



Erteilt gemäß § 17 Absatz 1

Patentgesetz der DDR

vom 27.10.1983

in Übereinstimmung mit den entsprechenden
Festlegungen im Einigungsvertrag

5(51) G 01 L 3/00

DEUTSCHES PATENTAMT

In der vom Anmelder eingereichten Fassung veröffentlicht

(21) DD G 01 L / 329 492 0

(22) 12.06.89

(44) 28.11.90

(71) siehe (73)

(72) Beckert, Jochen, DD

(73) Institut für Ausbildung von Ingenieurpädagogen, Kindleber Straße 101, Gotha, 5800, DD

(54) **Schaltungsanordnung zur kupplungslosen Ermittlung des Drehmoment-Drehzahlverhaltens von Kraftmaschinen, insbesondere von Kommutator – Kleinmaschinen**

(55) Belastungsmessung; Beschleunigungsmessung; Drehmomentenmessung, kupplungslos; Drehzahlmessung, kupplungslos; Hochlaufzeit; Kommutator; Kleinmaschine; Nenndrehzahl; Winkelbeschleunigung

(57) Die Erfindung betrifft eine Schaltungsanordnung zur kupplungslosen Ermittlung des Drehmoment-Drehzahlverhaltens von Kraftmaschinen, insbesondere von Kommutator – Kleinmaschinen für die automatisierte Massenfertigung im Elektromaschinenbau. Sie ist vorteilhaft im Leistungsbereich von 1 Watt bis 500 Watt als Belastungsmessung einsetzbar, wobei sich die Anwendung auf die Erregungsarten Permanenterregung und Reihenschlußerregung orientiert. Die Schaltungsanordnung zur kupplungslosen Ermittlung des Drehmoment-Drehzahlverhaltens von Kraftmaschinen, insbesondere Kommutator – Kleinmaschinen besteht aus einer Baugruppe Konstantstromquelle, einer Baugruppe-Prüfling-Spanneinrichtung, einer Baugruppe-Meßelektronik und einer Baugruppe-Steuerung, wobei die Baugruppe-Meßelektronik aus einem Schwellwertschalter, einem quartzesteuerten Taktgenerator, einem Zählertor, einem Richtimpulsgeber, einem Vorwärtszähler, einem Komparator, einem Negator, einem BcD-7-Segment Dekoder mit Anzeige, einem Größenkomparator, einem BcD-cod. Vorwahlschalter, zwei Torbaugruppen und einem Sollwertgeber besteht, die miteinander verschaltet sind. Dem Prüfling wird aus der Baugruppe-Konstantstromquelle ein konstanter Strom eingepreßt. Nach der Momentengleichung $M \cdot c \cdot \Phi \cdot I$ entwickelt der Prüfling ein von der Drehzahl unabhängiges inneres Drehmoment und setzt dieses zur Beschleunigung der Ankermasse und Überwindung der Reibungsverluste ein. Nach der Beziehung $E = c \cdot \Phi \cdot n$ ist eine Proportionalität der Ankerspannung mit der Drehzahl gegeben, so daß als einzige Meßgröße die Ankerspannung durch die Baugruppe-Meßelektronik meßelektronisch ausgewertet wird. Die Reaktion des Prüflings auf das fest vorgegebene innere Drehmoment ist die Winkelbeschleunigung, die durch zeitliche Relativierung der Ankerspannung im Drehzahlbereich $n < n_{\text{Nenn}}$ partiell bewertet wird. Ein eingeschwungener Zustand der Drehzahl wird im Meßstand nicht erreicht, sondern vielmehr

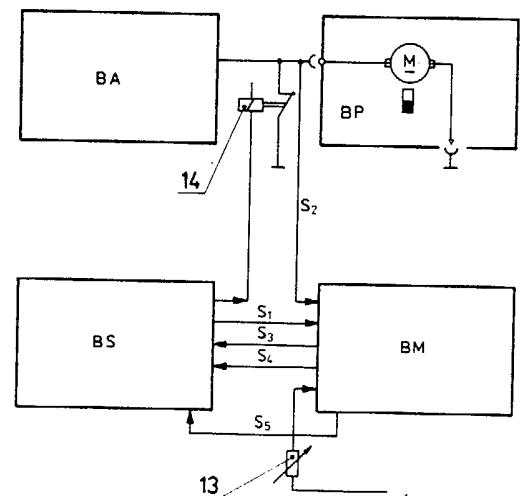


Fig. 1

nach Ablauf der sehr kurzen Hochlaufzeit auf die Nenndrehzahl durch die Meßelektronik der weitere Drehzahlanstieg unterbrochen. Die Hochlaufzeit selbst ist dem reaktiv wirkenden Drehmoment umgekehrt proportional. Fig. 1

Patentanspruch:

Schaltungsanordnung zur kupplungslosen Ermittlung des Drehmoment-Drehzahlverhaltens von Kraftmaschinen, insbesondere von Kommutator-Kleinmaschinen bestehend aus einer Baugruppe-Konstantstromquelle (BA), einer Baugruppe-Prüfling-Spanneinrichtung (BP), einer Baugruppe-Meßelektronik (BM) und einer Baugruppe-Steuerung (BS), **gekennzeichnet dadurch**, daß die Baugruppe-Meßelektronik (BM) aus einem Schwellwertschalter (1), einem quarzgesteuerten Taktgeber (2), einem Zählertor (3), einem Richtimpulsgeber (4), einem Vorwärtszähler (5), einem Komparator (6), einem Negator (7), einem BcD-7-Segment Dekoder (8), einem Größenkomparator (9), einem BcD-cod.-Vorwahlschalter (10), einer Torbaugruppe (11) für ein Signal (S_3), einer Torbaugruppe (12) für ein Signal (S_4) und einem Soll-Wert-Geber (13) besteht, die miteinander verschaltet sind.

Hierzu 2 Seite Zeichnungen

Anwendungsgebiet der Erfindung

Die Erfindung ist im Elektromaschinenbau, insbesondere zur Prüfung von Kommutator-Kleinmaschinen bei der automatisierten Massenfertigung anwendbar. Sie ist vorteilhaft im Leistungsbereich von 1 Watt bis 500 Watt als Belastungsmessung einsetzbar, wobei sich die Anwendung auf die Erregungsarten Permanenterregung und Reihenschlußerregung orientiert.

Charakteristik des bekannten Standes der Technik

In der Praxis sind eine Reihe von Verfahren und Schaltungsanordnungen zur Prüfung von elektrischen Kommutatormaschinen bekannt.

So ist z. B. in der Patentschrift DE 3030357 (Int. Kl. H 01 R 43/14) ein Verfahren zur Qualitätsprüfung von Kommutatoren offenbart, bei dem in der Endkontrolle das Bürstenfeuer als Kriterium für die Qualität der Maschine herangeführt wird, um eine Verfälschung der Kennwerte durch starkes Bürstenfeuer, auf Grund geringer tragender Bürstenflächen zu vermeiden. Gekennzeichnet ist die Erfindung dadurch, daß während der Einlaufphase in der Kontaktzone zwischen der Lauffläche des Komutators oder Schleifringes und der Bürste sublimierbare Ammoniumsalze zur chemisch-physikalischen Wirkung gebracht werden.

In der Offenlegungsschrift 2800829 (Int. Kl. G 01 L 5/26) ist ein Verfahren zur Drehmoment-/Drehzahlmessung von Kraftmaschinen, vornehmlich Elektromotoren, nach einem dynamischen Prinzip beschrieben. Eine Schwungscheibe, welche mit der Achse der Kraftmaschine möglichst starr verbunden wird, erhöht das Trägheitsmoment des Systems der rotierenden Teile derart, daß etwa 20 bis 50 Umdrehungen benötigt werden, um vom Stillstand die Leerlaufdrehzahl zu erreichen. Mit der Schwungscheibe starr verbunden wird ein Winkelgeber, welcher pro Umdrehung eine gewisse Anzahl N von Pulsen nach jeweils gleichem Winkel $360^\circ/N$ erzeugt. Gemessen wird die Zeit St zwischen aufeinanderfolgenden Pulsen. Die Drehzahl ist umgekehrt proportional zur Zeit St , welche benötigt wird, um obigen Winkel $360^\circ/N$ (zwischen zwei Pulsen) zu durchlaufen. Die Beschleunigung ergibt sich als zeitliche Ableitung der Drehgeschwindigkeit (bzw. Drehzahl) durch Differenzbildung. Bei bekanntem Gesamtträgheitsmoment (des drehenden Teils der Kraftmaschine plus der Schwungscheibe) ist mit der Drehbeschleunigung/Drehzahl/Kurve bekannt. Die Aufnahme des Zeitabstandes St , zwischen zwei Pulsen des Winkelgebers, und die Errechnung der Drehmoment/Drehzahl/Kurve erfolgt zweckmäßigerweise mit Hilfe eines Mikroprozessors. In der Patentschrift DD 248874 A 1 (Int. Kl. G 01 L 3/00) ist ein berührungsfreier Drehmomentensensor, vorzugsweise an rotierenden Bauteilen offenbart. Der Sensor ermöglicht eine genaue Meßsignalerfassung und eine verschleißfreie Übertragung des Signals vom rotierenden Bauteil. Die Erfindung löst die Aufgabe, daß der Sensor universell einsetzbar, gegenüber elektrischen, mechanischen und thermischen Umwelteinflüssen unempfindlich, hinreichend genau und wartungsarm ist. Das wird dadurch erreicht, indem mittels eines speziell gestalteten kapazitiven Primärwandlers auf der drehmomentenführenden Welle hilfsenergiefrei ein Signal erzeugt wird, das über Übertragungskondensatorringe schleifringfrei an ein Meßgerät übertragen wird.

In der Patentschrift DD 238446 A 1 (Int. Kl. G 01 L 3/00) findet eine Einrichtung zur Drehmomentenprüfung Anwendung bei der Ermittlung von Drehmomenten an Prüflingen in vorgegebenen Grenzwerten. Überschreitet das Drehmoment den vorgegebenen Grenzwert, dann wird ein von einem Motor angetriebenes und in einem Stator drehbar gelagertes Planetengetriebe ausgelenkt und ein Kontakt für eine Lampenanzeige betätigt.

In der Patentschrift DD 216797 A 1 (Int. Kl. G 01 L 3/00) ist eine Meßeinrichtung für Drehmomente offenbart, deren wesentlichen Merkmale darin bestehen, daß an den Enden der Antriebs- und Abtriebswelle elastische Scheiben angeordnet sind, die am Außenrand miteinander verbunden sind und tangential speziell gestaltete Durchbrüche aufweisen, die formbedingte Stege bilden, die sich bei Übertragung eines Drehmomentes gegeneinander geringfügig verschieben und eine relativ starke Auslenkung des Scheibenrandes bewirken. Die Verschiebung kann durch ein Fenster abgelesen oder durch einen Wegaufnehmer induktiv oder optisch gemessen werden.

In der Patentschrift DD 223811 A 1 (Int. Kl. G 01 L 3/00) wurde ein Verfahren zur Drehmomentenmessung entwickelt, das die Drehmomentenmessung ohne Beeinflussung des technologischen Ablaufes und mit hoher Genauigkeit erfolgt. Erreicht wird das dadurch, daß auf die ferromagnetische Oberfläche der rotierenden Bauteile mindestens zwei voneinander getrennte Impulsfolgen oder fortlaufende Signale gleicher Frequenz und Phasenlänge magnetisch aufgeprägt werden. Über entsprechende Empfängerspulen kann die durch ein Drehmoment hervorgerufene Phasenverschiebung ermittelt und unter Einbeziehung der Drehzahl in Drehmomentenwerte umgesetzt werden.

Die Offenlegungsschrift Nr. 2702981 (Int. Kl. G01 L3/00) beschreibt ein Verfahren und eine Durchführungsanordnung zum Messen und eventuellen Steuern oder Regeln des Ausgangsmomentes an der Welle eines Gleichstrommotors in der Weise, daß der Ankerstrom des Gleichstrommotors gemessen wird und das Meßsignal mit einer Konstante multipliziert wird, so daß man ein Signal erhält, das dem gesamten vom Motor entwickelten Maximalmoment entspricht, daß die Winkelgeschwindigkeit des Motors gemessen wird, dieses Meßsignal nach der Zeit differenziert wird und das Differentialquotientensignal mit einer anderen Konstante multipliziert wird, so daß man ein Signal erhält, das dem zur Beschleunigung des Motors benötigten Moment entspricht, und daß das Maximalmomentensignal und das Beschleunigungssignal voneinander subtrahiert werden und das Differenzsignal angezeigt und/oder für Regelzwecke benutzt wird.

Die bekannten Verfahren und Schaltungsanordnungen sind zwar geeignet, Qualitätsprüfungen an Kommutator-Kleinmaschinen in der Endkontrolle, entweder über das Bürstenfeuer (DE 3030357) als Kriterium für die Qualität der Maschine zu werten, was in seiner Durchführung eine Reihe wichtiger Meßparameter nicht erfaßt, oder die Qualitätsmessung über die Erfassung des Drehmomentenverlaufes durchzuführen. Nachteilig wirkt sich bei Schleifverbindungen, z. B. Schleifringen aus, daß sehr kurze, aber merkliche Kontaktunterbrechungen vorhanden sind, die zu einer Verfälschung der zu übertragenden Signale führen können. Bei den Erfindungen, die die Messung des Drehmoments über das Abbremsen oder durch Einwirken zusätzlicher Gegenkräfte bewirken, ist der technologische Aufwand umfangreich und hat den Nachteil, daß störende Nebenwirkungen eine umfassende Qualitätsangabe über den Prüfling nicht gestatten. Die Angaben beziehen sich immer nur auf einen gewünschten technischen Detailzustand. Die Prüfzeit bringt durch die Wirkung von Zusatzbauteilen, wie z. B. an den Enden der Antriebs- und Abtriebswelle angeordnet elastische Scheiben (DD 216791 A1), oder in einem Stator drehbar gelagertes Planetengetriebe (DD 238446 A1) im Rahmen der Endkontrolle für eine Massenfertigung unproduktive Zeit mit sich. Die bekannten Lösungen sind nicht geeignet, um neben der Aussage über das Drehmoment-/Drehzahlverhältnis des Prüflings noch weitere Informationen über die Früherkennung von Qualitätsmängeln der Fertigungslinie zu gewinnen. Solche Zusatzinformationen sollten das Erkennen von Schaltfehler, wie Klemmenkurzschluß, Erkennung der Laufrichtung und die Überdrehzahlprüfung sein.

Ziel der Erfindung

Ziel der Erfindung ist es, die bestehenden Mängel zu beseitigen, den Prüfzeitaufwand bei der Massenfertigung von Kommutator-Kleinmaschinen wesentlich zu senken, um den Herstellungsprozeß insgesamt ökonomischer zu gestalten und die Qualität der Kommutator-Kleinmaschinen zu verbessern.

Darlegung des Wesens der Erfindung

Die in der Praxis bekannten Verfahren und Schaltungsanordnungen zur Prüfung von elektrischen Kommutatormaschinen gehen im wesentlichen davon aus, daß die Qualität der Prüflinge einerseits über die Qualität des Bürstenfeuers bewertet wird, andererseits wird die Bewertung des Drehmoment-/Drehzahlverhaltens zugrunde gelegt. Nachteilig wirkt sich bei Schleifverbindungen, z. B. Schleifringen aus, daß sehr kurze, aber merkliche Kontaktunterbrechungen vorhanden sind, die zu einer Verfälschung der zu übertragenden Signale führen können. Bei den Erfindungen, die die Messung des Drehmoments über das Abbremsen oder durch zusätzliche Gegenkräfte bewirken, ist der technologische Aufwand umfangreich und hat den Nachteil, daß störende Nebenwirkungen eine umfassende Qualitätsangabe über den Prüfling nicht gestatten. Es ist daher Aufgabe der Erfindung, eine Schaltungsanordnung zur kupplungslosen Ermittlung des Drehmoment-/Drehzahlverhaltens von Kraftmaschinen, insbesondere von Kommutator-Kleinmaschinen zu schaffen, die ohne mechanische Ankupplung von Sensoren, Wandlern und Belastungseinrichtungen an der Welle des Prüflings eine Qualitätsprüfung des Prüflings aus dem Drehmoment-/Drehzahlverhalten auf einfache Weise ermöglicht. Dabei ist unter Anwendung der Hochlaufdynamik bei vorteilhafter Verbindung bekannter Bauelemente die zu prüfende Kommutator-Kleinmaschine von störenden Nebeneinflüssen zu befreien.

Erfindungsgemäß wird das erreicht mit einer Schaltungsanordnung zur kupplungslosen Ermittlung des Drehmoment-/Drehzahlverhaltens von Kraftmaschinen, insbesondere Kommutator-Kleinmaschinen bestehend aus einer Baugruppe Konstantstromquelle, einer Baugruppe-Prüfling-Spanneinrichtung, einer Baugruppe-Meßelektronik und einer Baugruppe-Steuerung, gekennzeichnet dadurch, daß die Baugruppe-Meßelektronik aus einem Schwellwertschalter, einem quarzgesteuerten Taktgenerator, einem Zählertor, einem Richtimpulsgeber, einem Vorwärtszähler, einem Komparator, einem Negator, einem BcD-7-Segment Dekoder mit Anzeige, einem Größenkomparator, einem BcD-cod-Vorwahlschalter, einer Torbaugruppe für drittes Signal, einer Torbaugruppe für viertes Signal und einem Soll-Wert-Geber besteht. Der zu prüfenden Kommutator-Kleinmaschine (Prüfling) wird aus der Baugruppe-Konstantstromquelle ein konstanter Strom eingeprägt. Nach der Momentengleichung $M = c \cdot \Phi \cdot I$ entwickelt der Prüfling ein von der Drehzahl unabhängiges inneres Drehmoment und setzt dieses zur Beschleunigung der Ankermasse und Überwindung der Reibungsverluste ein.

Nach Einbeziehung $E = c \cdot \Phi \cdot n$ ist eine Proportionalität der Ankerspannung mit der Drehzahl gegeben, so daß als einzige Meßgröße die Ankerspannung durch die Baugruppe-Meßelektronik meßelektronisch ausgewertet wird. Die Reaktion des Prüflings auf das fest vorgegebene innere Drehmoment ist die Winkelbeschleunigung, die durch zeitliche Relativierung der Ankerspannung im Drehzahlbereich $n < n_{\text{Nenn}}$ partiell bewertet wird. Ein eingeschwungener Zustand der Drehzahl wird im Meßstand nicht erreicht, sondern vielmehr nach Ablauf der sehr kurzen Hochlaufzeit auf die Nenndrehzahl durch die Meßelektronik der weitere Drehzahlanstieg unterbrochen. Die Hochlaufzeit selbst ist dem reaktiv wirkenden Drehmoment umgekehrt proportional.

Ausführungsbeispiel

Die Erfindung soll nachfolgend an einem Ausführungsbeispiel erläutert werden. In den dazugehörigen Zeichnungen zeigen

Fig. 1: Signalfluß der Baugruppenanordnungen

Fig. 2: Schaltungsanordnung der Baugruppe Meßelektronik (BM)

Die Schaltungsanordnung zur kupplungslosen Ermittlung des Drehmoment-Drehzahlverhaltens von Kraftmaschinen, insbesondere von Kommutator-Kleinmaschinen bestehend aus einer Baugruppe-Konstantstromquelle BA, einer Baugruppe Prüfling-Spanneinrichtung BP, einer Baugruppe-Meßelektronik BM und einer Baugruppe-Steuerung BS ist gekennzeichnet dadurch, daß die Baugruppe-Meßelektronik BM aus einem Schwellwertschalter 1, einem quartzesteuerten Taktgeber 2, einem Zähltor 3, einem Richtimpulsgeber 4, einem Vorwärtszähler 5, einem Komparator 6, einem Negator 7, einem BcD-7-Segment Dekoder 8, einem Größenkomparator 9, einem BcD-cod-Vorwahlschalter 10, einer Torbaugruppe 11 für ein Signal S_3 , einer Torbaugruppe 12 für ein Signal S_4 und einem Soll-Wert-Geber 13 besteht, die miteinander verschaltet sind. Der zu prüfenden Kommutator-Kleinmaschine (Prüfling) wird aus der Baugruppe-Konstantstromquelle ein konstanter Strom eingepreßt. Nach der Momentengleichung $M = c \cdot \Phi \cdot I$ entwickelt der Prüfling ein von der Drehzahl unabhängiges inneres Drehmoment und setzt dieses zur Beschleunigung der Ankermasse und Überwindung der Reibungsverluste ein.

Nach der Beziehung $E = c \cdot \Phi \cdot n$ ist eine Proportionalität der Ankerspannung mit der Drehzahl gegeben, so daß als einzige Meßgröße die Ankerspannung durch die Baugruppe-Meßelektronik meßelektronisch ausgewertet wird. Die Reaktion des Prüflings auf das fest vorgegebene innere Drehmoment ist die Winkelgeschwindigkeit, die durch zeitliche Relativierung der Ankerspannung im Drehzahlbereich $n < n_{\text{Nenn}}$ partiell bewertet wird. Ein eingeschwungener Zustand der Drehzahl wird im Meßstand nicht erreicht, sondern vielmehr nach Ablauf der sehr kurzen Hochlaufzeit auf die Nenndrehzahl durch die Meßelektronik der weitere Drehzahlanstieg unterbrochen. Die Hochlaufzeit selbst ist dem relativ wirkenden Drehmoment umgekehrt proportional.

Die Baugruppe Steuerung BS und die Baugruppe-Prüfling-Spannvorrichtung BP sind in die automatische Fertigungsstrecke integriert und dienen dem Transport der Prüflingsmotoren sowie den Erfordernissen des mechanischen Spanns und elektrischen Kontaktierens. Mit dem Initiatorsignal der Baugruppe-Prüfling-Spanneinrichtung BP wird ein Signal S_1 ausgelöst, das aussagt, daß der Prüfling gespannt ist, wird die Baugruppe-Meßelektronik BM aktiviert und nach kurzzeitigem Versatz das Stromrelais 14 erregt. Die Prüfzeit paßt sich dem dynamischen Verhalten des Prüfmotors an. Nach beendeter Messung wird der Baugruppe-Steuerung BS entweder das Signal S_3 , Drehmoment im Soll-Bereich – gut, oder das Signal S_4 , Drehmoment nicht ausreichend – Ausschuß als Selektionskriterium übergeben. Mit dem Signal S_5 an die Baugruppe-Steuerung BS wird das Stromrelais 14 entregt und der Entnahmevergange des Prüflings mit qualitativer Zuordnung umgeleitet. Mit dem Eingang des Signals S_1 (Prüfling gespannt), wird über den Richtimpulsgeber 4 der Vorwärtszähler 5 rückgesetzt. Am Zähltor 3 stehen die logischen Bedingungen für den Meßablauf an. Das sind, Prüfling gespannt und kontaktiert gemäß Signal S_1 ; über den Schwellwertschalter 1 steht die Meßgröße an; über den Komparator 6 und Negator 7 wird angezeigt, daß die Meßgröße kleiner als U_{Nenn} ist. Bei Erfüllung dieser Voraussetzungen läßt das Zählertor 3 den quartzesteuerten Zeittakt vom Taktgenerator 2 in den Vorwärtszähler 5 einlaufen.

Der Zählerinhalt wird im BcD-7-Segment Dekoder 8 gewandelt und über Anzeigen in dekadischer Form zur visuellen Auswertung dargestellt. Mit dem Erreichen der Nenndrehzahl des Prüflings steht am Signal S_2 eine Meßgröße als Nennspannung des Prüflings an und somit wird bei Gleichheit des vorangestellten Soll-Wertes mit der Prüflingsspannung vom Komparator 6 das Signal S_6 als Messung beendet gebildet. Das Negat dieses Signales blockiert über den Negator 7 das Zähltor 3. Zu diesem Zeitpunkt wird der Zählerinhalt im Vergleich, dem Größenkomparator 9 mit dem Inhalt des BcD-codierten Vorwahlschalters 10 verglichen und über die Torbaugruppe 11 und 12 als Qualitätskriterium, als Logiksignal S_3 oder S_4 an die Manipulatorsteuerung-Baugruppe-Steuerung BS übergeben. Damit ist der Meßzyklus beendet und die Baugruppe-Steuerung BS tritt wieder in Funktion. Von dieser wird auch über das Signal S_6 , Ende der Messung, die Entregung des Stromrelais 14 übernommen. Die Baugruppe-Steuerung BS und die Baugruppe-Meßelektronik BM sind wechselweise in Aktion, wobei stets die im manipulativen und im Prüfprozeß auftretende Dynamik die Gesamtprüfzeit bestimmt. Für rechentechnische Weiterverarbeitung der als Zählerinhalt gewonnenen realen Meßwerte eines jeden Prüflings, kann der dualcodierte Zählerinhalt als zusätzliches Signal an Prozeßrechner weitergeleitet werden. Für diesen Anwendungsfall ist es aber dann günstiger, einen mit Vergleichswerten vorgeladenen Rückwärtszähler einzusetzen, damit direkte Proportionalität des Zählerinhaltes mit dem Meßwert erreicht wird.

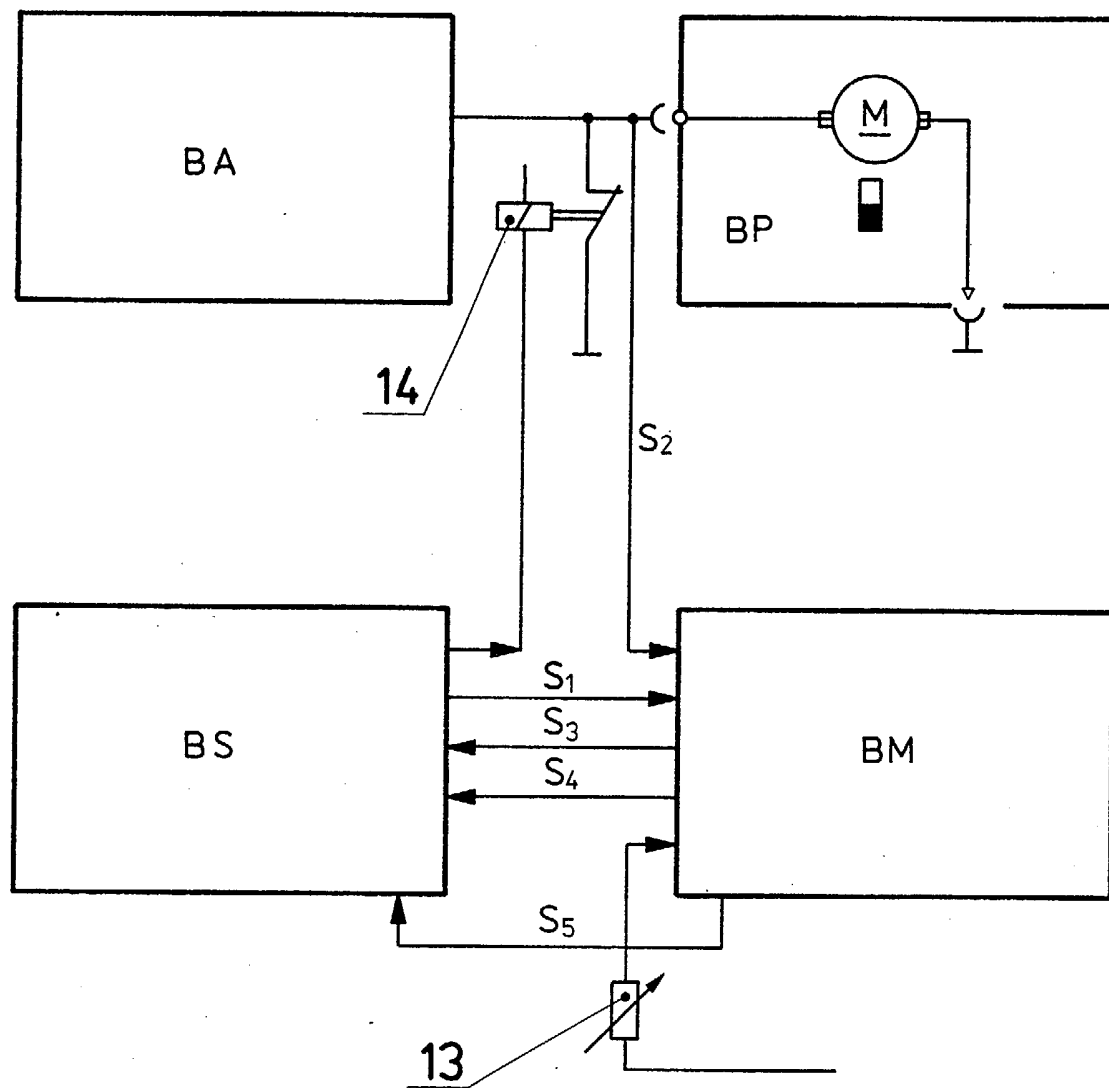


Fig.1

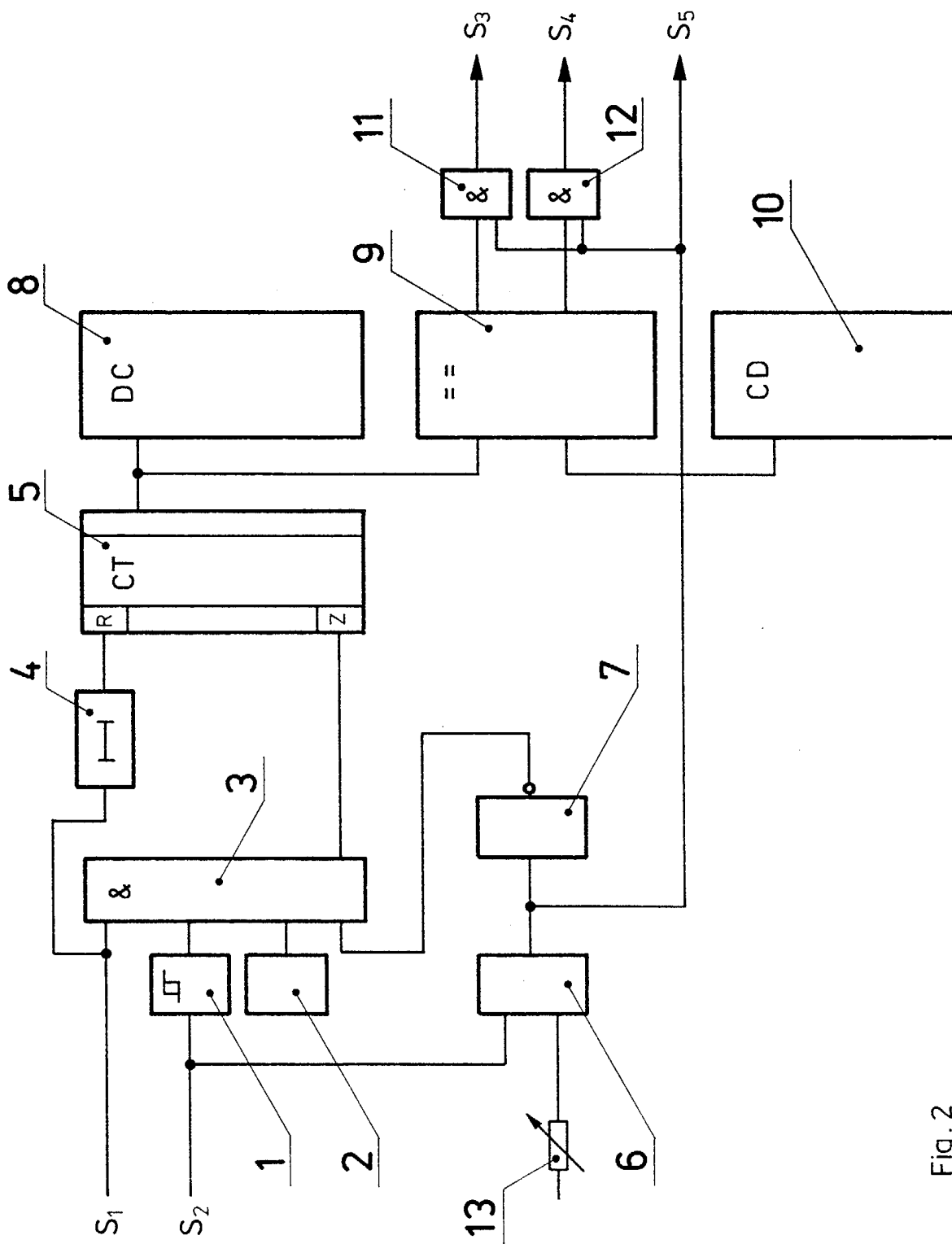


Fig. 2