47 diese Funktion gewährleistet.

Erfindungsanspruch

1. Langzeitintegrator mit einem Wechselspannungspfad, der einen Hochpaß aufweist und dem invertierenden Eingang eines Differenzverstärkers zugeführt ist, mit einem Gleichspannungspfad, der nacheinander einen Tiefpaß, einen Modulator, einen Verstärker, einen Demodulator und ein passives Filter enthält und dem nicht invertierenden Eingang des Differenzverstärkers zugeführt ist, und mit einem Rückkoppelpfad, der einen Kondensator beinhaltet und zwischen dem Ausgang des Differenzverstärkers und dem gemeinsamen Ausgangspunkt von Wechselspannungspfad und Gleichspannungspfad besteht, gekennzeichnet dadurch, daß der Modulator und der Demodulator im Gegentakt arbeiten und daß zwischen dem Demodulator und dem passiven Filter ein aktives Filter angeordnet ist.
2. Langzeitintegrator gemäß Punkt 1, gekennzeichnet dadurch, daß der Gleichspannungspfad zwischen dem Demodulator und dem passiven Filter eine Verzweigung aufweist, bei der alle Zweige von einem Punkt ausgehen und in einem zweiten Punkt enden, daß in einem der Zweige zwei Widerstände angeordnet sind und daß in jedem anderen Zweig zwischen zwei Widerständen mindestens je ein von zwei Kondensatoren eingeschlossener Operationsverstärker angeordnet ist.
3. Langzeitintegrator gemäß Punkt 2, gekennzeichnet dadurch, daß die Verstärkung des Operationsverstärkers hinsichtlich ihrer Amplitude regelbar ist und dabei die Phasenlaufzeit konstant bleibt.
4. Langzeitintegrator gemäß Punkt 3, gekennzeichnet dadurch, daß eine Korrekturschaltung zur Korrektur des Rauschpegels zum Nullpotential vorgesehen ist.

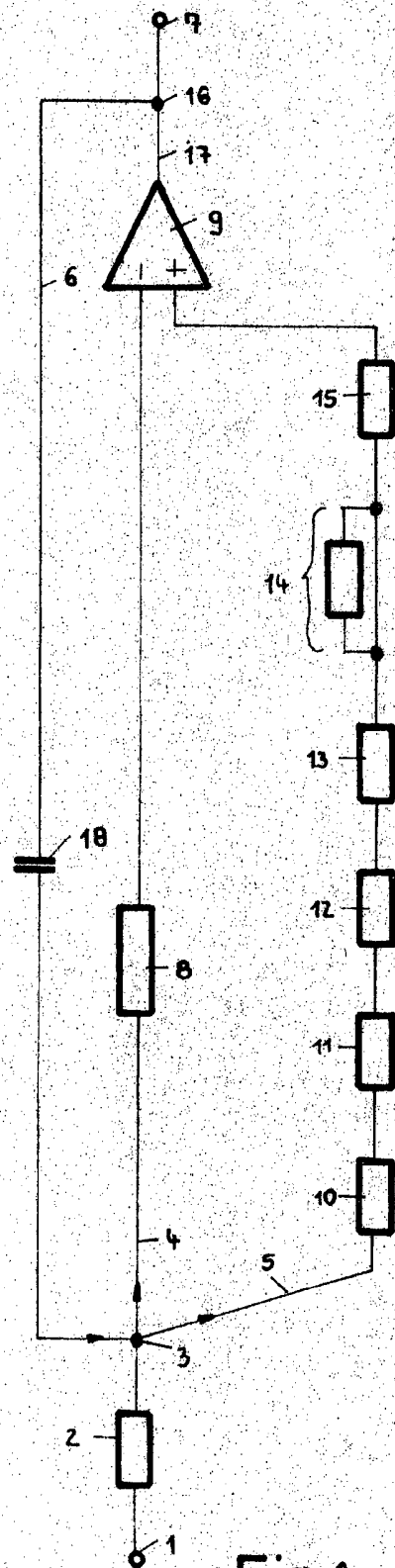


Fig. 1

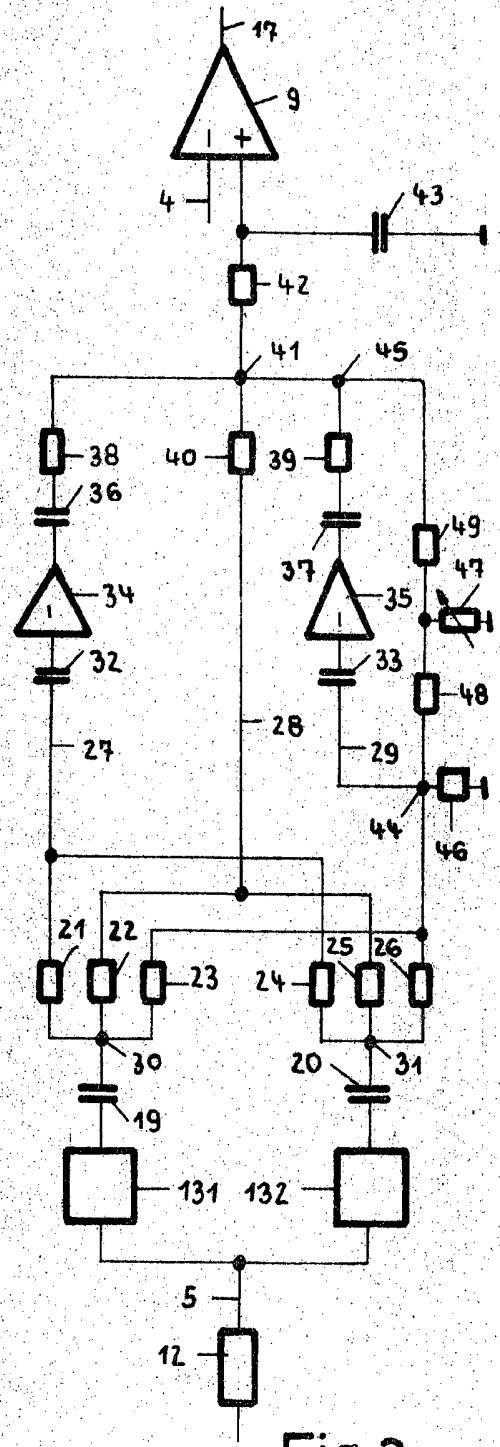


Fig. 2