



**Wirtschaftspatent**

Erteilt gemaeß § 17 Absatz 1 Patentgesetz

ISSN 0433-6461

(11)

**212 341**

Int.Cl.<sup>3</sup>

3(51)

G 05 D

3/00

**AMT FUER ERFINDUNGS- UND PATENTWESEN**

In der vom Anmelder eingereichten Fassung veroefflicht

(21) WP G 05 D/ 2466 900

(22) 29.12.82

(44) 08.08.84

(71) TECHNISCHE HOCHSCHULE, KARL-MARX-STADT, DD

(72) KRAUSS, FOLKER, DIPL.-ING.; DD;

**(54) ANORDNUNG ZUR SCHRITTWEISEN DIGITALEN LAGESTEUERUNG BEWEGTER MECHANISCHER ELEMENTE**

(57) Die Erfindung bezieht sich auf das Gebiet der digitalen Lagesteuerung bewegter mechanischer Elemente. Ziel ist es, eine Lösung für eine schrittweise Lagesteuerung durch analog wirkende Antriebe bewegter mechanischer Elemente nach vorgegebenen Digitalwerten mit verbesserten Eigenschaften zu schaffen. Es handelt sich dabei um eine Anordnung zu Erzeugung einer lage- und geschwindigkeitsgesteuerten Bewegung nach vorgegebenen Digitalwerten unter Verwendung einer digitalen Informationsverarbeitungseinrichtung mit nachgeschalteter Dekodiereinrichtung zur Bildung eines digitalen Signals, das ringzählerförmig auf Lichtsenderpaare geleitet wird, die auf ringförmigen Bahnen angeordnet sind und mit gegenüberliegenden Lichtempfängerpaaren eine Koppelordnung bilden. Diese wird mit einem, mit dem Antrieb verbundenen Abtastelement zur Bildung eines analogen, richtungsbestimmten Signals abgetastet. Dieses Signal wird über eine Antriebssteuerung auf den Antrieb zurückgeführt und damit ein Nachfolgen des Antriebs nach Digitalwerten ausgelöst. Die Anordnung enthält einen Digital-Analog-Umsetzer zur Feinauflösung und eine Signalüberwachung zur Bewegungskontrolle. Die Anordnung ist für technische Einrichtungen mit digital gesteuerten Bewegungsachsen geeignet. Fig. 1

## **Titel der Erfindung**

Anordnung zur schrittweisen digitalen Lagesteuerung bewegter mechanischer Elemente.

## **Anwendungsgebiet der Erfindung**

Das Anwendungsgebiet der Erfindung umfaßt Einrichtungen, bei denen die relative Bewegung von bewegten mechanischen Elementen gegenüber einem Bezugselement unter Verwendung analog wirkender Antriebe nach digital vorgegebenen Sollwerten für die Lage und Geschwindigkeit gesteuert werden muß.

Die Anwendung der Erfindung ist bei Einrichtungen, in denen digital gesteuerte Bewegungsachsen eingesetzt werden wie z. B. bei Industrierobotern, digital gesteuerten Maschinen, digitalen Stellantrieben und Ausgabegeräten informationsverarbeitender Systeme möglich.

## **Charakteristik der bekannten technischen Lösungen**

Es sind verschiedene Verfahren und Anordnungen zur schrittweisen, digitalen Lagesteuerung bekannt. Diese Verfahren ermöglichen eine Lagesteuerung mit offenen Steuerketten bei geringem Aufwand zur digitalen Signalverarbeitung im Vergleich mit Verfahren zur digitalen Lagesteuerung, bei denen die Antriebssteuerung durch gemessene Weg- oder Winkelsignale erfolgt wie bei digital absoluten, digital zyklisch absoluten oder inkrementalen Verfahren.

Die bekannten elektrischen, rotatorisch oder linear wirkenden Schrittmotoren stellen eine Lösung für Lagesteuerungen der oben genannten Art dar. Nach W. Berghäuser „Der 5-Phasen-Schrittmotor und seine Anwendung“ (Antriebstechnik 7/8, 1981), werden Schrittmotoren mit Drehmomenten zwischen 1 Nm und 30 Nm angewendet.

Die erreichten Auflösungen liegen bei 500 Schritten/Umdr. im Vollschrittbetrieb und 1000 Schritten/Umdr. im Halbschrittbetrieb.

Elektrische Schrittmotoren weisen Einschränkungen in ihrer Anwendbarkeit auf. So haben Schrittmotoren gegenüber trägheitsarmen Gleichstrommotoren vergleichbarer Leistung größere Massenträgheitsmomente und damit ein ungünstigeres dynamisches Verhalten.

Weiter besteht bei Schrittmotoren die Gefahr von Schrittverlusten. Bestimmte Grenzwerte bei Beschleunigung und Verzögerung dürfen nicht überschritten werden, um Schrittverluste zu vermeiden. Weiter besteht die Gefahr von Schrittverlusten bei Überschwingen über die Soll-Lage hinaus sowie bei Einwirkung von Drehmomenten in der Raststellung. Diese Schrittverluste bleiben unbemerkt, sofern nicht besondere Einrichtungen zur Impulsrückmeldung vorhanden sind. Weiter darf bei Schrittmotoren das Betriebsgrenzmoment nicht überschritten werden. Die maximale Betriebsfrequenz sinkt mit der Belastung.

Als weiterer Nachteil der Schrittmotoren ist ein schlechter Wirkungsgrad, der dadurch bedingt ist, daß eine Bestromung der Motorwicklungen auch im unbelasteten Zustand und in der Raststellung erfolgt und ein relativ hoher mechanischer Fertigungsaufwand zu nennen.

Es sind Anordnungen bekannt, die die oben genannten Nachteile teilweise aufheben, die aber eine Vergrößerung des schaltungstechnischen Aufwandes bedingen.

Es sind weiter elektrische Schrittmotoren bekannt, die mit Hydraulikantrieben zur Drehmomentverstärkung gekoppelt sind. Bei diesen Anordnungen werden die Nachteile hydraulischer Einrichtungen mit übernommen.

Weiter sind hydrostatische Antriebe in modularer Bauweise als Schrittantriebe bekannt, bei denen mehrere hydraulische Linearantriebe in festgelegter Reihenfolge angesteuert werden und auf eine Kurvenbahn einwirken. Bei diesen Anordnungen sind hohe Weg- oder Winkelauflösungen nur mit einem hohen Aufwand an Bauelementen erreichbar.

Durch die DE-OS 2833237 ist eine Einrichtung zur Einstellung eines Rotationskörpers in eine von mehreren möglichen Winkelstellungen bekannt, bei der verschiedene Winkelstellungen vorbestimmt durch Anschalten von elektrischen Potentialen an kreissegmentförmige Elektroden, Abtasten durch paarweise angeordnete Abtastelektroden unter Ausnutzung des kapazitiven Prinzips und durch Rückführung auf einen trägheitsarmen elektrischen Antrieb, angefahren werden können.

Mit dieser Einrichtung können schrittweise Bewegungen innerhalb des Bereiches einer Umdrehung realisiert werden. Zur Realisierung großer Positionierbereiche bei gleichzeitiger hoher Auflösung ist diese Einrichtung jedoch ungeeignet.

Als weiterer Nachteil ist die Notwendigkeit von galvanischen Kontakten an den Abtastelektroden zu nennen.

Nach der DD-PS 114704 ist eine Anordnung zum schrittweisen Verstellen mechanischer Glieder bekannt, bei der eine Positionsmeßeinrichtung mit einem Informationsträger, der periodisch aufgebrachte Informationen enthält, durch eine bestimmte Anzahl von Abtastelementen abgetastet wird und bei der die Ausgangssignale dieser Abtastelemente zyklisch auf einen Soll-Ist-Wert-Vergleicher geschaltet und über eine Regeleinrichtung auf einen Antrieb zurückgeführt werden.

Bei Anordnung der Abtastelemente nach einem bestimmten Zusammenhang zwischen Anzahl und Abstand der Abtastelemente und Periodenlänge wird so eine schrittweise Bewegung des Antriebs erreicht.

Diese Anordnung hat hinsichtlich des dynamischen Verhaltens, des mechanischen Fertigungsaufwandes und eines erweiterten Anwendungsbereiches Vorteile gegenüber elektrischen Schrittmotoren, besitzt jedoch in bezug auf die Gefahr von Schrittverlusten ähnliche Eigenschaften. In der CH-PS 600673 wird eine inkremental regelbare Antriebsvorrichtung beschrieben, bei der eine Einrichtung zur Lagesteuerung nach dem inkrementalen Verfahren auf Schrittbetrieb umgeschaltet werden kann. Zur schrittweisen Lagesteuerung enthält hierbei der inkrementale Maßstab ähnlich wie bei der Anordnung nach der DD-PS 114704 periodische Informationen, die durch zyklisches Umschalten von drei Lichtschranken abgetastet werden. Die Ausgangssignale der Lichtschranken werden auf den Antrieb zurückgeführt, so daß eine schrittweise Bewegung von jeweils einem Drittel eines Inkrementalschrittes erreicht wird.

Bei dieser Vorrichtung ist die Gefahr von Inkrementverlusten im Schrittbetrieb bei Belastung ebenfalls gegeben. Insbesondere besteht auch hier nicht die Möglichkeit der Signalüberwachung zur Verhinderung der Inkrementverluste im Betrieb. Es sind weiter zusätzliche Maßnahmen zur Bestimmung der Bewegungsrichtung erforderlich.

## **Ziel der Erfindung**

Es soll durch die Erfindung die Lösung für eine Anordnung zur schrittweisen digitalen Lagesteuerung geschaffen werden, mit der näherungsweise das Betriebsverhalten analog wirkender Antriebe mit vertretbarem Aufwand erreicht wird.

Insbesondere soll der Einsatz trägheitsarmer elektrischer Gleichstromantriebe wie Scheibenläufer- oder Schlankankermotoren und damit eine Verbesserung des dynamischen Verhaltens erzielt werden. Beim Einsatz von elektrischen Antrieben soll eine Lastabhängigkeit des Stromes erreicht werden. In der Raststellung oder erreichten Sollposition soll der Antrieb unbelastet stromlos arbeiten. Weiter soll die Gefahr von Schrittwertverlusten durch die Schaffung eines analogen Regelbereiches über den Bereich einer relativ großen Zahl von Einzelschritten für die belastungsabhängige Abweichungen von einer Führungsgröße oder einem Lage-Sollwert vermieden werden.

### **Darlegung des Wesens der Erfindung**

Aufgabe der Erfindung ist es, eine Lösung zu schaffen, mit der durch digitale Vorgabe einer Führungsgröße oder eines Sollwertes ein durch einen analog wirkenden Antrieb bewegtes mechanisches Element in festgelegten Schritten in bestimmte diskrete Stellungen gebracht wird.

Dabei sind die Ursachen für die Mängel der bekannten technischen Lösungen wie z.B. funktionsbedingt hoher Einsatz von Magnetwerkstoffen in Motorläufern und geringer analoger Regelbereich für belastungsabhängige Abweichungen von der Führungsgröße bzw. vom Sollwert sowie hoher mechanischer Fertigungsaufwand bei gleichzeitiger Erhöhung des Wirkungsgrades zu reduzieren.

Erfindungsgemäß wird eine Einrichtung zur digitalen Informationsverarbeitung zur Erzeugung einer Führungsgröße oder eines Sollwertes benutzt, die ein Sollwertregister zur Zwischenspeicherung eines der zu erreichenden Soll-Lage entsprechenden Digitalwertes verwendet, einen Vor-Rückwärts-Zähler enthält, der von dem einer bestimmten Ist-Lage entsprechenden Zählstand mit einer bestimmten, die Sollgeschwindigkeit oder Solldrehzahl bestimmenden Zählfrequenz je nach zu erreichender Soll-Lage vor, oder rückwärts zählt und die weiter einen Vergleicher enthält, der bei Übereinstimmung zwischen Zählstand und einem bestimmten Teil des Sollwertregisters die Unterbrechung des Zählvorgangs veranlaßt. Ein bestimmter niederwertiger Teil des in einem bestimmten Code vorliegenden Zählstandes stellt die Führungsgröße oder den Sollwert in codierter Form dar. Dieser niederwertige Teil des Zählstandes wird einer Dekodiereinrichtung zugeleitet, durch die eine Dekodierung in Einzelsignale auf Einzelleitungen erfolgt, wobei jedes Einzelsignal einem bestimmten Zählstand entspricht.

Über die Einzelleitungen werden ringförmig auf einem Bezugselement in gleichen Abständen angeordnete Paare von Lichtsendern angesteuert, wobei ein Signal auf einer entsprechenden Einzelleitung eine Aktivierung eines Lichtsenderpaares hervorruft.

Benachbarte Lichtsenderpaare sind dabei benachbarten Zählwerten des genannten niederwertigen Teils des Zählstandes zugeordnet.

Auf diese Art wird eine ringzählerförmige Anordnung gebildet, die das Umsetzen des niederwertigen Teils des Zählstandes beim Vor- oder Rückwärtszählen des Zählers in ein schrittweise entsprechend der Zählfrequenz richtungsbestimmt umlaufendes Signal in Form fortlaufender Aktivierung von Lichtsenderpaaren an einem Bezugselement bewirkt.

Mit einem durch den analog wirkenden Antrieb bewegten Element ist ein rotatorisch wirkendes Abtastelement gekoppelt, das zwei Bahnen mit in Abhängigkeit vom Winkel veränderlicher Lichtdurchlässigkeit enthält, die bewirken, daß die auf das, dem aktivierten Lichtsenderpaar gegenüberliegende Lichtempfängerpaar einwirkende Beleuchtungsstärke in Abhängigkeit von der relativen Winkellage des Abtastelements von der Lage des aktivierten Lichtsenderpaares gesteuert wird.

Dabei wird über eine den Lichtempfängern, die der Beleuchtungsstärke analoge elektrische Signale erzeugen, nachgeschaltete analog wirkende Subtrahiereinrichtung nach dem Differentialprinzip ein näherungsweise lineares, richtungsabhängiges, analoges, elektrisches Signal als Maß für die relative Winkellage des Abtastelementes von der Lage des aktivierten Lichtsenderpaares über einen Bereich von nahezu plus/minus einer halben Umdrehung des Abtastelementes gebildet.

Das auf diese Art erzeugte analoge Signal wird auf eine Antriebssteuerung zurückgeführt, so daß ein Lageregelkreis innerhalb des genannten Wirkungsbereiches des Signals mit einem relativen analogen Regelbereich von ebenfalls plus/minus einer halben Umdrehung des Abtastelementes entsteht, der die relative Lage des bewegten Elementes so regelt, daß dieses eine der Lage des aktivierten Lichtsenderpaares entsprechende, definierte Stellung einnimmt. Eine Aktivierung eines Lichtsenderpaares innerhalb des relativen analogen Regelbereiches hat so eine über die Antriebssteuerung und den Antrieb ausgelöste Bewegung des bewegten Elementes in eine der Lage des Lichtsenderpaares zugeordnete Lage zur Folge. Durch aufeinanderfolgendes Aktivieren benachbarter Lichtsenderpaare wird so über die genannte Einrichtung zur digitalen Informationsverarbeitung, die Dekodiereinrichtung und die ringzählerförmige Anordnung der Einzelleitungen eine der Zählfrequenz entsprechende schrittweise fortschreitende, richtungsbestimmende Bewegung des bewegten Elementes bis zum Erreichen des im Register gespeicherten Sollwertes ausgelöst.

Der höherwertige Teil des Zählstandes entspricht dabei der Anzahl der, ausgehend von einem Bezugszustand, ausgeführten Umdrehungen des Abtastelementes.

Der niederwertigste Teil des Sollwertregisterinhaltes stellt einen Digitalwert für die vorbestimmte Zwischenstellung des Abtastelementes zwischen der Lage zweier benachbarter Lichtsenderpaare zur Erhöhung der Auflösung dar. Dieser niederwertigste Teil wird über einen Digital-Analog-Umsetzer in eine analoge Spannung umgeformt, die ein Maß für die genannte vorbestimmte Zwischenstellung ist. Diese analoge Spannung wird weiter an einer Mischstelle des oben genannten Regelkreises zu dem von der Subtrahiereinrichtung erzeugten Signal analog addiert, so daß sich das durch den Antrieb bewegte Element entsprechend der vorbestimmten Zwischenstellung des Abtastelementes einstellt, wenn ein Lichtsenderpaar aktiviert ist.

So wird die der höheren Auflösung entsprechende Zwischenstellung unabhängig von der schrittweisen, fortschreitenden Bewegung festgelegt.

Mit einer Signalüberwachung des von der Subtrahiereinrichtung gebildeten analogen elektrischen Signals wird ein digitales Signal gebildet, das aktiv wird, wenn das genannte analoge Signal vorbestimmte Grenzwerte überschreitet. Das so erzeugte digitale Signal wird auf die Einrichtung zur digitalen Informationsverarbeitung zurückgeführt und bewirkt dort eine Unterbrechung des Zählvorgangs im Vor-Rückwärts-Zähler solange das Signal anliegt.

Auf diese Weise wird verhindert, daß bei Belastung der genannte analoge Regelbereich überschritten wird und daß somit der Verlust von Umdrehungen eintreten kann.

#### Ausführungsbeispiel

Die erfindungsgemäße Lösung soll nachstehend an einem Ausführungsbeispiel beschrieben werden. Dabei zeigt Fig. 1 eine Anordnung zur Lagesteuerung.

Eine Einrichtung zur digitalen Informationsverarbeitung 1 wird dabei durch eine zentrale Verarbeitungseinheit in Verbindung mit einem Ausgabebaustein und einem Schreib/Lese-Speicher realisiert. Das Zusammenwirken von Zähler, Sollwertregister, Vergleichler und Ausgabebaustein erfolgt so, daß nach Auslösung eines Signals zum Automatikbetrieb die Ausgabe des niederwertigsten Teils des Sollwertregisters zur Festlegung der Zwischenstellungen an den Digital-Analog-Umsetzer 3 und die Ausgabe des genannten niederwertigen Teils des Zählstandes des Zählers entsprechend der programmierten Zählfrequenz an die Dekodiereinrichtung 2 erfolgt. Der Zähler arbeitet als Binärzähler, die Dekodiereinrichtung 2 setzt binär codierte Signale in Einzelsignale auf Einzelleitungen um. Der Dekodiereinrichtung 2 sind über Treiberstufen 4 Infrarotemitterdiodenpaare als Lichtsenderpaare 5 nachgeschaltet. Die Lichtsenderpaare 5 sind auf zwei Kreislinien an einem Teil des Bezugs-elementes 6 so angeordnet, daß die zu einem Paar gehörenden Bauelemente auf einer Radiuslinie liegen.

Die Lichtsenderpaare 5 bilden mit ihnen gegenüberliegenden Lichtempfängerpaare 9 (Fototransistorstufen) an einem weiteren Teil des Bezugs-elementes 6 eine optoelektronische Koppelanordnung.

Zwischen Lichtsenderpaaren und Lichtempfängerpaaren (5; 9) wird ein mit dem durch den Antrieb 13 bewegten Element 7 gekoppeltes Abtastelement 8 gedreht. Dieses Abtastelement 8 hat die Form einer Scheibe und enthält zwei Bahnen, deren Lichtdurchlässigkeit in Abhängigkeit vom Winkel veränderlich ist. Die Bahnen werden als äußere und innere Bahn unterschieden, wobei die äußere Bahn den auf der äußeren Kreislinie und die innere Bahn den auf der inneren Kreislinie liegenden Bauelementen zugeordnet ist.

Dabei nimmt die Lichtdurchlässigkeit auf der inneren Bahn zu, wenn das Abtastelement 8 im mathematisch negativen Drehsinn, und auf der äußeren Bahn zu, wenn das Abtastelement 8 im mathematisch positiven Drehsinn gegenüber dem aktivierten Lichtsenderpaar 5 gedreht wird.

Durch diese Anordnung werden in den, den aktivierten Lichtsenderpaaren 5 gegenüberliegenden Lichtempfängerpaaren 9 vom relativen Winkel des Abtastelementes 8 abhängige, analoge Spannungssignale erzeugt, wobei alle Ausgänge der Lichtempfänger der inneren Bahn sowie der äußeren Bahn jeweils auf einer gemeinsamen Leitung liegen. Dadurch entsteht für die auf der äußeren und inneren Bahn liegenden Lichtempfänger jeweils ein Signal. Die beiden so entstandenen Signale werden einer Subtrahiereinrichtung 10 mit Elektrometereingängen zugeleitet, an deren Ausgang das richtungsabhängige analoge Signal für die relative Winkellage des Abtastelementes 8 gegenüber der Lage des aktivierten Lichtsenderpaares 5 gebildet wird, das der Mischstelle 11 des Regelkreises zugeführt wird.

An dieser Mischstelle 11 werden weiter die Signale für das Maß der vorbestimmten Zwischenstellung vom Digital-Analog-Umsetzer 3 und einer winkelgeschwindigkeitsproportionalen Rückführung eingeleitet.

Ein nachgeschalteter Pulsbreitenmodulator bildet in Verbindung mit einem Leistungsschaltverstärker die Antriebssteuerung 12. Als Antrieb 13 wird ein permanent-erregter Gleichstromnebenschlusmotor verwendet.

Das winkelgeschwindigkeitsproportionale Signal wird durch den, mit dem Antrieb 13 gekoppelten Tachodynamo 14 erzeugt.

Das Abtastelement 8 ist direkt mit der Motorwelle gekoppelt. Als Einrichtung zur Signalüberwachung 15 des von der Subtrahiereinrichtung 10 gebildeten analogen elektrischen Signals wird eine als Fensterdiskriminator wirkende Komparatorkombination verwendet.

## Erfindungsansprüche

1. Anordnung zur schrittweisen digitalen Lagesteuerung bewegter mechanischer Elemente unter Verwendung einer Einrichtung zur digitalen Informationsverarbeitung zur Erzeugung einer Führungsgröße oder eines Sollwertes, die ein Sollwertregister zur Zwischenspeicherung eines der zu erreichenden Soll-Lage entsprechenden Digitalwertes enthält, weiter einen Vor-Rückwärts-Zähler enthält, der von dem, einer bestimmten Ist-Lage entsprechenden Zählstand mit einer bestimmten, die Sollgeschwindigkeit oder Sollzahl bestimmenden Zählfrequenz je nach zu erreichender Soll-Lage vor- oder rückwärts zählt und die weiter einen Vergleichsregister enthält, der bei Übereinstimmung zwischen Zählstand und Inhalt eines Teils des Sollwertregisters die Unterbrechung des Zählvorgangs veranlaßt sowie unter Verwendung einer, dem Vor-Rückwärts-Zähler nachgeschalteten Dekodiereinrichtung (2) zur Dekodierung auf ringzählerförmig angeordnete Einzelleitungen, **gekennzeichnet dadurch**, daß ringförmig angeordnete Lichtsenderpaare (5) und diesen genau gegenüberliegende Lichtempfängerpaare (9) auf einem Bezugssegment (6) zu einer optoelektronischen Koppelanordnung verbunden sind, wobei zwischen Lichtsenderpaaren (5) und Lichtempfängerpaaren (9) ein bewegtes Element (7) angeordnet ist, auf dem sich ein Abtastelement (8) befindet, das zwei ringförmige Bahnen besitzt, deren Lichtdurchlässigkeit in Abhängigkeit vom Winkel veränderlich ist, weiterhin das Bezugssegment (6) und das bewegte Element (7) mit einem Antrieb (13) verbunden sind und daß den Lichtempfängerpaaren (9) eine Subtrahiereinrichtung (10) nachgeschaltet ist, die über eine Mischstelle (11) und eine Antriebssteuerung (12) wiederum mit dem Antrieb (13) verbunden ist.
2. Anordnung nach Punkt 1, **gekennzeichnet dadurch**, daß die Lichtsenderpaare (5) und die Lichtempfängerpaare (9) auf dem Bezugssegment (6) auf je zwei Bahnen, diese Bahnen in gleiche Abschnitte unterteilend, angeordnet sind, wobei das jeweilige Lichtsenderpaar (5) und das jeweils dazugehörige Lichtempfängerpaar (9) auf verschiedenen Bahnen fixiert sind.
3. Anordnung nach Punkt 1, **gekennzeichnet dadurch**, daß die zwei Bahnen des Abtastelements (8) eine Lichtdurchlässigkeit aufweisen, die in bezug auf definierte Stellen am Abtastelement auf der einen Bahn im mathematisch negativen Drehsinn und auf der anderen Bahn im mathematisch positiven Drehsinn zunimmt, wobei diese Bahnen den Bahnen der optoelektronischen Koppelanordnung [Lichtsenderpaare (5); Lichtempfängerpaare (9)] des Bezugssegmentes (6) zugeordnet sind.
4. Anordnung nach Punkt 1, **gekennzeichnet dadurch**, daß zur Erreichung einer höheren Winkelauflösung ein Digital-Analog-Umsetzer (3) ausgangsseitig mit der Mischstelle (11) verbunden ist.
5. Anordnung nach Punkt 1 bis 4, **gekennzeichnet dadurch**, daß die Subtrahiereinrichtung (10) mit einer Signalüberwachung (15) gekoppelt ist, die ausgangsseitig mit einer Einrichtung zur digitalen Informationsverarbeitung (1) verbunden ist.

Hierzu 1 Blatt Zeichnungen

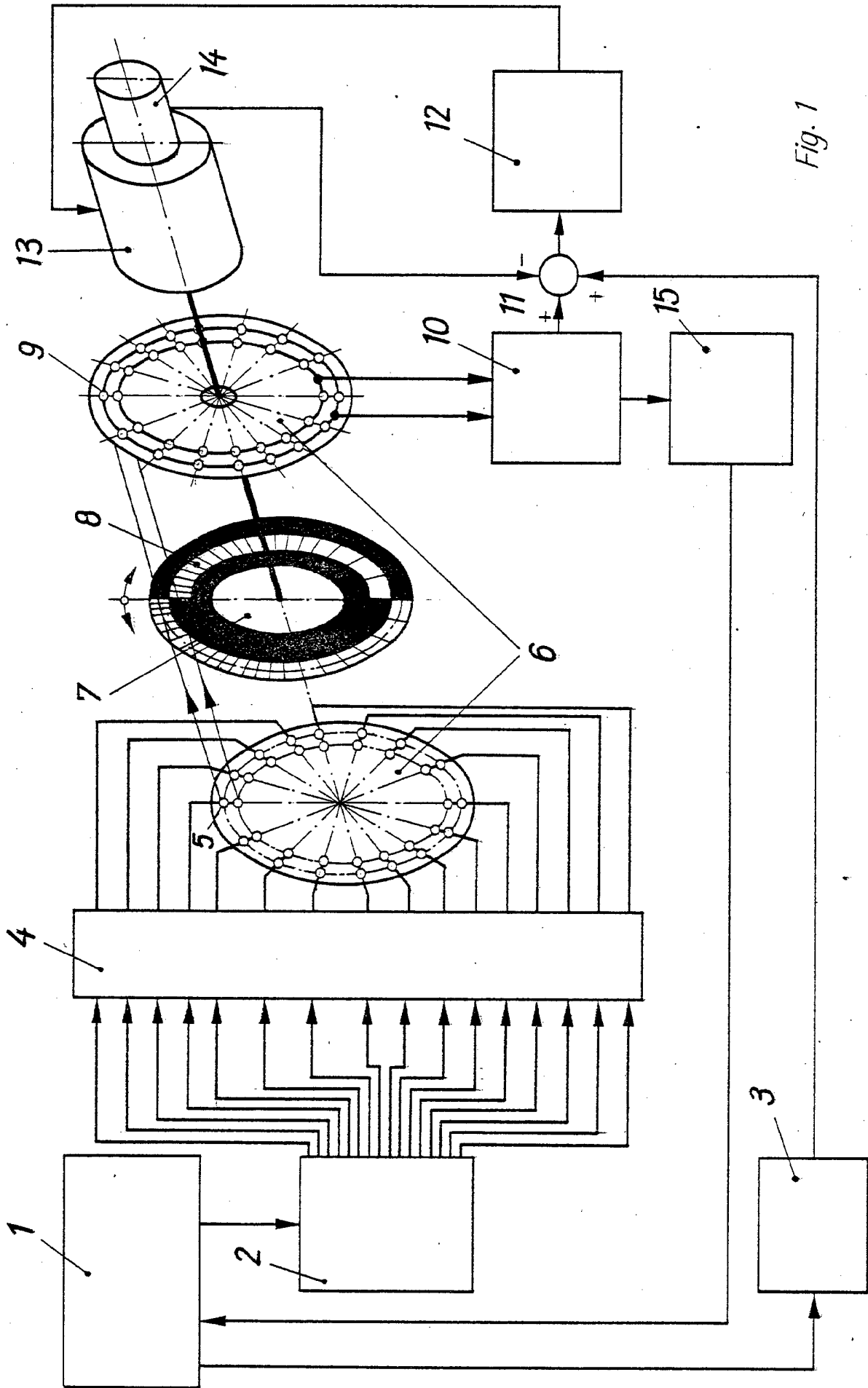


Fig. 1