



(12) Wirtschaftspatent

Teilweise bestätigt gemäß § 18 Absatz 1
Patentgesetz

(19) **DD** (11) **232 111 B1**

4(51) G 01 C 5/00

AMT FÜR ERFINDUNGS- UND PATENTWESEN

(21)	WP G 01 C / 270 160 7	(22)	03.12.84	(45)	01.06.88
				(44)	15.01.86

(71)	VEB Carl Zeiss JENA, Carl-Zeiss-Straße 1, Jena, 6900, DD
(72)	Feist, Wieland, Dr.-Ing.; Heinze, Rudi; Gürtler, Klaus, Dipl.-Ing.; Röder, Rolf, Dipl.-Ing., DD

(54) Anordnung zur Höhenmessung für geodätische Geräte, vorzugsweise Nivelliere

Patentanspruch:

1. Anordnung zur Höhenmessung für geodätische Geräte, vorzugsweise Nivelliere mit einem Fernrohr, einem Stehachsensystem, einer Meßlatte im Zielpunkt, einem pendelnd aufgehängten Spiegel in der halben Brennweite des Fernrohrobjektivs, einer Meßmarke im objektseitigen Knotenpunkt des Fernrohrobjektivs, der mit dem objektseitigen Scheitelpunkt desselben zusammenfällt, einer Einrichtung zur Messung der Höhenverschiebung des Fernrohrobjektivs und mit Mitteln zur Anzeige der Höhenverschiebung im Sehfeld des Fernrohres und zur Horizontierung des Gerätes und mit Einrichtungen zur Auswertung und Anzeige von Meßwerten, **gekennzeichnet dadurch**, daß das Fernrohrobjektiv mit der Meßmarke mit einer ersten Meßeinrichtung so verbunden ist, daß der vordere Knotenpunkt des Fernrohrobjektivs und das Meßmittel der ersten Meßeinrichtung in der Stehachse angeordnet sind, daß senkrecht zu dem pendelnd aufgehängten Spiegel in der halben Brennweite des Fernrohrobjektivs ein weiterer Spiegel fest mit diesem verbunden ist, dem eine zweite Meßeinrichtung zugeordnet ist, und daß zur Ermittlung der Höhenwerte aus den digitalen Signalen der ersten Meßeinrichtung ein Mikrorechner vorgesehen ist, wobei die Höhenwerte in einer Anzeige im Sehfeld des Fernrohrobjektivs angezeigt und/oder in einem Speicher registriert werden.
2. Anordnung zur Höhenmessung nach Anspruch 1, **gekennzeichnet dadurch**, daß aus den analogen Signalen der zweiten Meßeinrichtung ein elektronischer Verstärker Steuersignale zur Dämpfung des pendelnd aufgehängten Spiegels ermittelt.
3. Anordnung zur Höhenmessung nach Anspruch 1, **gekennzeichnet dadurch**, daß für das Meßmittel der ersten Meßeinrichtung eine CCD-Zeile mit beleuchtetem Indexspalt vorgesehen ist.
4. Anordnung zur Höhenmessung nach Anspruch 1, **gekennzeichnet dadurch**, daß für das Meßmittel der ersten Meßeinrichtung ein absolut kodierter Maßstab mit einer zugeordneten Fotoempfänger- und Beleuchtungseinrichtung vorgesehen ist.
5. Anordnung zur Höhenmessung nach Anspruch 1, **gekennzeichnet dadurch**, daß für das Meßmittel der ersten Meßeinrichtung eine quasi absolute Ableseeinrichtung vorgesehen ist, in der eine Skale und ein Index in einer Ebene in der Stehachse angeordnet sind und dynamisch durch einen Drehspiegel abgetastet und durch eine Fotoempfängeranordnung abgelesen werden.
6. Anordnung zur Höhenmessung nach Anspruch 1, **gekennzeichnet dadurch**, daß der Mikrorechner der ersten Meßeinrichtung aus den digitalen Signalen der zweiten Meßeinrichtung Korrekturwerte für die Höhenwerte ableitet.
7. Anordnung zur Höhenmessung nach Anspruch 1, **gekennzeichnet dadurch**, daß für das Nivelliergerät Eingabetastaturen vorgesehen sind, zur Eingabe visuell ermittelter und manuell eingegebener Werte, die durch den Mikrorechner zur Gesamtablesung ergänzt werden.
8. Anordnung zur Höhenmessung nach Anspruch 1, **gekennzeichnet dadurch**, daß der Mikrorechner der ersten Meßeinrichtung aus den ermittelten Höhenwerten mit der ersten Meßeinrichtung und den eingegebenen visuellen Meßwerten der Meßlatte im Zielpunkt die Gesamtablesung ermittelt.
9. Anordnung zur Höhenmessung nach Anspruch 1, **gekennzeichnet dadurch**, daß der Mikrorechner der ersten Meßeinrichtung aus mindestens zwei Gesamtablesungen den Höhenunterschied zwischen mindestens zwei Meßlattenstandpunkten bildet und in einem Speicher registriert.
10. Anordnung zur Höhenmessung nach Anspruch 1, **gekennzeichnet dadurch**, daß der Mikrorechner der ersten Meßeinrichtung aus den einzelnen Höhenunterschieden pro Nivellierstandpunkt den Gesamthöhenunterschied zwischen zwei geodätischen Festpunkten berechnet.

Hierzu 1 Seite Zeichnungen

Anwendungsgebiet der Erfindung

Die Erfindung betrifft eine Anordnung zur Höhenmessung, mit einem Fernrohr, einem Stehachsensystem, einer Meßlatte im Zielpunkt, einem pendelnd aufgehängten Spiegel als Neigungskompensator in der halben Brennweite des Fernrohrobjektivs, einer Meßmarke im objektseitigen Knotenpunkt des Fernrohrobjektivs, der mit dem objektseitigen Scheitelpunkt desselben zusammenfällt, einer Einrichtung zur Messung der Höhenverschiebung des Fernrohrobjektivs und mit Mitteln zur Anzeige der Höhenverschiebung im Sehfeld des Fernrohres und zur Horizontierung des Gerätes sowie Einrichtungen zur Auswertung und Anzeige von Meßwerten. Die Erfindung ist insbesondere für Nivelliere anwendbar.

Charakteristik der bekannten technischen Lösungen

Es sind Nivelliere mit selbsttätiger Stabilisierung der Ziellinie, wie das MOM-Nivellier „NiA3“ und das Nivellier „Ni 002“ von VEB Carl Zeiss JENA bekannt. Bei diesen Kompensatornivellieren wird die Fernrohrziellinie durch einen Neigungskompensator selbsttätig zur Lotrichtung stabilisiert. Höhenmeßfehler können dadurch entstehen, weil die Drehachse für die Horizontierung der Zielachse zwar in der Nähe der Stehachse liegt, aber nicht der vordere Objektivknotenpunkt. Steht die Stehachse nicht senkrecht, so wandert der Drehpunkt der Ziellinie beim Drehen des Nivellierfernrohres um die Stehachse in der Höhe entsprechend dem Gesetz $\Delta h = a \sin \alpha$ (a = Abstand des Knotenpunktes von der Stehachse, α = der Winkel für die Schiefe der Stehachse).

Um diesen Höhenmeßfehler zu beseitigen, muß man das Nivellier entweder sehr genau vorhorizontieren, oder man legt den Objektivknotenpunkt näher zur Stehachse, damit der Drehpunkt in der Nähe der Stehachse liegt, oder man verwendet eine gesonderte Kompensationseinrichtung. Bei den Kompensatornivellieren mit einer gesonderten Kompensationseinrichtung können Höhenmeßfehler auch dadurch entstehen, daß der Ablesindex über den Neigungskompensator abgebildet wird und bei Stativschwingungen der zitternde Index eine Mikrometerablesung erschwert. Um diese auftretenden Höhenmeßfehler bei den Nivellieren zu beseitigen, ist es vorteilhaft, ohne zusätzliche Kompensationseinrichtungen zu arbeiten.

Schwierigkeiten treten bei den Nivellieren auf, die als mikrometrische Meßeinrichtung eine Planplatte verwenden, da die Meßstrahlenabweichungen der Planplatte nicht linear zur Drehung der Planplatte verlaufen. Vorteilhaft für eine Digitalisierung der Meßwertablesung ist das Objektivmikrometer im „Ni 002“, da hier das Objektiv des Fernrohres direkt meßbar verschoben und die Höhenverschiebung an einem Maßstab mit Hilfe eines Indexes direkt abgelesen wird. Aus der DD-PS 102820 ist ein Zielfernrohr mit geknickter optischer Achse bekannt, bei dem der objektseitige Knotenpunkt des Objektivs im objektseitigen Scheitelpunkt und die Zielmarke im objektseitigen Knotenpunkt angeordnet ist. In der DE-AS 1233152 wird eine Anordnung zur Ablesung und Messung von Höhenwerten mit Hilfe eines verschiebbaren inneren Maßstabes im Fernrohrsefeld eines Nivelliers beschrieben, indem das Lattenbild immer in einer konstanten Größe auf einem linearen Maßstab in die Meßbildebene des Nivelliers projiziert wird und die Teilung des Maßstabes so verschoben wird, daß sie dem Bild der Lattenteilung gleichwertig erscheint.

Das erfordert aber ein Varioobjektiv, dessen Ziellinie sich aber nicht mit der hohen Genauigkeit eines Nivelliers konstant halten läßt. Für solche Nivelliere ist eine Variooptik außerdem teuer. In der DE-AS 1241628 wird ein registrierendes Vermessungsinstrument für vercodete Lattenteilungen beschrieben, in dem das von einem Objektiv des Vermessungsgerätes erzeugte Bild der Lattenteilungen fotografisch registriert wird. Aus der DE-AS 1258120 ist ein Verfahren zum Messen von Längen mittels einer aus Strichfolgen bestehenden Teilung und einer Ablesevorrichtung bekannt, in dem die einzelnen Teilungen ausgemessen werden, aus deren Meßwerten die Lattenablesung berechnet wird. Diese Methode ist sehr zeitaufwendig. Es ist einfacher, die Grobablesung an der Meßplatte visuell vorzunehmen, die abgelesenen Zahlen in ein Display einzugeben und zusammen mit einer digital ermittelten Feinablesung im Sehfeld eines Fernrohres anzuzeigen (DD-PS 212097). Aus der EP-PS 0046647 ist eine digitale Meßeinrichtung bekannt, die aus den gemessenen Signalen die Wegverschiebung ableitet und in digitalen Signalen weiterverarbeitet. Weiterhin sind automatische Lattenablesungen bekannt, aus der DE-OS 1923055, US-PS 4035084, 4030832 und 4029415 sowie der DE-OS 3213860. Ein weiterer Nachteil bekannter Anordnungen zur Höhenmessung besteht darin, daß die verwendeten Neigungskompensatoren Zielbildvibrationen verursachen können, sobald das Stativ durch Bodenerschütterungen zu horizontalen Schwingungen angeregt wird.

Ziel der Erfindung

Durch die Erfindung sollen die durch die genannten Nachteile bedingten Meßfehler bei der Höhenmessung mit einem Nivellier mit einfachen und wenig aufwendigen Mitteln ausgeschaltet und ein genauere, zuverlässigere und schnellere Höhenmessung erhalten werden.

Darlegung des Wesens der Erfindung

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, die Ablesung von Höhenwerten mit einem Nivellier zu automatisieren, indem der Beobachter durch eine automatische Registrierung der Mikrometeranzeige entlastet und der Prozeß der Meßdatenerfassung automatisiert wird, durch eine Rationalisierung des Nivellementprozesses unter Einsatz von Mikrorechnern und Datenspeichern gemäß der Erfindung wird diese Aufgabe dadurch gelöst, daß das Fernrohrobjektiv mit der Meßmarke im objektivseitigen Knotenpunkt des Fernrohrobjektivs mit einer ersten Meßeinrichtung so verbunden ist, daß der vordere Knotenpunkt des Fernrohrobjektivs und das Meßmittel der ersten Meßeinrichtung in der Stehachse angeordnet sind, daß senkrecht zudem pendelnd aufgehängten Spiegel in der halben Brennweite des Fernrohrobjektivs ein weiterer Spiegel fest mit diesem verbunden ist, dem eine zweite Meßeinrichtung zugeordnet ist, daß ein Mikrorechner Höhenwerte aus den digitalen Signalen der ersten Meßeinrichtung ableitet, die im Sehfeld des Fernrohrobjektivs angezeigt und/oder in einem Speicher registriert werden und daß ein elektronischer Verstärker aus den analogen Signalen der zweiten Meßeinrichtung Steuersignale zur Dämpfung des pendelnd aufgehängten Spiegels erhält. Vorteilhaft ist es, daß für das Meßmittel der ersten Meßeinrichtung eine CCD-Zeile mit beleuchtetem Indexspalt oder ein absolutcodierter Maßstab mit einer zugeordneten Fotoempfänger- und Beleuchtungseinrichtung oder eine quasiabsolute Ableseeinrichtung vorgesehen ist und daß der Mikrorechner der ersten Meßeinrichtung aus den digitalen Signalen der zweiten Meßeinrichtung Korrekturwerte für die Höhenwerte ableitet, daß der Mikrorechner aus den ermittelten Höhenwerten mit der ersten Meßeinrichtung und den eingegebenen Meßwerten der Meßplatte im Zielpunkt die Gesamtablesung ermittelt, daß er aus mindestens zwei Gesamtablesungen den Höhenunterschied zwischen mindestens zwei Meßlattenstandpunkten bildet, in einem Speicher registriert und daß er aus den einzelnen Höhenunterschieden pro Nivellierstandpunkt den Gesamthöhenunterschied zwischen zwei geodätischen Festpunkten ermittelt.

Durch die Erfindung ist es möglich, die Ablesung und Messung von Höhenwerten mit einem Nivellier zu automatisieren, um dadurch eine genauere zuverlässigere und schnellere Höhenmessung zu erhalten durch Entlastung des Beobachters mit einer automatischen Registrierung der Mikrometeranzeige und einem automatisierten Prozeß der Meßdatenerfassung unter Einsatz von Mikrorechnern und Datenspeichern.

Ausführungsbeispiel

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

Fig. 1: den optisch-mechanischen Aufbau einer erfindungsgemäßen Anordnung

Fig. 2: ein Blockschaltbild der Anordnung

Fig. 1 zeigt den erfindungsgemäßen Aufbau eines Kompensationsnivelliers, bestehend aus einem Dreifuß 1, einem Unterteil 2 und einem Geräteoberteil 4, das alle funktionswichtigen Baugruppen enthält. Das Oberteil 4 ist in einer nicht in Einzelheiten dargestellten Stehachse 3 (bekannten Aufbaus) im Dreifuß 1 gelagert und wird über einen Feintrieb 40 bewegt. Im Oberteil 4 ist ein Fernrohr 4.1 angeordnet, bestehend aus einem Abschlußglas 21, durch das das Lattenbild von einem Objektiv 5 in einer Fassung 6, gesehen wird und dem Objektiv 5, daß den Lattenausschnitt über einen Pendelspiegel 8 in einen vorderen Objektivknotenpunkt 9, der auf dem vorderen Objektivscheitelpunkt liegt, abgebildet. Mit dem dort befindlichen Strichkreuz wird das Lattenbild gemeinsam mit dem Bild der Anzeige über einen Prismenblock 10 und 11 mit den Objektiven 12, 14 und 15 sowie den Prismen 13, 16 und 17 und mit dem Bildaufrichtungsprisma 18 in eine Zwischenbildebene 19 übertragen und dort mit einem Okular 20 betrachtet. Eine LED-Anzeige 25 wird über die Objektive 24 und 22 mit einem Prisma 23 in die erste Bildebene 9 eingespiegelt und abgebildet und damit wird sie im Sehfeld des Fernrohres 4.1 sichtbar. Die Fassung 6 trägt eine erste Meßeinrichtung 30, umfassend zum Beispiel eine CCD-Zeile 29, einen Spalt 28, einen Kondensor 27 und eine Beleuchtungseinrichtung 26. Das Meßmittel der ersten Meßeinrichtung 30 kann auch ein absolut codierter Maßstab mit einer zugeordneten Fotoempfänger- und Beleuchtungseinrichtung oder eine quasi absolute Meßeinrichtung sein. Von dieser ersten Meßeinrichtung 30 ist nur die CCD-Zeile 29 mit dem Objektiv 5 fest verbunden, wobei das Objektiv 5 in einer Führung 7 mittels eines nicht ausführlich dargestellten Feintriebes 42 vertikal verschoben werden kann. Die bei der Verschiebung gewonnenen Signale werden über Anschlüsse 43 einer elektronischen Meßwerterfassung 45 (Fig. 2) zugeführt. Senkrecht zu dem Pendelspiegel 8 ist ein weiterer Spiegel 31 vorgesehen und diesem zugeordnet eine zweite Meßeinrichtung 32, umfassend eine Beleuchtungseinrichtung 35, einen Kondensor 33, ein Objektiv 34 und ein Differenzfotoelement 36 als Empfängereinheit. Der Pendelspiegel 8 ist in einem Pendel 41 angeordnet und trägt einen Dämpfer 37, dessen Schalen 38 an einer Pendelbasis 39 befestigt sind. Das Pendel 41 ist zur Fokussierung in einer Führung 44 gelagert. An dem Geräteoberteil 4 befindet sich ein der Übersicht wegen nicht dargestelltes Bedienpult bekannten Aufbaues mit den für den Meßprozeß erforderlichen Anzahl von Eingabetasten.

Fig. 2 zeigt in einem Blockschaltbild einen Überblick über die Meßwerterfassung, Verarbeitung und Speicherung. Nach dem Einschalten des Gerätes wird eine Dateneingabetastatur 46 mit Strom versorgt, der Meßprozeß durch einen Tastendruck ausgelöst und die anderen Bauelementegruppen über eine Steuereinrichtung 50 einer Stromversorgungseinheit 47 zugeschaltet. Ein Mikrorechner 48 zur Meßwertauswertung fragt die Tastatur 46 ab und übernimmt die Steuerung des Meß-Rechen- und Speicherprogrammes. Nach Eingabe des Meßprogrammes über eine Tastatur 46 führt der Beobachter mit der ersten Meßeinrichtung 30 durch Drehen des Feintriebes 42 die Ausmessung des Restintervalls an der Meßlatte durch und erhält nach Auslösung des Meßprozesses in der LED-Anzeige 25 die Feinablesung. Danach nimmt er an der Meßlatte im Zielpunkt (nicht dargestellt) eine Grobablesung visuell vor und gibt die drei Ziffern der Grobablesung über das nicht dargestellte Bedienpult ein, die ebenfalls in der LED-Anzeige 25 erscheinen. Ein Mikrorechner der Auswerteeinrichtung 48 übernimmt dann die Grob- und Feinablesung des Lattenwertes als Gesamtablesung in einer Ziffernanzeige 51 und organisiert die Weiterverarbeitung und Registrierung dieses Meßwertes in einem Datenspeicher 52. Nach Beendigung dieses Prozesses sendet der Mikrorechner 48 an die Steuereinrichtung für die Stromversorgung 50 ein Signal, zum Abschalten aller Baugruppen von der Stromversorgungseinheit 47 (höhere Betriebssicherheit bei Batteriebetrieb und damit Vergrößerung der Tagesleistung des Gerätes) liegen auf dem Meßstandort dann die weiteren Lattenablesungen vor, berechnet der Mikrorechner 48 aus den digitalen Signalen der ersten Meßeinrichtung 30 den Höhenunterschied des Meßstandortes und speichert denselben ab im Datenspeicher 52. Im Laufe des Nivellementsprozesses summiert der Mikrorechner 48 zu dem ersten gemessenen Höhenunterschied die weiteren gemessenen und berechnet aus den ermittelten Höhenunterschieden den Gesamthöhenunterschied zwischen zwei geodätischen Festpunkten. Aus den digitalen Signalen der zweiten Meßeinrichtung 32 kann der Mikrorechner 48 zusätzlich Korrekturwerte für die Höhenwerte ableiten. Ein elektronischer Verstärker 49 registriert noch aus den analogen Signalen der zweiten Meßeinrichtung 32 Steuersignale zur Dämpfung des pendelnd aufgehängten Spiegels, so daß bei Bedarf der Beobachter über die Tastatur 46 die zweite Meßeinrichtung 32 einschaltet, die zur Dämpfung des Pendels 8 notwendig ist und dem Mikrorechner 48 anzeigt, ob das Pendel (Pendelspiegel 8) richtig funktioniert.

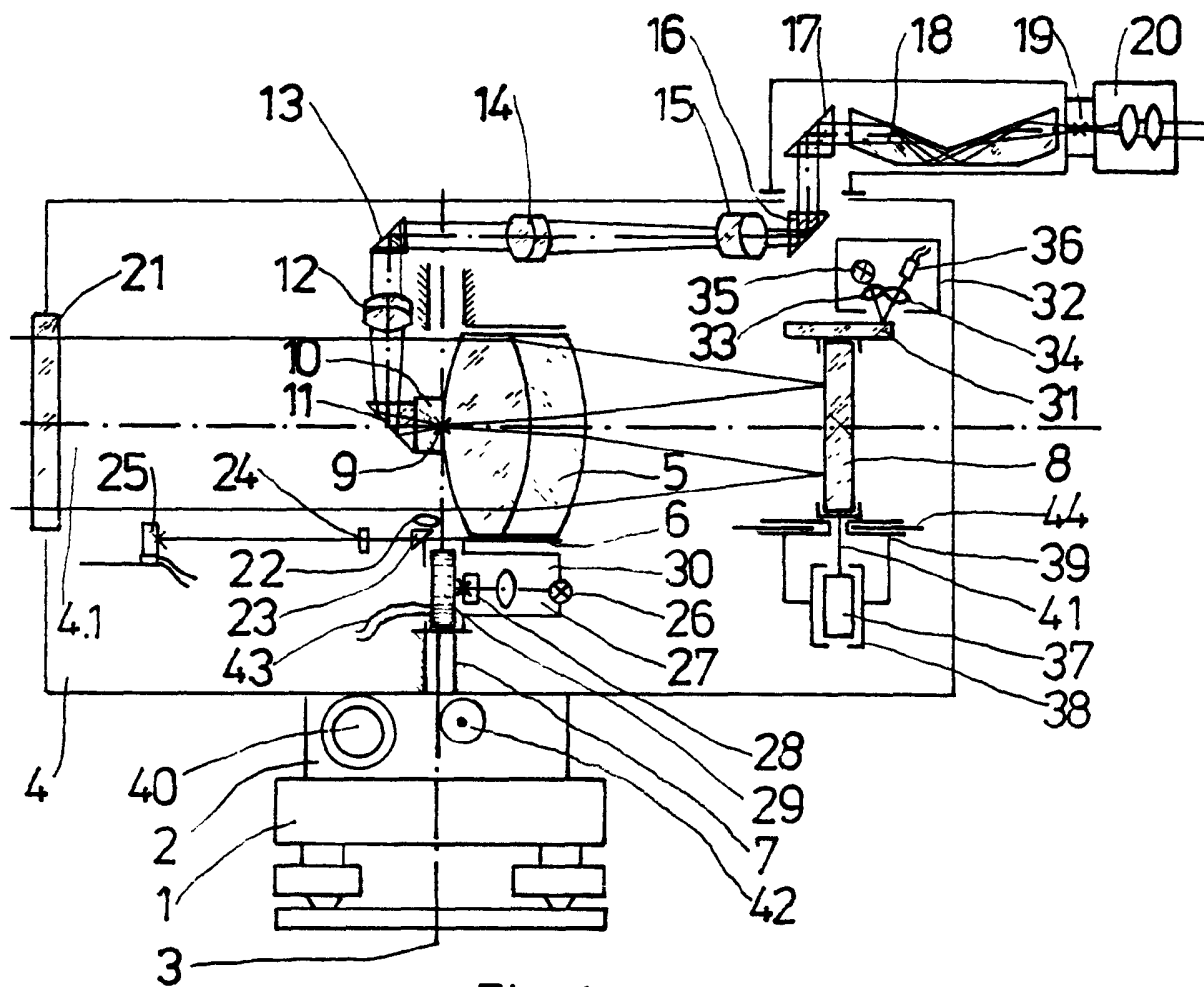


Fig. 1

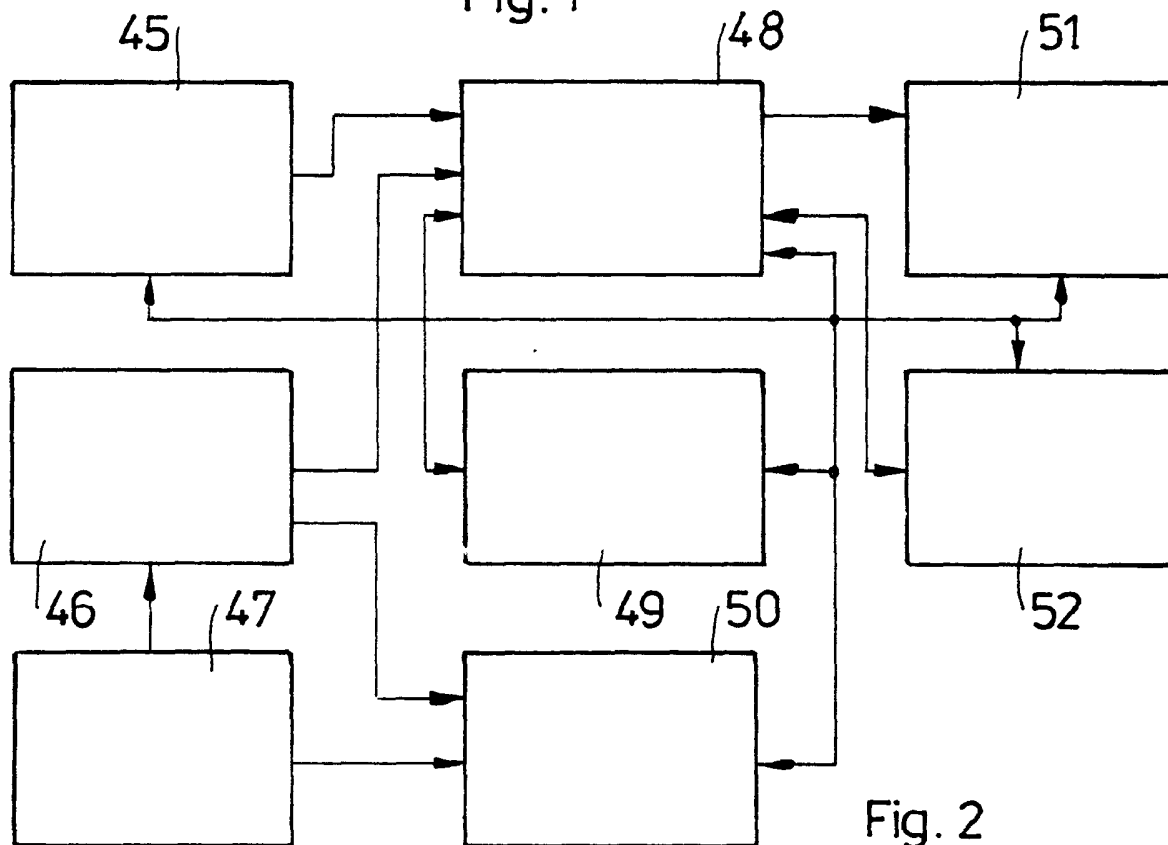


Fig. 2