

(19) BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND



Patent beschränkt
aufrechterhalten nach
§ 12 Abs. 3 ErstrG

(12) **PATENTSCHRIFT**

(11) **DD 291 141 B5**

(51) Int. Cl.⁶: G01 C 5/00

DEUTSCHES PATENTAMT

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Aufrechterhaltung kann Einspruch eingelegt werden

(21) Aktenzeichen:	(22) Anmeldetag:	(44) Veröff.-tag der DD-Patentschrift:	(45) Veröff.-tag der Aufrechterhaltung:
DD G 01 C / 336 538 2	28. 12. 89	20. 06. 91	03. 03. 94

(30) Unionspriorität:

(72) Erfinder: Feist, Wieland, Dr.-Ing., 07747 Jena, DE; Gürtler, Klaus, Dipl.-Ing., Jena, DE
(73) Patentinhaber: Carl Zeiss Jena GmbH, Tatzendpromenade 1 a, 07745 Jena, DE

(54) **Anordnung zur Horizontierung der Zielachse, insbesondere von Nivellieren**

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht gezogene Druckschriften:
DD 131 588/S. 2, Z. 19–23 und S. 7, Z. 25 bis S. 8, Z. 14
abc Automatisierung, VEB F. A. Brockhaus-Verlag, Leipzig, 1975, S. 483

Patentansprüche:

1. Anordnung zur Horizontierung der Zielachse, insbesondere von Nivellieren, die ein Fernrohr mit einer Zielachse, bestehend aus einem Objektiv, einer Schiebelinse, einer Strichplatte und einem Okular, eine vertikale Drehachse und eine optoelektronische Steuereinrichtung, bestehend aus einem beleuchteten Lichtspalt, einem Abbildungssystem, einer Fotoempfängeranordnung mit einem Differenzfotoelement, einem Piezostellelement und einem Federgelenk umfassen, wobei die Anordnung weiterhin eine Stromversorgung, einen Regler, einen Mikroprozessor, eine Anzeige- und Eingabereinheit, einen Neigungsmesser, der so angeordnet ist, daß er die Lage des Bildes des Lichtspaltes auf der Fotoempfängeranordnung vorgibt, und eine Nivellierlatte in einem Zielpunkt aufweist, **gekennzeichnet dadurch**, daß die Fotoempfängeranordnung so angeordnet ist, daß sie den Bewegungen des Fernrohres folgt, daß das über der Stehachse mittels des Federgelenkes angeordnete Fernrohr so mit einem Piezosteller verbunden ist, daß das Fernrohr und damit seine Zielachse um eine horizontale Achse gekippt werden kann, solange die am Piezosteller anliegende Spannung sich verändert, daß der Fotoempfänger über einen Regler mit dem Piezosteller verbunden ist und daß der Piezosteller, der Regler und die Fotoempfängeranordnung so miteinander verbunden sind, daß sie einen Regelkreis bilden, der das Differenzfotoelement auf die Mitte des Lichtspaltbildes einstellt.
2. Anordnung zur Horizontierung der Zielachse nach Anspruch 1, **gekennzeichnet dadurch**, daß nur ein Teil des Fernrohres, vorzugsweise die Strichplatte oder eine Linse so mit dem Piezosteller verbunden ist, daß es durch den Piezosteller vertikal verstellt werden kann.
3. Anordnung zur Horizontierung der Zielachse nach Anspruch 1, **gekennzeichnet dadurch**, daß im Fernrohrstrahlengang des feststehenden Fernrohres ein reflektierendes Bauelement vorgesehen ist, das durch einen Piezobiegebalken um eine horizontale Achse so gedrückt wird, bis sich die Fernrohrzielachse horizontal einstellt.
4. Anordnung zur Horizontierung der Zielachse nach Anspruch 1, **gekennzeichnet dadurch**, daß im Signalweg des Reglers des Regelkreises ein Mikroprozessor angeordnet ist, der nach der Horizontierung der Zielachse aus den eingegebenen Meßwerten der Lattenablesung den Höhenunterschied berechnet.

Hierzu 3 Seiten Zeichnungen

Anwendungsgebiet der Erfindung

Die Erfindung betrifft eine Anordnung zur Horizontierung der Zielachse, insbesondere von Nivellieren. Die Erfindung kann auch bei Theodoliten eingesetzt werden, um beispielsweise Teilkreisanzeigen geregelt zu beeinflussen, zur Berücksichtigung der Stehachsenschiefe und allgemein in den Geräten, wo feine Verschiebungen von Meßmarken nach vorgegebenen Beträgen erfolgen.

Charakteristik des bekannten Standes der Technik

Es sind eine Vielzahl von Kompensatornivellieren bekannt, die über ein mechanisches Pendel entweder das Zielbild gegenüber einem festen Strichkreuz oder das Strichkreuz gegenüber einem festen Zielbild steuern. Diese Kompensatornivelliere haben den Nachteil, daß bei durch äußere Einflüsse hervorgerufenen Vibrationen eine Ablesung an einer Meßlatte erschwert wird. Werden gesonderte Kompensationseinrichtungen wie bei Theodoliten und Tachymetern verwendet, können Höhenmeßfehler dadurch entstehen, daß der Ableseindex des Vertikalkreises über den Neigungskompensator abgebildet wird und bei Stativschwingungen eine Mikrometerablesung des Vertikalkreises ebenfalls erschwert wird. Wie diese gesonderten Kompensationsrichtungen funktionieren, wird in der Patentschrift DD 131 588 beschrieben. Ein Neigungsmesser ist so angeordnet, daß er den Auftreffpunkt eines Lichtstrahles auf einen koordinatenempfindlichen Fotoempfänger beeinflußt. Aus der DD-PS 237 891 ist eine automatische Horizontierung der Ziellinie durch die Meßwerte eines Neigungsmessers bekannt, indem eine leuchtende Fläche oder Lichtmarke von dem Neigungsmesser so gesteuert und einer optoelektronischen Einrichtung geortet wird, daß das erzeugte elektrische Signal im Bildfeld des Fernrohrobjektivs eine Anzeige auslöst, wobei die Verbindungsgerade zwischen dem Objektivhauptpunkt und der Anzeige die Lage der Fernrohrzielachse darstellt. Es sind ebenfalls eine Vielzahl von Anordnungen zur automatischen Zielerfassung bekannt, die durch die Erfassung der Struktur eines beleuchteten Zielobjektes (DE-OS 3616929, 3233013, US-PS 4 650 993) mittels Quadrantenfotoempfänger, Raster, Matrixanordnungen, Sensoren, mechanischen Blenden oder durch den von einem Nivellier ausgesendeten Laserstrahl als Index auf einer durch Fotoempfängerzeilen ersetzten Meßlattenteilung (US-PS 3 790 277, 4 029 415, DE-AS 1 915 891, 2 756 634) eine Automatisierung des geodätischen Meßprozesses und der Meßdatenerfassung ermöglichen. Der Nachteil dieser technischen Lösungen besteht in dem hohen technischen Aufwand.

Ziel der Erfindung

Ziel der Erfindung ist eine Erhöhung der Meßgenauigkeit insbesondere von Kompensatornivellieren durch eine mit einfachen Mitteln und geringem technischen Aufwand realisierte automatische Anordnung zur Horizontierung der Zielachse.

Darlegung des Wesens der Erfindung

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, durch die Ausschaltung des schwindenden Zielbildes sowie das Kleben und Hängen des Pendels insbesondere bei Kompensatornivellieren eine zuverlässige automatische Zielachsensteuerung zu schaffen und durch den damit notwendigen Einsatz einer Stromversorgung und eines Mikroprozessors gleichzeitig nach der Eingabe der Lattenablesung auch die Berechnung des Höhenunterschiedes und seine Registrierung zu ermöglichen. Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe mit einer Anordnung zur Horizontierung der Zielachse, insbesondere von Nivellieren, gelöst, die ein Fernrohr mit einer Zielachse, bestehend aus einem Objektiv, einer Schiebelinse, einer Strichplatte und einem Okular, eine vertikale Drehachse und eine optoelektronische Steuereinrichtung, bestehend aus einem beleuchteten Lichtspalt, einem Abbildungssystem, einer Fotoempfängeranordnung mit einem Differenzfotoelement, einem Piezostellelement und einem Federgelenk umfassen, wobei die Anordnung weiterhin eine Stromversorgung, einen Regler, einen Mikroprozessor, eine Anzeige- und Eingabeeinheit, einen Neigungsmesser, der so angeordnet ist, daß er die Lage des Bildes des Lichtspaltes auf der Fotoempfängeranordnung vorgibt, und eine Nivellierlatte in einem Zielpunkt aufweist, wobei die Fotoempfängeranordnung so angeordnet ist, daß sie den Bewegungen des Fernrohres folgt, daß das über der Stehachse mittels des Federgelenkes angeordnete Fernrohr so mit einem Piezosteller verbunden ist, daß das Fernrohr und damit seine Zielachse um eine horizontale Achse gekippt werden kann, solange die am Piezosteller anliegende Spannung sich verändert, daß der Fotoempfänger über einen Regler mit dem Piezosteller verbunden ist und daß der Piezosteller, der Regler und die Fotoempfängeranordnung so miteinander verbunden sind, daß sie einen Regelkreis bilden, der das Differenzfotoelement auf die Mitte des Lichtspaltbildes einstellt.

Vorteilhaft ist es, daß zur Horizontierung der Zielachse auch nur ein Teil des Fernrohres, vorzugsweise die Strichplatte oder eine Linse durch den Piezosteller vertikal verstellt oder gekippt werden kann, oder daß im Fernrohrstrahlengang ein reflektierendes Bauelement vorgesehen ist, das durch einen Piezobiegebalken um eine horizontale Achse so gedreht wird, bis sich die Fernrohrzielachse horizontal einstellt und daß weiterhin nach der Horizontierung der Zielachse mittels des Regelkreises ein Mikroprozessor aus den eingegebenen Meßwerten der Lattenablesung den Höhenunterschied berechnet. Durch die Erfindung ist es möglich, die Nachteile eines schwingenden Zielbildes sowie das Kleben und Hängen des Pendels zu beseitigen und in Verbindung mit einem Mikroprozessor nach der Eingabe der Lattenablesungen auch eine Berechnung des Höhenunterschiedes und seine Registrierung zu erhalten.

Ausführungsbeispiel

Die Erfindung wird nachstehend anhand der schematischen Zeichnungen näher erläutert. Es zeigen

- Fig. 1: ein erstes Ausführungsbeispiel einer Anordnung zur Horizontierung der Zielachse
- Fig. 2: ein zweites Ausführungsbeispiel einer Anordnung zur Horizontierung der Zielachse
- Fig. 3: ein Blockschaltbild des Regelkreises
- Fig. 4: ein Blockschaltbild der Datenverarbeitung.

Fig. 1 zeigt den erfindungsgemäßen Aufbau eines Nivellierinstrumentes, bestehend aus einem Dreifuß 1, einem Unterteil 6 und einem Fernrohr 10, das über ein Bandgelenk 9 drehbar gelagert und eine Kupplung 18 gehalten wird, wobei ein Labyrinth 29 beide Teile gegeneinander abdichtet. Das Fernrohr 10 besteht aus einem Objektiv 11, einer Schiebelinse 13 in einer Führung 12, einer Strichplatte 15 und einem Okular 16. Auf dem Fernrohr 10 ist eine Dosenlibelle 14 zur Vorhorizontierung des Nivellierinstrumentes mittels des Dreifußes 1 vorgesehen. Im Unterteil 6 ist ein als Flüssigkeitsneigungsmesser ausgebildeter Neigungsmesser 5 angeordnet, ein Umlenkprisma 8, ein Abbildungssystem 7, ein Teilerprisma 19, ein Differenzfotoelement 20 in einem Stuhl 21, ein Beleuchtungssystem mit der Kondensorlinse 22 und einer Blende 23, die den Lichtspalt darstellt und einer Leuchtdiode 24 vorgesehen sowie ein Piezostellglied 25, eine Leiterplatte 26 mit der Elektronik für den Regelkreis und eine Batterie 4. Das Unterteil 6 wird von einer Vertikalachse 28, die in einer Buchse 27 läuft, getragen, die fest mit dem Dreifuß 1 verbunden ist. Auf der Achsenbuchse 27 ist ein Feinstellring 2 vorgesehen, an dem eine Feinstellschraube 3 das Unterteil 6 gegen den Dreifuß 1 verstellt. Das Piezostellglied 25 ist fest in dem Unterteil 6 angeordnet und nach oben mit dem Gehäuse 21 des Differenzfotoelementes 20 gekoppelt, das mit dem Fernrohrkörper 10 über die Kupplung 18 verbunden ist, die eine Blende 17 gegen die Wand des Unterteils 6 abdichtet. Nach der Horizontierung des Nivellierinstrumentes durch einen Beobachter zielt er mittels eines Seitenfeintriebes 3 auf eine nicht näher dargestellte, bekannte Nivellierlatte in einem Zielpunkt und drückt einen Auslöseknopf 30.

Dadurch erhält das Piezoelement 25 eine sich vergrößernde Spannung, bis sich das Stellelement ausdehnt und dabei das Differenzfotoelement 20 vertikal solange verschoben wird, bis es sich auf die Mitte des Lichtspaltbildes 23 positioniert hat. Mit der Verschiebung des Differenzfotoelementes 20 wird über die Kupplung 18 das Fernrohr gekippt und auf die horizontale Lage der Zielachse ZZ eingestellt. Diese horizontale Lage der Zielachse ZZ wird vom Horizont des Flüssigkeitsneigungsmessers 5 vorgegeben und bewirkt, daß der Lichtspalt 23 durch ein Abbildungssystem 7 nach ∞ abgebildet und das Lichtbündel durch den Flüssigkeitshorizont stabilisiert auf dem Differenzfotoelement 20 die horizontale Lage der Zielachse ZZ des Fernrohres 10 bereits vorgibt. Diese Regelung läuft kurzfristig ab, so daß ein Beobachter nach dem Knopfdruck 30 sofort an einem Strichkreuz 15 auf der Nivellierlatte den Höhenindex ablesen kann. An einem bekannten, nicht näher dargestellten Bedienpult kann er dann die Meßwerte der Ablesung in das Nivellierinstrument eingeben und ein Mikroprozessor ermittelt dann den Höhenunterschied.

Fig. 2 zeigt ein zweites Ausführungsbeispiel, mit der Zielachse AA des Fernrohrs 10 eines Nivellierinstrumentes mit einem Kompensatorspiegel 34. Das Fernrohr 10 besteht aus einem Objektiv 31, einer Schiebelinse 32, einem Umlenkprisma 33 mit einem Spiegel 34, einem Umlenkprisma 35, einer Strichplatte 38 und einem Okular 39. Die optische Achse BB des Steuersystems umfaßt dabei eine Diodenbeleuchtung 44, einen Lichtspalt 45, ein Umlenkelement 47 mit der teilverspiegelten Fläche 46, ein Objektiv 41, ein Pentaprisma 42, einen Flüssigkeitsneigungsmesser 43, ein Prisma 40 und die Fotoempfängeranordnung 37 mit dem Differenzfotoelement 36. Das Umlenkprisma 33 wird außerdem von einem Piezobiegebalken 48 getragen, der am Gehäuse 49 fest angeordnet ist.

Wird der Auslöseknopf 30 gedrückt, erhält das Piezoelement 25 eine sich vergrößernde Spannung, bis sich das Stellelement ausdehnt, und das Prisma 33 wird solange geneigt durch Piezobiegebalken, bis das Bild des Lichtspaltes 45 auf der Mitte des Differenzfotoelementes 36 liegt und Stromgleichheit besteht. In diesem Augenblick ist der Spiegel 34 so geneigt, daß die das Fernrohrobjektiv 31 verlassende Zielachse AA horizontal im Raum orientiert ist.

Fig. 3 zeigt ein Blockschaltbild des Regelkreises. Der Meßvorgang wird durch Betätigung einer Starttaste 30 ausgelöst, indem der elektronische Zeitschalter einer Stromversorgung 50 die Meßeinrichtung mit der Spannungsquelle 4 verbindet und ein Kondensator 56 mittels eines Entladeimpulses 57 entladen wird. Ein Differenzfotoelement 20 wird dann über die Konstantstromquellen 51 und 52 mit Strom versorgt und erzeugt an seinen Anoden eine dem Beleuchtungszustand äquivalente Spannung A und B. Zu Beginn des Meßvorganges wird im nichteingeregelten Zustand der Fotoempfänger der Stromquelle 52 stärker beleuchtet als der Fotoempfänger der Stromquelle 51 infolge einer niedrigen Spannung am Piezoelement 25, das eine niedrigere Spannung B als Spannung A zur Folge hat, und damit ist eine Spannung C negativ gegenüber dem Nullpotential. Der Komparator 54 vergleicht die Spannung am Ausgang eines Differenzverstärkers 53 mit dem Nullpotential. Solange dann die Spannung C negativ ist, wird eine Spannung D positiv und schaltet damit eine Stromquelle 55 auf „ein“. Die Stromquelle 55 lädt den Kondensator 56 auf, so daß eine Spannung E linear anwächst, über einen Impedanzwandler 58 die Spannung F in eine Spannung G umsetzt, die dann als Steuerspannung für einen Transverter 59 dient und dessen Ausgangsspannung solange vergrößert, bis über das Piezoelement 25 als Stellglied die Beleuchtungszustände beider Differenzfotoempfänger 20 gleich sind. Dieser Zustand wird als negative Spannung D angezeigt, schaltet die Stromquelle 55 ab und hält den Ladezustand E des Kondensators 56. Der Impedanzwandler 58 sorgt dafür, daß der Kondensator 56 sich während des Meßvorganges nicht einflußnehmend entlädt. Nach Ablauf der Haltezeit des Zeitschalters der Stromversorgung 50 wird das gesamte Meßsystem ausgeschaltet.

Bei Einsatz eines Mikrocontrollers 62 (Fig. 4) beginnt der Meßvorgang durch Betätigung einer Starttaste einer Eingabetastatur 61. Dadurch wird die gesamte Meßanordnung durch die Stromversorgungseinheit 50 mit der Spannungsquelle 4 verbunden. Der Mikrocontroller 62 initialisiert eine Anzeige 60, einen Arbeitsspeicher 65 und lädt über eine Signalleitung 57 den Kondensator 56. Die Stromquellen 52 und 51 werden eingeschaltet und das Differenzfotoelement 20 erzeugt die Spannungen A und B, und der Komparator 54 vergleicht die Spannung am Ausgang des Differenzverstärkers 53 mit dem Nullpotential. Solange die Spannung C negativ ist, signalisiert der Komparator 54 dem Mikrocontroller 62 mit positiver Spannung an seinem Ausgang, daß der eingeregelter Zustand noch nicht erreicht ist und die Stromquellen 51 und 52 noch eingeschaltet bleiben müssen. Die Stromquelle 55 lädt dann den Kondensator 56 auf und die auftretende negative Spannung D schaltet dann die Stromquelle 55 ab und teilt dem Mikrocontroller 62 den eingeregelten Zustand mit, der über ein LC-Display 60 angezeigt wird. Die erhaltenen Meßdaten können über eine Eingabetastatur 61 und den Mikrocontroller 62 in einen Meßdatenspeicher 65 eingegeben werden oder über eine serielle Schnittstelle an ein externes Datenverarbeitungsgerät gegeben werden. Nach Abschluß des Speichervorganges schaltet der Mikrocontroller 62 über eine Ausgangsleitung zur Stromversorgung das Meßsystem von der Stromversorgung 50 ab. Eine Funktionseinheit 63 dient der Überwachung der Betriebsspannung, signalisiert Unterspannung dem Mikrocontroller 62 und sichert gemeinsam mit einer Stützbatterie 64 den Datenerhalt in einem Meßdatenspeicher 65 bei abgeschaltetem Meßsystem und Mikrocontroller 62. Die eingespeicherten Meßdaten können vom Mikrocontroller 62 nach vorgegebenem Programm in einem Programmspeicher 66 weiter verarbeitet und das Ergebnis im Display 60 dargestellt werden.

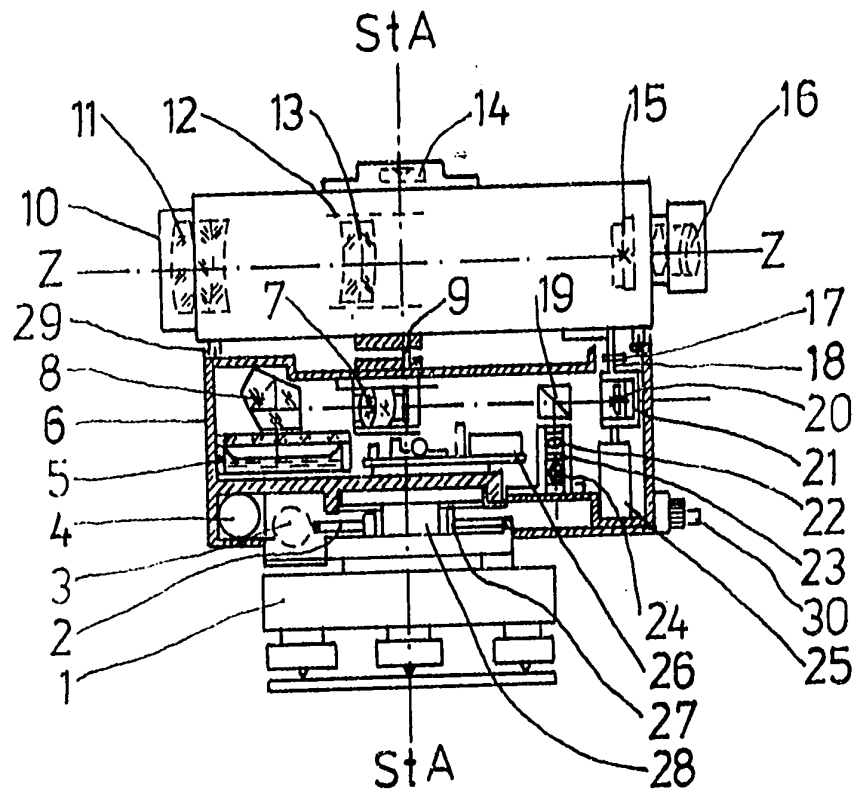


Fig. 1

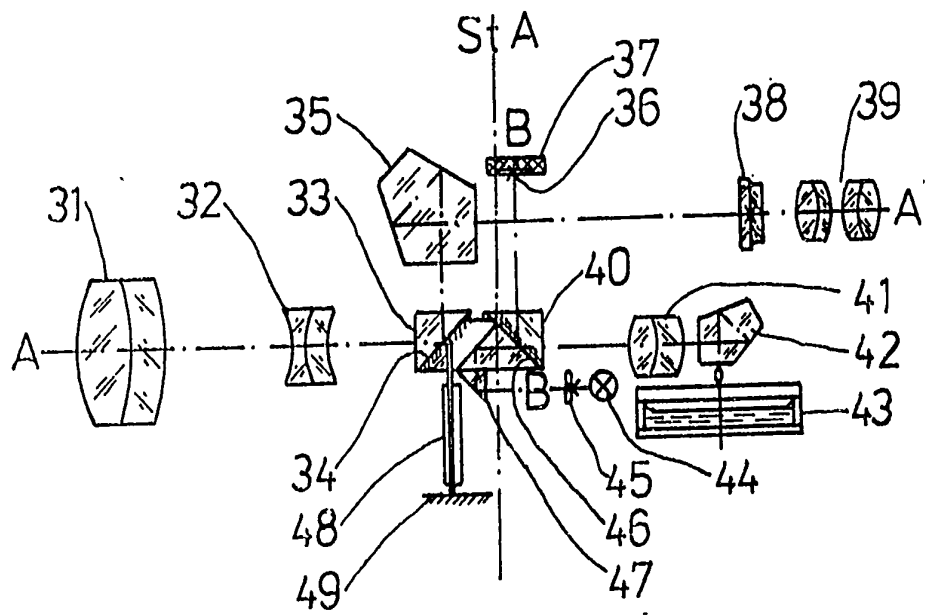


Fig. 2

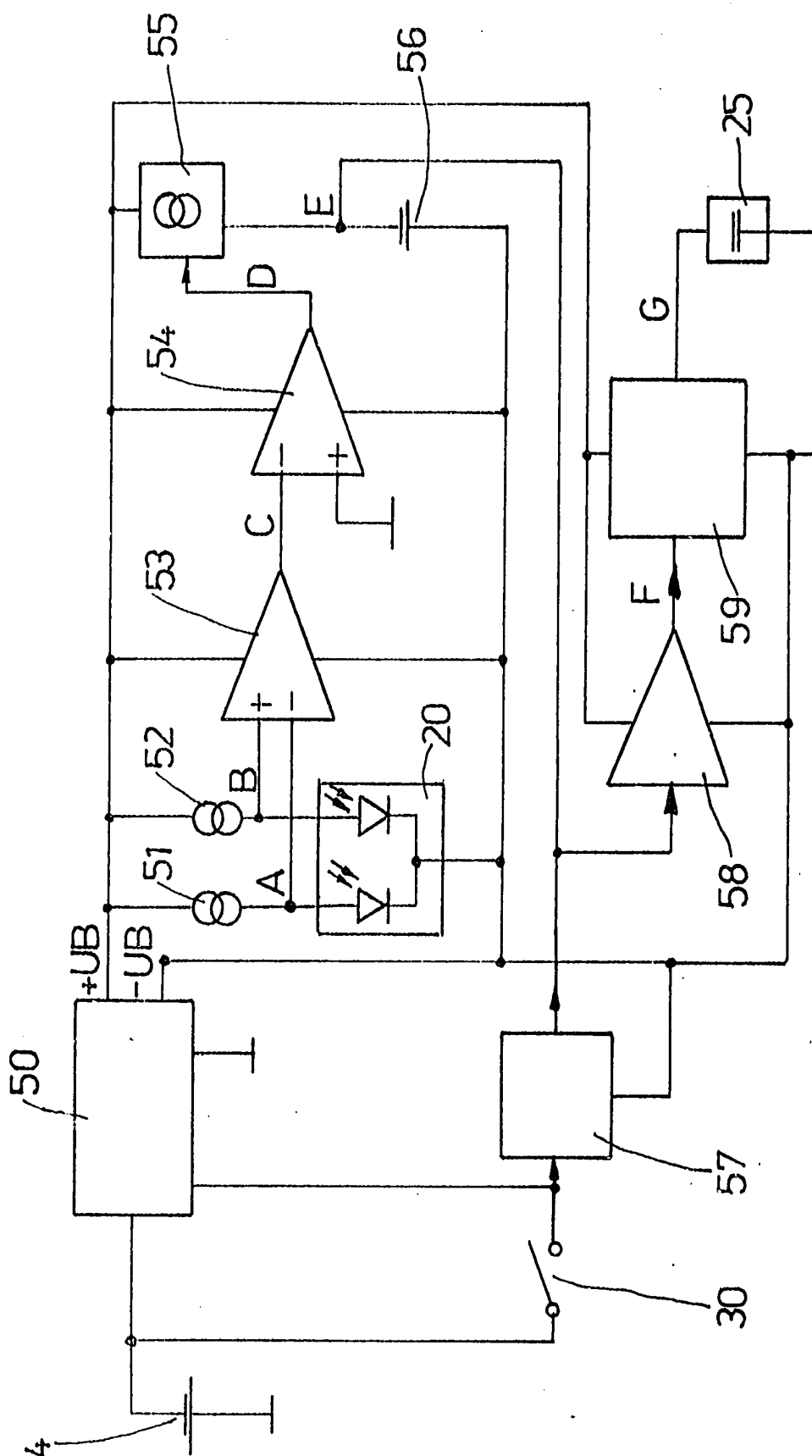


Fig. 3

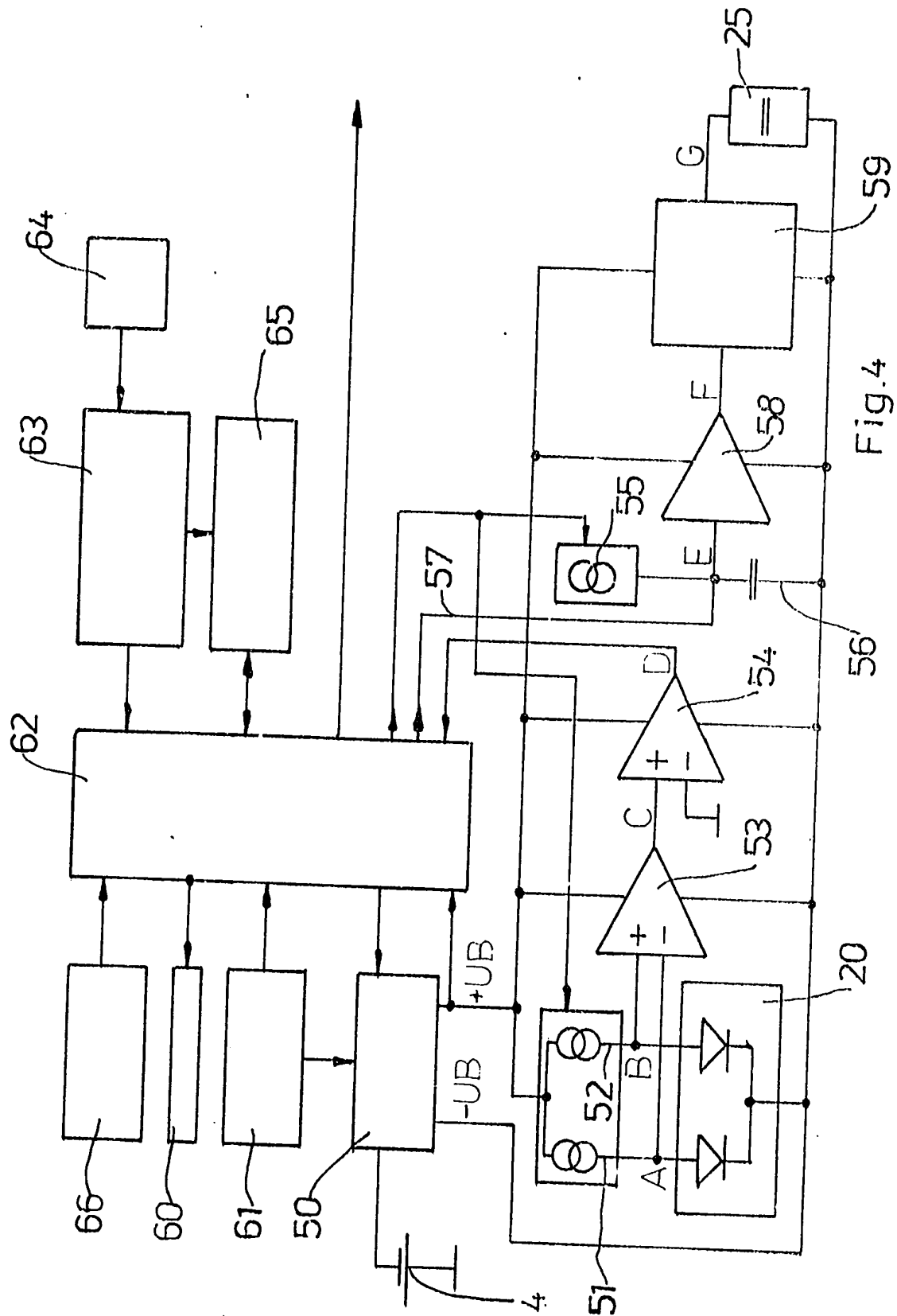


Fig. 4