



(12) Wirtschaftspatent

Erteilt gemäß § 17 Absatz 1 Patentgesetz

(19) DD (11) 249 339 A1

4(51) G 01 R 33/12

AMT FÜR ERFINDUNGS- UND PATENTWESEN

In der vom Anmelder eingereichten Fassung veröffentlicht

(21) WP G 01 R / 290 425 6

(22) 21.05.86

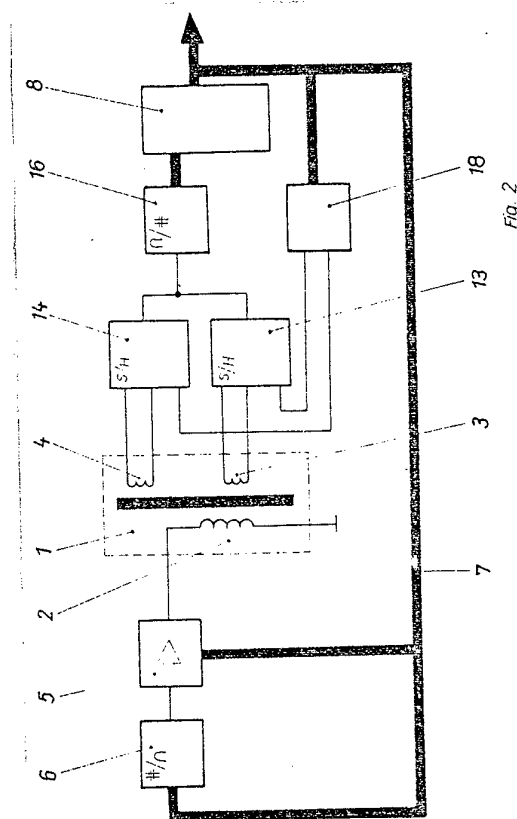
(44) 02.09.87

(71) Technische Universität Dresden, Direktorat Forschung, 8027 Dresden, Mommsenstraße 13, DD

(72) Hildebrand, Nicol, Dipl.-Ing.; Milde, Manfred, Dipl.-Ing.; Ermisch, Jochen, Dr. sc. techn., DD

(54) Schaltungsanordnung zur Bestimmung magnetischer Kenngrößen von Werkstoffen

(57) Die Erfindung betrifft eine Schaltungsanordnung zur Bestimmung der Güter von Werkstoffen, besonders von Elektroblechen, bei deren Herstellung und vor der Verarbeitung. Ziel der Erfindung ist es, die geforderten Kenngrößen weitgehend automatisch sowohl in einem weiten Aussteuer- als auch einem weiten Frequenzbereich zu erfassen. Aufgabe der Erfindung ist es, die Eigenschaften von Werkstoffproben auch bei Frequenzen ungleich der Netzfrequenz in einem weiten Aussteuerbereich der Induktion weitgehend automatisch zu bestimmen. Die Aufgabe wird ausgehend von einer Magnetisierungseinrichtung, die wenigstens aus einer Magnetisierungsspule, Spulen zur Erfassung der magnetischen Feldstärke und der Induktion sowie einem Magnetkreis besteht, dadurch gelöst, daß ein in seiner Verstärkung einflußbarer Verstärker die Magnetisierungsspule ansteuert, und den Spulen zur Erfassung der magnetischen Feldstärke und Induktion einflußbare Verstärker nachgeschaltet sind, denen ein Digital-Analog-Umsetzer nachgeschaltet ist, welcher an den Bus eines Steuerwerkes angeschlossen ist. Fig. 2



Patentansprüche:

1. Schaltungsanordnung zur Bestimmung magnetischer Kenngrößen von Werkstoffen unter Verwendung einer Magnetisierungseinrichtung, die wenigstens aus einer Magnetisierungsspule, Spulen zur Erfassung der magnetischen Feldstärke und der Induktion sowie einem Magnetkreis besteht, wobei die Magnetisierungsspule von einem Verstärker oder einem Generator angesteuert wird und den Spulen zur Erfassung der magnetischen Feldstärke und Induktion Schaltungen zur Verstärkung und Auswertung zugeordnet sind, **dadurch gekennzeichnet**, daß
 - ein, in seiner Verstärkung einflußbarer Verstärker die Magnetisierungsspule ansteuert und der Verstärker das Ausgangssignal eines Digital-Analog-Umsetzers, welcher an den Bus eines Steuerwerkes angeschlossen ist, erhält und
 - daß den Spulen zur Erfassung der magnetischen Feldstärke und Induktion umschaltbare Verstärker direkt oder über ein Netzwerk, welches in den Kreis einer Kompensationsspule eingeschaltet ist, zugeordnet sind, die auf Sample- and Hold-Schaltungen arbeiten, deren Ausgangssignal direkt oder über Schalter einem Analog-Digital-Umsetzer, welcher am Bus des Steuerwerkes anliegt zugeführt ist.
2. Schaltungsanordnung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß im Kreis der Magnetisierungsspule ein ohmscher Widerstand eingeschaltet und diesem ein weiterer Sample- and Hold-Verstärker zugeordnet ist, dessen Ausgangssignale direkt oder über Schalter dem Analog-Digital-Umsetzer zugeführt sind.
3. Schaltungsanordnung nach Anspruch 1 und 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß einer oder mehrere Sample- and Hold-Schaltungen über programmierbare Register an den Bus des Steuerwerkes angeschlossen sind.

Hierzu 2 Seiten Zeichnungen

Anwendungsgebiet der Erfindung

Die Erfindung betrifft eine Schaltungsanordnung zur Bestimmung magnetischer Kenngrößen von Werkstoffen unter Verwendung einer Magnetisierungseinrichtung, die wenigstens aus einer Magnetisierungsspule, Spulen zur Erfassung der magnetischen Feldstärke und der Induktion sowie einem Magnetkreis besteht, wobei die Magnetisierungsspule von einem Verstärker oder einem Generator angesteuert wird und den Spulen zur Erfassung der magnetischen Feldstärke und Induktion Schaltungen zur Verstärkung und Auswertung zugeordnet sind.

Diese Schaltungsanordnung ist z. B. für die Bestimmung der Güte von Werkstoffen, besonders von Elektroblechen, bei deren Herstellung und von deren Verarbeitung bestimmt.

Charakteristik der bekannten technischen Lösungen

Zur Bestimmung magnetischer Kenngrößen weichmagnetischer Werkstoffe, wie z. B. von Elektroblechen, wird ein sogenanntes Normaljoch verwendet (DE-PS 860 821). Bei dieser Einrichtung ist eine Feldmeßspule zwischen zwei parallel zueinander angeordneten Probenblechen auf einem Hartpapierstreifen angeordnet. Um die Feldmeßspule und die Probenstreifen sind weitere Spulen angeordnet, wobei eine Spule zur Erfassung der Induktion, die andere zur Magnetisierung dient. An die Meßspulen ist jeweils eine Auswerteschaltung angeschlossen, die einen mechanischen Präzisionsgleichrichter, einen sogenannten Vektormesser, enthält. Die Magnetisierungsspule wird über eine Stelleinrichtung aus dem Netz gespeist. Die Abmessungen der Probenbleche sind relativ groß und müssen in ihrer Geometrie genau den Parametern der Meßeinrichtung entsprechen. Die Herstellung von Proben von Sonderwerkstoffen, z. B. von amorphen Ferromagnetika, bereitet jedoch Schwierigkeiten bzw. ist nicht möglich. Fernerhin ist durch die großen Probenabmessungen und den großen Aufbau der Magnetisierungsspule ein hoher Blindleistungsbedarf zur Magnetisierung der Probe erforderlich. Damit ist diese Einrichtung zur Bestimmung der magnetischen Eigenschaften bei höheren Frequenzen kaum verwendbar, da diese Leistungen nur schwerlich mittels Generatoren oder elektronischer Verstärker aufgebracht werden können. Aufgrund der festgelegten Probenabmessungen ist ferner die meßtechnische Erfassungen technologischer Einflüsse in verschiedenen Zonen der Probe, z. B. der Randzone, nicht möglich.

Außerdem ist es bekannt, der Spule zur Erfassung der magnetischen Feldstärke eine Kompensationsspule zuzuordnen, die mit der Induktionsmeßspule verschaltet ist, wodurch bei nichtvorhandensein einer Probe die in die Induktionsmeßspule induzierte Spannung kompensiert wird (DD-PS 16542). Zwar verbessert diese zusätzliche Kompensationsspule die Genauigkeit der Meßeinrichtung beseitigt aber nicht die vorstehend genannten Nachteile.

Weiterhin ist ein Meßverfahren für die Hysteresekurve von magnetischen Werkstoffen bekannt. Dabei steuert ein Frequenzgenerator über einen Verstärker eine Magnetisierungsspule an. In ihr befindet sich die Materialprobe, welche von einer Induktionsmeßspule umgeben ist. Die Feldstärke wird mittels einer Potentialmeßspule (Rogowski-Spule), die den magnetischen Spannungsabfall über der Probe detektiert, erfaßt. Die Meßwerte für die Feldstärke und die Induktion werden in je einem Kanal eines schnellen DigitalSpeichers synchron gespeichert und anschließend zur Auswertung gebracht (DE-OS 3024410).

Nachteilig bei dieser Lösung ist, daß ein sinusförmiger Verlauf der Induktion nur in einem begrenztem Bereich (unterhalb der Sättigung) realisiert werden kann. Fernerhin kann bei dem gewählten Meßprinzip für die Feldstärke nur der magnetische Spannungsabfall über der Materialprobe und zwischen den Enden der Potentialmeßspule erfaßt werden, was einen zum Teil erheblichen Meßfehler bedingt. Des weiteren ist auch bei diesem Meßverfahren ein hoher manueller Bedienungsaufwand erforderlich. Zwar gelingt es mittels dieses Verfahrens, die Magnetisierungskennlinie als Ganzes darzustellen, jedoch bedarf es z. B. für die Bestimmung der Verlustkennziffer des Werkstoffes, bestimmt bei einer vorgegebenen Induktion, einer vorherigen Einstellung der Induktion, was mit dem dargelegten Prinzip nicht ohne weiteres möglich ist.

Ziel der Erfindung

Ziel der Erfindung ist es, eine Schaltungsanordnung zur Bestimmung magnetischer Kenngrößen von Werkstoffen anzugeben, bei der die geforderten Kenngrößen weitgehend automatisch sowohl in einem weiten Aussteuer- als auch einem weiten Frequenzbereich erfaßt werden können.

Darlegung des Wesens der Erfindung

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Einrichtung zur Bestimmung der magnetischen Eigenschaften von Werkstoffen anzugeben, die es gestattet, die Eigenschaften von Proben auch bei Frequenzen ungleich der Netzfrequenz in einem weiten Aussteuerbereich der Induktion weitgehend automatisch zu bestimmen und die die oben genannten Nachteile vermeidet. Diese Aufgabe wird ausgehend von einer Magnetisierungseinrichtung, die wenigstens aus einer Magnetisierungsspule, Spulen zur Erfassung der magnetischen Feldstärke und der Induktion sowie einem Magnetkreis besteht, wobei die Magnetisierungsspule von einem Verstärker oder einem Generator angesteuert und den Spulen zur Erfassung der magnetischen Feldstärke und Induktion Schaltungen zur Verstärkung und Auswertung zugeordnet sind, erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß ein in seiner Verstärkung beeinflussbarer Verstärker die Magnetisierungsspule ansteuert, und daß den Spulen zur Erfassung der magnetischen Feldstärke und Induktion beeinflussbare Verstärker nachgeschaltet sind, denen ein Digital-Analog-Umsetzer nachgeschaltet ist, welcher an den Bus eines Steuerwerkes angeschlossen ist.

Den Spulen zur Erfassung der magnetischen Feldstärke und Induktion sind umschaltbare Verstärker direkt oder über ein Netzwerk, welches in den Kreis einer Kompensationsspule eingeschaltet ist, zugeordnet. Diese arbeiten auf Sample- and Hold-Schaltungen, deren Ausgangssignal direkt oder über Schalter einem Analog-Digital-Umsetzer, welcher an den Bus des Steuerwerkes angeschlossen ist zugeführt wird.

In den Kreis der Magnetisierungsspule kann ein ohmscher Widerstand eingeschaltet sein, dem ein weiterer Sample- and Hold-Verstärker zugeordnet ist. Dessen Ausgangssignal wird direkt oder über Schalter dem Analog-Digital-Umsetzer zugeführt.

Eine weitere Ausbildung besteht darin, daß einer oder mehrere Sample- and Hold-Schaltungen über programmierbare Register an den Bus des Steuerwerkes angeschlossen sind.

Ausführungsbeispiel

In den Zeichnungen zeigen

Fig. 1: das Blockschaubild der erfindungsgemäßen Schaltungsanordnung

Fig. 2: das Blockschaubild einer Modifikation der erfindungsgemäßen Lösung

Die zu untersuchende Werkstoffprobe befindet sich in einer Magnetisierungseinrichtung 1, die eine Magnetisierungsspule 2, sowie Spulen zur Erfassung der magnetischen Induktion 3 und der magnetischen Feldstärke 4 aufweist. Der Magnetisierungsspule ist ein in seinen Übertragungseigenschaften beeinflussbarer Verstärker 5 vorgeschaltet. Dieser Verstärker 5 wird seinerseits von einem Digital-Analog-Wandler 6 angesteuert, der an den Bus 7 des Steuerwerkes 8 angeschlossen ist. Den Spulen 3 und 4 zur Erfassung der magnetischen Induktion und Feldstärke sind umschaltbare Verstärker 9 und 10 zugeordnet, welche mit ihren Steuereingängen ebenfalls an dem Bus 7 angeschlossen sind. Im Sinne der Erfindung können diese Verstärker auch die Eigenschaften eines Integrationsverstärkers aufweisen. Zur Steigerung der Meßgenauigkeit ist meist bifilar mit der Spule zur Erfassung der magnetischen Feldstärke 4 eine Kompensationsspule 11 gewickelt. Diese Spule kompensiert die in der Spule zur Erfassung der magnetischen Induktion 3 induzierte Spannung, wenn sich keine Probe in der Magnetisierungseinrichtung 1 befindet. Dieser Kompensationsspule 11 ist ein Netzwerk zugeordnet, welches aus Widerständen und elektronischen Schaltern aufgebaut ist und, gesteuert über den Bus vom Steuerwerk, eine exakte Kompensation ermöglicht.

An die umschaltbaren Verstärker 9 und 10 sind Sample- and Hold-Schaltungen 13 und 14 angeschlossen, welche vom Steuerwerk 8 beeinflusst werden. Diese arbeiten auf einen Analog-Digital-Umsetzer 16, welcher seine Ausgangsdaten dem Steuerwerk 8 zuführt. Das Steuerwerk kann beispielsweise ein Mikrorechner mit CPU, RAM, ROM, CTC und PIO sein. Entsprechend denen, in das Steuerwerk 8 eingegebenen Sollwerten, wird der Digital-Analog-Umsetzer 6 über den Bus 7 derart angesteuert, daß an dessen Ausgang eine meist sinusförmige Spannung definierter Frequenz und Amplitude abnehmbar ist. Die Lage der Nulldurchgänge und somit die Phasenlage der Ausgangsspannung ist durch diese Anordnung eindeutig softwaremäßig fixiert. Die exakte Höhe der Spannung oder des Stromes, mit welchem die Magnetisierungsspule 2 angesteuert wird, wird mit dem beeinflussbaren Verstärker 5 festgelegt. Dieser Verstärker, welcher entweder ein hinsichtlich seiner Verstärkung elektrisch beeinflussbarer Verstärker oder ein Operationsverstärker mit zugeordnetem elektrisch beeinflussbarem Dämpfungsnetzwerk sein kann, wird ebenfalls vom Steuerwerk direkt oder über einen weiteren, nicht in der Zeichnung dargestellten, Analog-Digital-Wandler beeinflusst.

Soll beispielsweise die Verlustkennziffer oder der Verlauf der Magnetisierungskennlinie bei einer bestimmten Induktion bestimmt werden, so wird zu Beginn der Messung die Sample- and Hold-Schaltung 13, welche dem umschaltbaren Verstärker 9 nachgeschaltet ist vom Steuerwerk 8 so angesteuert, daß an dessen Ausgang der Mittelwert der der Induktion proportionalen Spannung meßbar ist. Nach Analog-Digital-Umsetzung steht dann dem Steuerwerk ein entsprechender Istwert zur Verfügung. Die den Sample- and Hold-Schaltungen 13, 14 vorgeschalteten umschaltbaren Verstärker 9, 10 werden ebenfalls vom Steuerwerk 8 beeinflußt. Die Ausgangsspannung dieser Verstärker wird entweder durch den Analog-Digital-Umsetzer selbst oder durch Pegeldetektoren in den umschaltbaren Verstärkern 9, 10 überwacht. Bei Pegelüberschreitung durch Änderung der Erregung oder der Frequenz wird durch das Steuerwerk der Übertragungsfaktor der Verstärker in Stufen verändert. Der entsprechende Dämpfungswert wird im Register des Steuerwerkes gespeichert und kann bei der späteren Meßwertauswertung abgerufen werden.

Vor diesem Schritt sollte ohne eingeschobene Probe die Kompensationsschaltung kalibriert werden. Hierzu wird gleich der schon beschriebenen Betriebsart das Netzwerk 11 vom Steuerwerk so beeinflußt, daß die Eingangsspannung des Analog-Digital-Wandlers minimal ist.

Während des eigentlichen Meßvorganges werden die Sample- and Hold-Schaltungen 13 und 14 entsprechend der geforderten Auflösung mit einer Impulsfolge beaufschlagt, deren Impulszahl ein ganzzahliges Vielfaches der Periodendauer der Ausgangsspannung des Digital-Analog-Wandlers 6 pro Periode beträgt, und deren Impulsbreite sehr schmal ist. Zugeordnet zur Abtastung zur Phasenlage der Ausgangsspannung des Digital-Analog-Wandlers 6 werden die digitalisierten Werte für die Induktion und die Feldstärke im Register des Steuerwerkes gespeichert. Je nach Umsetzgeschwindigkeit des Analog-Digital-Wandlers 16 kann der gesamte Meßvorgang entweder in einer Periode oder unter Anwendung des Zeit-Sampling-Verfahrens nach mehreren Perioden abgeschlossen sein. Die Meßwertweiterverarbeitung erfolgt dann günstigerweise digital unter Anwendung bekannter Rechenverfahren.

Für bestimmte Anwendungsfälle, z. B. im Wandlerbau, ist es von Vorteil, nicht die Probe mit sinusförmiger Induktion, sondern mit sinusförmiger Feldstärke auszusteuern. Hierzu wird in den Kreis der Magnetisierungsspule 2 ein ohmscher Widerstand 17 eingeschaltet. Der Spannungsabfall dieses Widerstandes wird über eine weitere Sample- and Hold-Schaltung 15 den Analog-Digital-Wandler 16 und damit dem Steuerwerk zugeführt. Das Steuerwerk beeinflußt den Digital-Analog-Wandler jetzt so, daß der Ausgangstrom des beeinflussbaren Verstärkers 5 sinusförmig und damit auch die magnetische Feldstärke in der Probe sinusförmig ist. Selbstverständlich besteht auch die Möglichkeit einer analogen Regelung des Ausgangsstromes durch direkte Beeinflussung des Verstärkers 5 mit dem Spannungsabfall über dem ohmschen Widerstand 17.

Die Schaltungsanordnung kann entsprechend den konkreten Einsatzbedingungen modifiziert werden. So können in bestimmten Fällen die umschaltbaren Verstärker 9 und 10 entfallen. Andererseits kann es von Vorteil sein, die Sample- and Hold-Schaltungen über programmierbare Register 18 anzusteuern, wenn dies eine Entlastung des Steuerwerkes mit sich bringt.

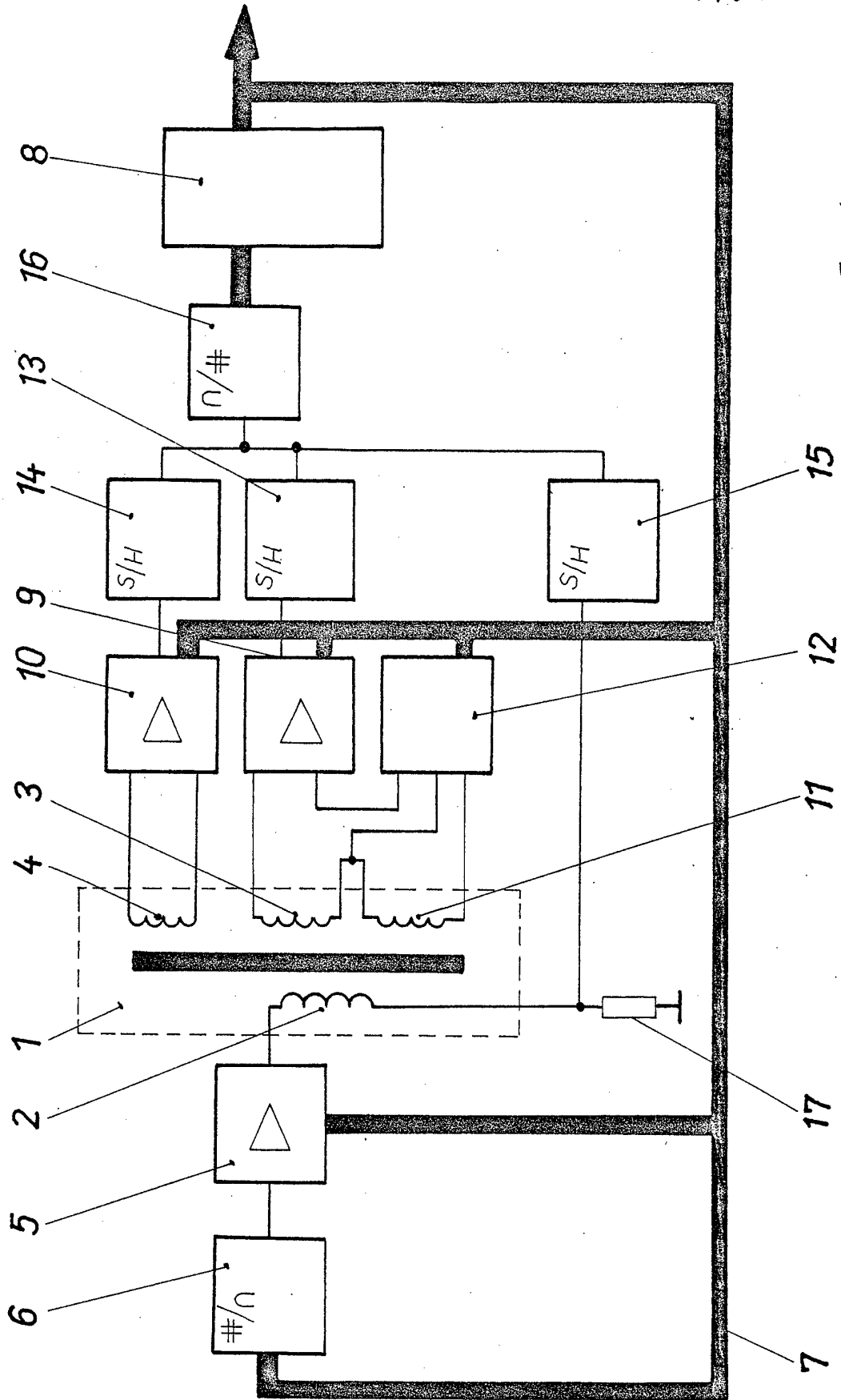


Fig. 1

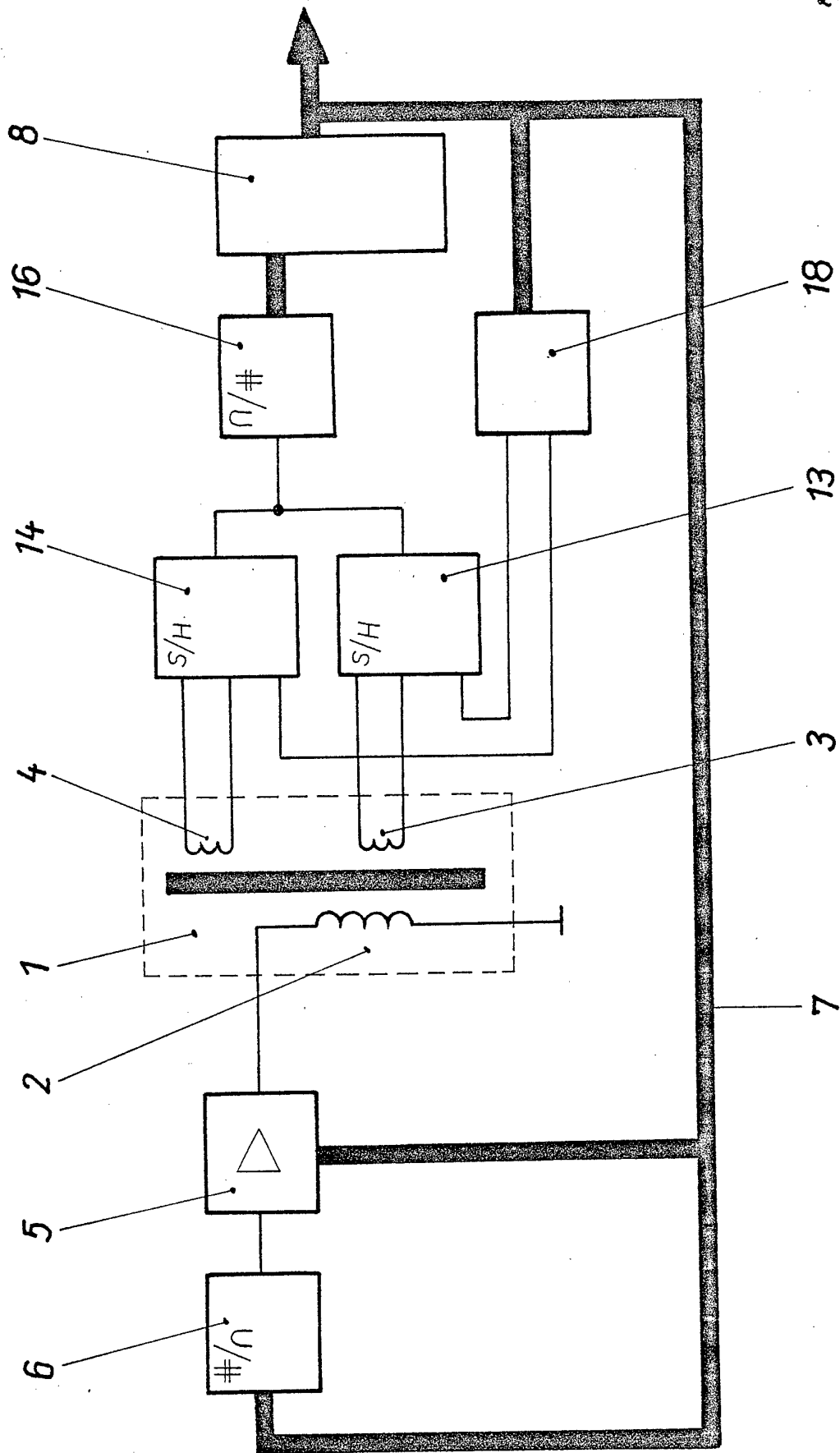


Fig. 2