



Ausschliessungspatent

Erteilt gemäß § 5 Absatz 1 des Änderungsgesetzes
zum Patentgesetz

ISSN 0433-6461

(11)

202 475

Int.Cl.³

3(51) G 01 V 3/11

AMT FÜR ERFINDUNGS- UND PATENTWESEN

In der vom Anmelder eingereichten Fassung veröffentlicht

(21) AP G 01 V/ 2417 990
(31) 2248-81

(22) 20.07.82
(32) 03.08.81

(44) 14.09.83
(33) HU

(71) siehe (73)

(72) DUELK, KÁROLY, DIPL.-ING.; HU;

(73) VILATI VILLAMOS AUTOMATIKA FŐVÁLLALKOZÓ ÉS GYÁRTÓ VÁLLALAT; BUDAPEST, HU

(74) PAB (PATENTANWALTSBUERO BERLIN) 1511457 1130 BERLIN FRANKFURTER ALLEE 286

(54) VERFAHREN UND SCHALTUNGSANORDNUNG ZUR WAHRNEHMUNG VON METALLGEGENSTÄNDEN

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Schaltungsanordnung zur Wahrnehmung von metallischen Gegenständen mittels einer induktiven Schleife. Ziel der Erfindung ist es u. a., die Genauigkeit der Messung zu erhöhen. Erfindungsgemäß besteht das Verfahren aus drei Verfahrensschritten: 1. Mit einem durch eine Schleife geleiteten Gleichstrom wird ein permanentes Magnetfeld erzeugt, das teilweise in den elektrisch leitenden Gegenstand (Metallgegenstand) eindringt. 2. Es erfolgt eine Abschaltung des Stromes, und es wird abgewartet, bis die durch die Selbstinduktion verursachten Einschwingvorgänge abgeklungen sind. 3. Die Änderung des durch die Meßschleife fließenden Teils des in dem elektrisch leitenden Gegenstand von den Wirbelströmen aufrechterhaltenen, langsam abnehmenden Flusses wird erfaßt und ausgewertet, woraufhin am Ausgang eine der Entfernung des Gegenstandes, bzw., dessen Qualität entsprechende logische Information erscheint. Durch Wiederholung des beschriebenen Zyklus mit einer gewünschten Häufigkeit kann eine kontinuierliche Messung der Position des Objektes erfolgen. Fig. 1

241799 0

Verfahren und Schaltungsanordnung zur Wahrnehmung von Metallgegenständen

Anwendungsgebiet der Erfindung:

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Schaltungsanordnung zur Wahrnehmung von Metallgegenständen unter Verwendung einer Stromleiterschleife, insbesondere z.B. zur Wahrnehmung von Kraftfahrzeugen im Straßenverkehr, von Rohrleitungen oder sonstigen eine elektrische Leitfähigkeit aufweisenden Gegenständen.

Charakteristik der bekannten technischen Lösungen:

Es ist bekannt, daß die Wahrnehmung von Metallgegenständen mit einer Stromleiterschleife zahlreiche Vorteile aufweist, insbesondere kann bei der Wahrnehmung der zu überwachende Raum sehr gut abgegrenzt werden. Ferner können durch eine Änderung der Schleifenabmessungen die Wahrnehmungsgrenzen geändert werden. Ein weiterer Vorteil liegt darin, daß elektrisch nichtleitende Gegenstände keine Störungen auf die Messung ausüben. Schließlich erfordert die Meßeinheit keine Wartung.

Aus der Gruppe der vorgenannten bekannten Verfahren sind die eine induktive Schleife verwendenden Verfahren am meisten bekannt. Bei diesen stellt die Fühlerschleife im allgemeinen das induktive Glied eines Schwingkreises, der meistens auf eine Frequenz über 10 kHz abgestimmt ist, dar. Die Wahrnehmung selbst beruht auf der Erscheinung, daß in der Nähe der Schleife liegende elektrisch leitende Gegenstände die Induktivität der Schleife verändern. Infolge der Änderung der Induktivität ändert sich auch die Frequenz des Resonanzkreises, wobei diese Änderung von der Entfernung, in der sich der Gegenstand befindet, bzw. von sonstigen Parametern abhängt. Die Messung erfolgt in einem Verfahrensschritt (Phase).

Ein derartiges Verfahren ist in der US-PS 3 943 339 "Inductive loop detector system" beschrieben. Ein hinsichtlich der Signalverarbeitung abweichendes, aber ebenfalls eine induktive Schleife verwendendes Verfahren ist in den US-PS 2 943 306 und 3 164 802, sowie in der DE-AS 2 817 670 beschrieben.

Die erwähnten Verfahren weisen jedoch neben den soeben geschilderten Vorteilen auch die folgenden Mängel auf:

Sofern die vom Objekt hervorgerufene Schleifeninduktivitätsänderung infolge des geringen Volumens des Gegenstandes oder eines großen Abstands klein ist (z.B. in einer Größenordnung von 10^{-2} oder noch weniger liegt), ist eine kontinuierliche, durch eine absolute Induktivitätsmessung erfolgende Wahrnehmung mit erheblichen Schwierigkeiten verbunden und kann über eine gewisse Grenze hinaus überhaupt nicht realisiert werden.

Die Schwierigkeiten sind darauf zurückzuführen, daß die eigenen Parameter des Resonanzkreises und des verarbeitenden Stromkreises infolge der Temperatur, der Alterung der

Bauelemente usw. gleichfalls einer Änderung unterworfen sind, was bei kleinen Signalen zu einer falschen Wahrnehmung führt. Auch in Fällen, bei denen infolge, d.h. wirklich stabile Stromkreiselemente angenommen werden, kann ein sich aus einer Deformation der Schleife ergebender Fehler nicht eliminiert werden.

Daher beruhen die Induktionsschleifenverfahren nicht auf einer absoluten, sondern auf einer relativen Induktivitätsmessung, d.h. es wird die Änderung der Induktivität mit dem in dem vorangehenden Zeitpunkt gemessenen Wert verglichen.

Um einen Zusammenhang zwischen der relativen Änderung und dem Gegenstand festlegen zu können, wurden verschiedene Lösungen einerseits in den vorher erwähnten Veröffentlichungen, andererseits auch in der FR-PS 1 555 659 "Fahrzeugdetektor" und in der JP 4 252 834 "Anordnung zum Nachweisen von Fahrzeugen auf einer mehrspurigen Straße" vorgeschlagen. Die den Induktionsschleifendetektor verwendenden Verfahren weisen jedoch infolge der relativen Meßmethode zwei grundsätzliche Nachteile auf.

Der erste Nachteil liegt darin, daß der Gegenstand, wenn er eine gewisse Zeit lang seine Position nicht ändert, vom Detektor "vergessen" wird.

Der andere Nachteil ist darin zu sehen, daß der Detektor nach erfolgter Einschaltung oder beim Ausbleiben der Speisespannung nicht fähig ist, eine Entscheidung zu treffen, ob ein wahrzunehmender Gegenstand in seiner Umgebung vorhanden ist oder nicht, da ihm der Wert der vorherigen Schleifeninduktivität unbekannt ist.

Für den nach der US-PS 3 943 339 von der Firma CANOGA hergestellten Induktionsschleifendetektor, der gegenüber

anderen bekannten Geräten sehr gute Parameter aufweist, wird eine Haltezeit von maximal einer Stunde garantiert, wenn der Gegenstand eine Schleifeninduktivitätsänderung in einer Größenordnung von 10^{-3} hervorruft.

Ziel der Erfindung:

(S) Ziel der Erfindung ist es, ein Verfahren bzw. eine Schaltungsanordnung bereitzustellen, die gegenüber den bekannten Verfahren und Anordnungen eine genauere Messung ermöglicht, die nach erfolgter Einschaltung sofort eine richtige Information liefert, und bei der die sogenannte "Haltezeit" nicht begrenzt ist.

Darlegung des Wesens der Erfindung:

Das gesetzte Ziel wird erfindungsgemäß mittels eines Verfahrens erreicht, das aus drei Verfahrensschritten bzw. Phasen besteht.

(O) Zunächst wird die Stromleiterschleife mit Gleichstrom erregt, und zwar mindestens solange, bis der Fluß der Schleife trotz der in dem elektrisch leitenden, sich im Bereich der Schleife befindenden Gegenstand oder in dessen Oberflächenschicht entstehende Wirbelströme in einem dem statischen Zustand angenäherten Umfang in den Gegenstand eingedrungen ist. Sodann wird die Erregung der Stromleiterschleife unterbrochen und abgewartet, bis in der Schleife die durch die Selbstinduktion verursachten Einschwingvorgänge praktisch abgeklungen sind. Im dritten Verfahrensschritt wird in der Stromleiterschleife die Spannung gemessen, die von der langsamen Abnahme des Flusses, der seinerseits von den in dem Gegenstand fließenden Wirbelströmen, die eine entgegengesetzte Polarität wie bei der Einschaltung aufweisen, aufrechterhalten wird, induziert wird.

Ausführungsbeispiele:

Die Erfindung wird anhand einiger vorteilhafter Ausführungsbeispiele nachfolgend näher erläutert. In den zugehörigen Zeichnungen zeigen:

- Fig. 1: das Schaltbild der erfindungsgemäßen Schaltungsanordnung, bei der die Erregungsschleife und die Meßschleife als gemeinsame Schleife ausgebildet sind und der wahrzunehmende Gegenstand nicht aus einem feromagnetischen Material besteht,
- Fig. 2: eine schematische Darstellung der Erregungsschleife und der Meßschleife,
- Fig. 3: eine Schaltungsanordnung als Beispiel für den Aufbau des Steuerstromkreises,
- Fig. 4: eine Ausführungsform mit einer geteilten Steuereinheit,
- Fig. 5a
und 5b: den Aufbau von am einfachsten kompensierten Schleifen.

Das Wesentliche des erfindungsgemäßen Verfahrens wird anhand der in Fig. 1 dargestellten Schaltungsanordnung erläutert. In der Fig. ist der elektrisch leitende Gegenstand L zu sehen, der sich in der Nähe der Schleife H befindet. Das eine Ende der Schleife H liegt am Schaltungspunkt OV, während das andere Ende über den Widerstand r mit der einen Klemme des Überstrombegrenzers TG, dem einen Pol des Schaltelementes K und dem Eingang des Signalumformers und Verstärkungsstromkreises JE verbunden ist. Der andere Pol des Schaltelementes K liegt an der Spannung U_M . Der Ausgang des Signalformer-Verstärkerstromkreises JE ist mit

dem Eingang des Steuerstromkreises V verbunden, dessen einer Eingang am Steuereingang des Schaltelementes K liegt (in Fig. 1 durch eine gestrichelte Linie angedeutet), während der andere Ausgang mit dem Verbotseingang des Signalumformer und Verstärkerstromkreises JE verbunden ist. Außerdem ist der Stromkreis V mit dem Ausgang KI verbunden. Der Widerstand r ist im allgemeinen der innere Widerstand der Schleife. Zunächst wird der Zustand beschrieben, wenn der elektrisch leitende Gegenstand L sich nicht in der Nähe der Schleife H befindet.

Wird das Schaltelement K geschlossen, wird auf die Schleife H Strom geschaltet (erste Phase). Um die Verluste zu vermindern, ist es zweckmäßig, wenn der Strom grundsätzlich nur durch die Induktivität der Schleife H und den ohmschen Widerstand des Widerstands r begrenzt wird.

Dies ist der Strom, dessen Gleichstromkomponente dominiert, bzw. der Gleichstrom, der in der Schleife H den Fluß Φ_H erzeugt.

Nach Öffnung des Schaltelementes K hört der Fluß Φ_H in Abhängigkeit von der vom Überstrombegrenzer TG - der zweckmäßig ein Element mit Zenercharakter ist - bestimmten Spannung innerhalb kurzer Zeit restlos auf (der transiente Selbstinduktionsprozeß ist beendet, zweite Phase, bzw. zweiter Verfahrensschritt).

Danach befindet sich die Schleife H im Ruhestand, der Wert der Spannung an den Klemmpunkten ist theoretisch gleich Null.

Die Funktion des Überstrombegrenzers TG kann auch von einer anderen Einheit des Stromkreises übernommen werden.

Desweiteren liegt an der Schleife H der Signalumformer- und Verstärkerstromkreis JE, der gesperrt (inhibitiert) werden kann, der vom Beginn des Schließens des Schaltelementes K bis zur Beendigung des Einschwingvorganges vom Steuerstromkreis V gesperrt wird. Der Ausgang des Signalumwandler- und Verstärkerstromkreises JE, der zweckmäßig mit einem integrierenden Störschutz versehen ist, ist mit dem Eingang des Steuerstromkreises V verbunden. Neben der Steuerung der sonstigen Stromkreise des Detektors übt der Steuerstromkreis V vergleichende, signalverarbeitende und Anpassungsfunktionen aus.

Dementsprechend entnimmt der Signalumwandler-Verstärkerstromkreis JE bei Beendigung des durch die Selbstinduktion bewirkten Einschwingvorganges, wenn die Sperrung für eine bestimmte Zeit aufgehoben wird, eine Probe von der an den Klemmpunkten der Schleife meßbaren, im Signalumwandler-Verstärker JE vorverarbeiteten Spannung (dritte Phase bzw. dritter Verfahrensschritt).

Da die Spannung praktisch gleich Null ist, liefert der Steuerstromkreis V eine entsprechende logische Information an den Ausgang KI, wonach mit einer vorher eingestellten Häufigkeit der Meßvorgang erneut in Gang gesetzt, also wiederholt wird.

Sollte in der Umgebung der Schleife H ein elektrisch leitender Gegenstand L (z.B. ein Metallblech) vorhanden sein, ändern sich die Verhältnisse wie folgt:

Der Teilfluß Φ_L des Flusses Φ_H dringt mit einer von den im Metallblech L entstandenen Wirbelströmen abhängenden Geschwindigkeit in das Blech ein (bzw. durchquert dieses) und verbindet so gewissermaßen das Blech mit der Schleife.

Die Dauer des Schließens des Schaltelementes K wird vom Steuerstromkreis V derart gesteuert, daß sich der Grad des Flußanschlusses zweckmäßig dem statischen Wert annähert.

Nach erfolgter Öffnung des Schaltelementes K hört der Teilfluß $\phi_H - \phi_L$, der das Blech nicht durchdrungen hatte, nach der im Zusammenhang mit der ersten Messung bereits beschriebenen Weise schnell auf.

Den das Metallblech L durchdringenden Fluß ϕ_L lassen die im Blech entstehenden Wirbelströme i_ω nur langsam abklingen.

Nach dem Aufhören des Schleifenstroms I wird der Fluß ϕ_L im Feld umgeordnet, und - da jetzt das Metallblech L bereits ein erregendes Element darstellt - wird nur ein Teilfluß ϕ_ω des Flusses ϕ_L die Schleife H durchdringen. Die langsame Abnahme des Flusses ϕ_ω induziert in der Schleife H eine Gleichspannung, die während der Probeentnahmedauer ohne weiteres erkannt werden kann.

Wie beschrieben, läuft ein jeder Meßzyklus oder Meßvorgang in drei Phasen ab. Wird nun der Zyklus mit der gewünschten Häufigkeit wiederholt, kann eine kontinuierliche Messung durchgeführt werden.

Der in dem Beispiel beschriebene Prozeß verläuft bei mehrschleifigen Anordnungen und/oder bei ferromagnetischen Gegenständen in ähnlicher Weise, mit dem Unterschied, daß sich der Verlauf des Flusses ändert. Der Schleifenanschluß einer zweisehleifigen Anordnung mit den Schleifen HG, HM und den Anschlüssen G, M ist in Fig. 2 gezeigt. Die hier nicht dargestellten Einheiten der Schaltungsanordnung sind mit denen der Fig. 1 identisch.

Entsprechend den jeweiligen Erfordernissen kann die Steuereinheit V die während der Dauer der Probeentnahme erhaltenen Signale veränderlicher Amplitude in verschiedener Art und Weise verarbeiten. Im einfachsten Fall werden die Signale mit einem Vergleichspegel verglichen, wobei eine ja-nein Information abgegeben wird. Bei einer anderen Ausführung, die z.B. auf einer analogen Messung beruht, kann der Abstand zwischen dem Gegenstand und der Schleife usw. angezeigt werden. Im Bedarfsfall (z.B. in einer geräuschvollen Umgebung) kann eine logische Fehlerkorrektur oder Pegelumwandlung vorgenommen werden.

Von den zahlreichen möglichen Schaltungsanordnungen der Steuereinheit V ist eine in Fig. 3 dargestellt. Sie enthält einen regelbaren astabilen Multivibrator ANV, zwei monostabile Multivibratoren MV1 und MMN2, einen wiederholt in Gang setzbaren monostabilen Multivibrator RMMV, ein Verzögerungselement τ , ein UND-Tor AND, zwei Inverter INV1, INV2, einen Komparator COMP, einen Mikrocomputer MC mit dem Eingang PROG.SEL. zur Programmwahl, zwei regelbare Stromgeneratoren CG1 und CG2, ein Regelelement P pro Stromgenerator, und einen Widerstand R. Die Gleichspannung ist mit U_0 bezeichnet.

In einfacheren Fällen können die Elemente μC , RMMV, INV2, CG2 und P2, sowie die Elemente CG1 und R einzeln oder gemeinsam weggelassen werden. Sind die Elemente CG1 und R nicht vorhanden, liegt der Referenzeingang des Komparators COMP unmittelbar am Regelelement P.

Zuerst wird der Fall beschrieben, bei dem die Steuereinheit V den Mikrocomputer μC nicht enthält.

In diesem Fall wird die Periodenzeit der Messung durch den regelbaren astabilen Multivibrator AMV gesteuert, während die einzelnen Teilzeiten, so auch die Probeentnahme, von den sich gegenseitig anlassenden monostabilen Multivibra-

toren MMV1, MMV2, sowie von dem Verzögerungselement τ gesteuert werden. Mittels des Stromgenerators CG1 kann der Vergleichspegel eingestellt werden, während mit dem Stromgenerator CG2 die Hystherese einstellbar ist, dem insbesondere in einer geräuschvollen Umgebung eine große Bedeutung zukommt.

Die Zeitsteuerung (Tempierung) des monostabilen, wiederholt in Gang setzbaren Multivibrators RMMV ist zweckmäßig etwas länger als die Periodenzeit des astabilen Multivibrators AMV. Dadurch kann am Ausgang KI ein kontinuierlicher Signalpegel erreicht werden.

Sollte die Steuereinheit V einen Mikrocomputer μC enthalten, kann der Mikrocomputer μC die Funktion der meisten der in Fig. 3 dargestellten Elemente (AMV, MMV1, MMV2, τ , IV1, INV2, AND, RMMV) übernehmen. In einer geräuschvollen Umgebung kann der Mikrocomputer μC über mehrere Programme mit Fehlerkorrektur verfügen.

Bei einer einfachen Ausführungsform wird die Änderung des Meßergebnisses erst dann angenommen, wenn diese wenigstens über zwei oder drei Perioden erhalten bleibt. Bei der erwähnten Ausführungsform kontrolliert der Mikrocomputer μC gemäß einem erweiterten Programm die Richtigkeit der Änderung des Meßergebnisses mit einer Periodenzeit, die wesentlich kürzer als die Periodenzeit der normalen Messung ist.

Bei einer analogen Messung kann der Mikrocomputer μC z.B. den Referenzpegel des Komparators COMP regeln.

Nach den in den Fig. 1 und 2 dargestellten Prinzipschaltungen können die Schleifendetektoren in zahlreichen Ausführungen realisiert werden, z.B. wie folgt:

1. Es kommt häufig vor, daß die Schleife von der die Information sammelnden und die Energie liefernden Stelle

entfernt ist, so daß die Lieferung der von den Schleifen $H_G(H)$ benötigten erheblichen Ströme mit Schwierigkeiten verbunden ist.

In diesem Fall ist bei einer Ausführungsform des Wirbelstrom-Schleifendetektors vor oder hinter dem Schaltelement K ein örtlicher Energieumwandler, zweckmäßig ein Transverter vorgesehen, wodurch an der Linie bei einer höheren Spannung ein niedriger Strom fließen kann.

2. In analoger Weise werden die Funktionen der Steuerstromkreise V des Wirbelstrom-Schleifendetektors bei voneinander entfernt liegenden Meßstellen in zwei Teile aufgeteilt. Hierbei ist jener Teil des Steuerstromkreises V, der zur Bedienung der in der Nähe der Schleifen H_G , $H_M(H)$ unbedingt erforderlich ist (bei Fig. 3 die Elemente MMV1, MMV2, INV1, AND, τ , COMP und Pl) in derselben Einheit angeordnet, während der andere, die logische Signalverarbeitung durchführende Teil (bei Fig. 3 die Elemente AMV, RMMV, μC) z.B. an der Informationssammelstelle oder im Zentrum angeordnet ist.
3. Ein mehrere Wirbelstrom-Schleifendetektoren enthaltendes System kann vorzugsweise so ausgebildet werden, daß der zentrale Teil der geteilten Steuereinheit gemeinsam ist.
4. Bei diesem Detektor mit geteilter Steuereinheit enthält nach einer besonderen Ausführungsform der Wirbelstrom-Schleifendetektor einen oder andere, zwischen den beiden Einheitsteilen angeordnete, zur Signalübertragung dienende Kanäle und Anpaßeinheiten. Der/die Kanal(e) ist/sind entweder auf einer separaten Ader, oder auf der zur Energieübertragung dienenden Ader ausgestaltet. Eine Ausführungsform der letzten Lösung ist in Fig. 4 dargestellt, worin mit

MH die Stelle der Meßergebnisverarbeitung, mit
 SRT die Sender-Empfänger- und Speiseenergietreinheit und
 TL die Linie für die Energie- und Datenübertragung
 bezeichnet ist.

5. Bei bestimmten Ausführungsformen kann (können) in den Wirbelstrom-Schleifendetektoren zur Unterdrückung des magnetischen Geräusches der Umgebung die Schleife(n) mit Vorteil als kompensierte Schleife(n) ausgebildet werden.

Die einfachsten kompensierten Schleifenformen sind in Fig. 5 gezeigt. Eine derartige Schleifenausbildung ist zur Unterdrückung bzw. zur Verminderung der magnetischen Störungen sehr gut geeignet, da die Änderung des Störflusses in den mit einem entgegengesetzten Wickelsinn gewickelten Schleifenelementen Spannungen von entgegengesetztem Vorzeichen induziert.

Die an den Klemmpunkten der Schleife vorhandene Spannung ist gleich der Summe der Spannungen der einzelnen Schleifenelemente, d.h. die Spannungen mit entgegengesetztem Vorzeichen werden voneinander subtrahiert. Wenn das Maß der Änderung des Störflusses in den beiden mit entgegengesetztem Wickelsinn gewickelten Schleifenelementen identisch ist, wird die Störung restlos kompensiert. Dabei wird die Wahrnehmung des Nutzsignals von der gezeigten Schleifenausbildung nur geringfügig beeinflusst.

Bei allen Ausführungsformen des erfindungsgemäßen Verfahrens wird die wichtigste Forderung, daß die Messungen einen absoluten Charakter aufweisen, restlos erfüllt. Bei einer Entfernung von der Schleife, die das 3-5fache des Durchmessers überschreitet, nimmt die Wirbelstromrückwirkung mit der sechsten Potenz der Entfernung ab (bei induktiven Detektoren nur mit der dritten Potenz. Demzufolge können die entfernt liegenden elektrisch leitenden Gegen-

stände völlig außer Betracht bleiben. Wenn sich nun kein elektrisch leitender Gegenstand in der Nähe der Schleife befindet, ist das meßbare Signal gleich Null, während dieses beim Erscheinen des Gegenstandes von Null wesentlich abweicht.

Der obenbeschriebene Wirbelstrom-Schleifendetektor kann auf zahlreichen Gebieten zur Erkennung von elektrisch leitenden Gegenständen verwendet werden; die Vorteile werden in solchen Fällen besonders auffällig, wenn z.B. die Verunreinigung der Umgebung groß ist (Staub, Kot, Regen, Nebel, Schnee usw.), wenn die Temperatur sich schnell und stark ändert, wenn die Meßschleife einer gewissen Deformation ausgesetzt ist und wenn eine kontinuierliche Messung ohne Nachstellung gefordert wird.

Erfindungsanspruch:

1. Verfahren zur Wahrnehmung von Metallgegenständen mittels einer Stromleiterschleife, gekennzeichnet dadurch, daß das Verfahren drei Verfahrensschritte oder Phasen umfaßt, indem zunächst die Stromleiterschleife mit Gleichstrom erregt wird, und zwar mindestens für die Dauer, während der der Fluß der Schleife trotz der in dem elektrisch leitenden, sich im Bereich der Schleife befindenden Gegenstand oder in dessen Oberflächenschicht entstehenden Wirbelströme in einem dem statischen Zustand angenäherten Umfang in den Gegenstand eingedrungen ist, indem sodann die Erregung der Stromleiterschleife unterbrochen und abgewartet wird, bis in der Schleife die durch die Selbstinduktion verursachten Einschwingvorgänge praktisch abgeschlossen sind, und indem schließlich in der Stromleiterschleife die Spannung gemessen wird, die von der langsamen Abnahme des Flusses, der seinerseits von den im Gegenstand fließenden Wirbelströmen, die eine entgegengesetzte Polarität, wie bei der Einschaltung aufweisen, aufrechterhalten wird, induziert wird.
2. Verfahren nach Punkt 1, gekennzeichnet dadurch, daß durch wiederholte Durchführung der obenerwähnten drei Verfahrensschritte eine kontinuierliche Messung durchgeführt wird.
3. Verfahren nach Punkt 1 oder 2, gekennzeichnet dadurch, daß in der dritten Phase, also im dritten Verfahrensschritt, die Messung mit Probeentnahme durchgeführt wird.
4. Schaltungsanordnung zur Durchführung des Verfahrens nach Punkt 1 bis 3, gekennzeichnet dadurch, daß die

Anordnung aus einer Erregungsschleife (H_G) und einer Meßschleife (H_M) besteht, daß die Erregungsschleife (H_G) über ein Schaltelement (K) mit einer Gleichspannung (U_M) verbunden ist, daß die Meßschleife (H_M) über einen Signalformer-Verstärkerstromkreis (JE) an einen Steuerstromkreis (V) angeschlossen ist, der einen Informationsausgang (KI) aufweist, und daß der eine Ausgang des Steuerstromkreises (V) mit dem Steuereingang des Schaltelementes (K) verbunden ist, während der andere Ausgang am Verbots- oder Inhibitionseingang des Signalformer-Verstärkerstromkreises (JE) liegt.

5. Schaltungsanordnung nach Punkt 4, gekennzeichnet dadurch, daß zwischen den Klemmen der Erregungsschleife (H_G) ein Überspannungsgrenzer (TG) angeordnet ist.
6. Schaltungsanordnung nach Punkt 4 oder 5, gekennzeichnet dadurch, daß die Erregungsschleife (H_G) und die Meßschleife (H_M) als eine einzige gemeinsame Schleife (H) ausgebildet sind.
7. Schaltungsanordnung nach Punkt 4 bis 6, gekennzeichnet dadurch, daß zwischen dem Schaltelement (K) und der Gleichspannung (U_M) ein örtlicher stromanpassender Energieumwandler vorgesehen ist.
8. Schaltungsanordnung nach Punkt 4 bis 6, gekennzeichnet dadurch, daß zwischen dem Schaltelement (K) und der Erregungsschleife (H_G) ein örtlicher stromanpassender Energieumwandler angeordnet ist.
9. Schaltungsanordnung nach Punkt 4 bis 8, gekennzeichnet dadurch, daß der Steuerstromkreis (V) in zwei Teile unterteilt ist, wobei der die unmittelbare Steuerung der die Schleife (H) bedienenden Stromkreis sicherstellende Teil in der Nähe der Schleife und der andere Teil

von der Schleife (H) entfernt, z.B. in einer zentralen Meßstelle angeordnet ist.

10. Schaltungsanordnung nach Punkt 4 bis 9, gekennzeichnet dadurch, daß sie mehrere Schleifen (H) enthält, die teilweise mit einem gemeinsamen Steuerstromkreis versehen sind.
11. Schaltungsanordnung nach Punkt 4 bis 10, gekennzeichnet dadurch, daß die entlang den magnetischen Kraftlinien des Störflusses, an einer darauf senkrecht verlaufenden Fläche erzeugbare Projizierung der Meßschleife (H_M) wenigstens ein solches Schleifenelement enthält, dessen Wicklungsrichtung der der sonstigen Schleifenelemente entgegengesetzt ist.

- Hierzu 5 Blatt Zeichnungen -

241155

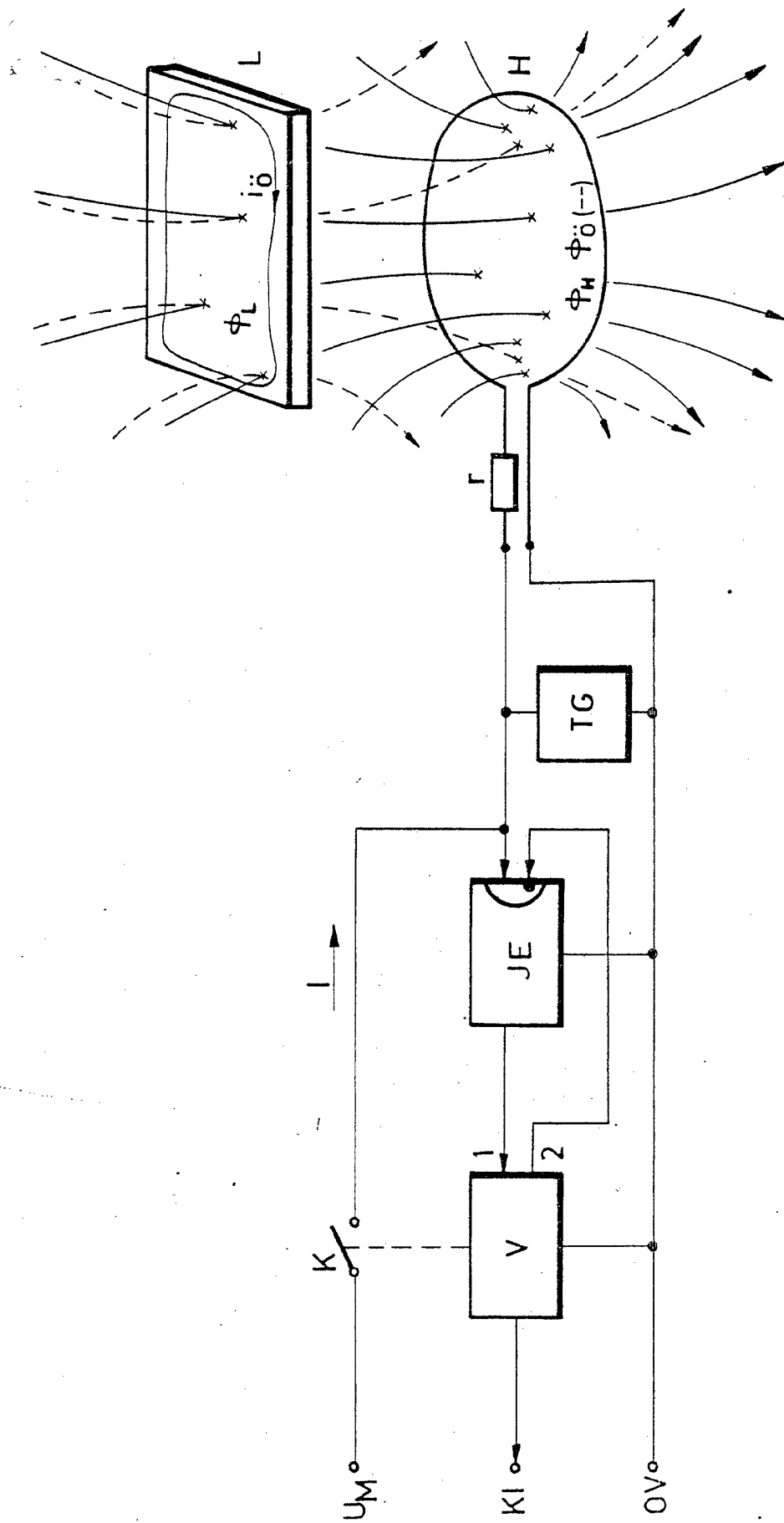


Fig.1

241799 0

18

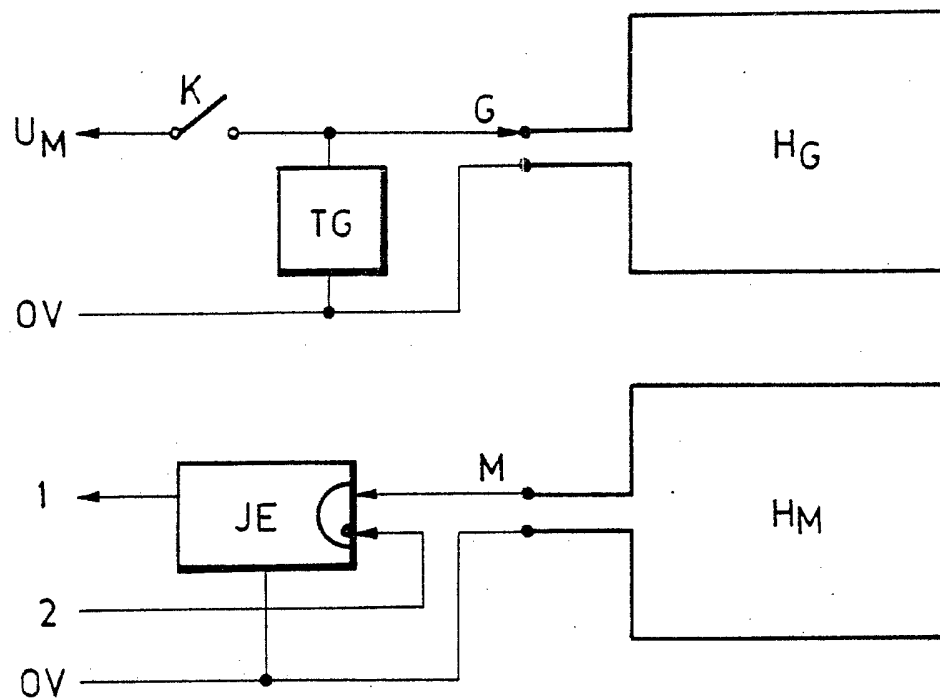


Fig.2

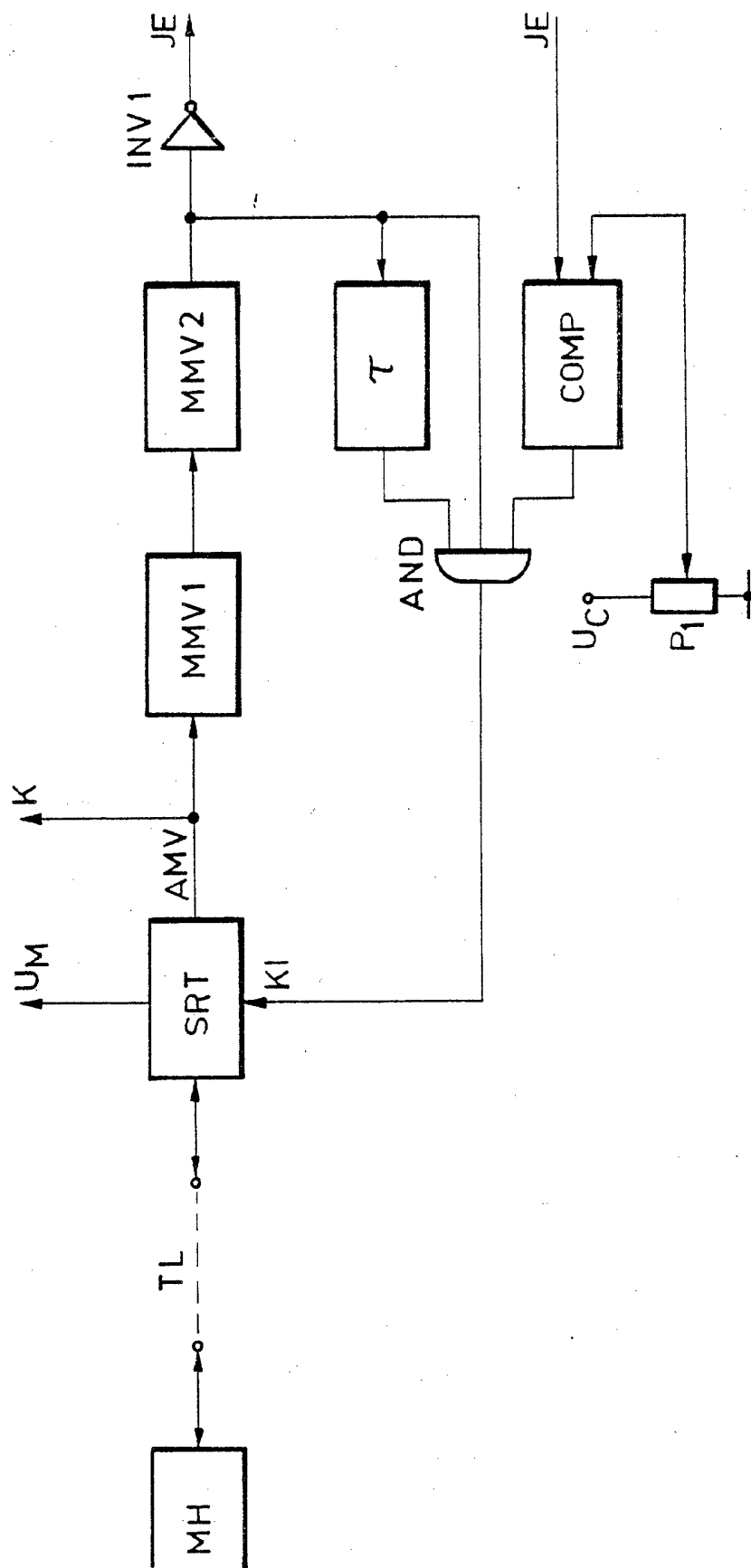
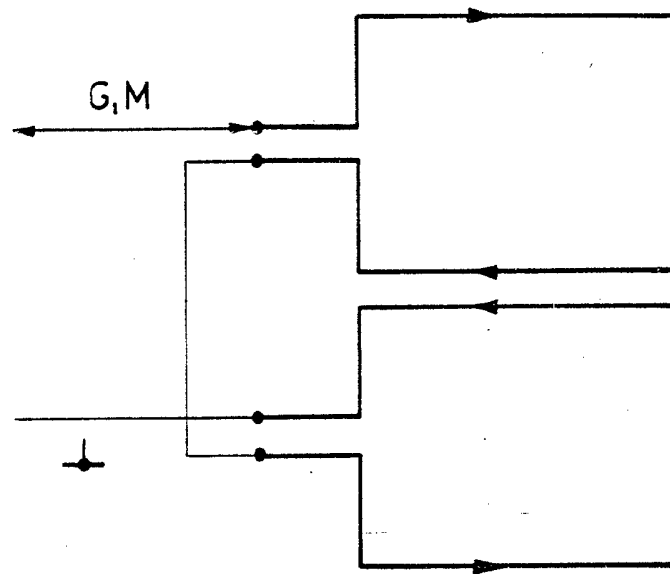
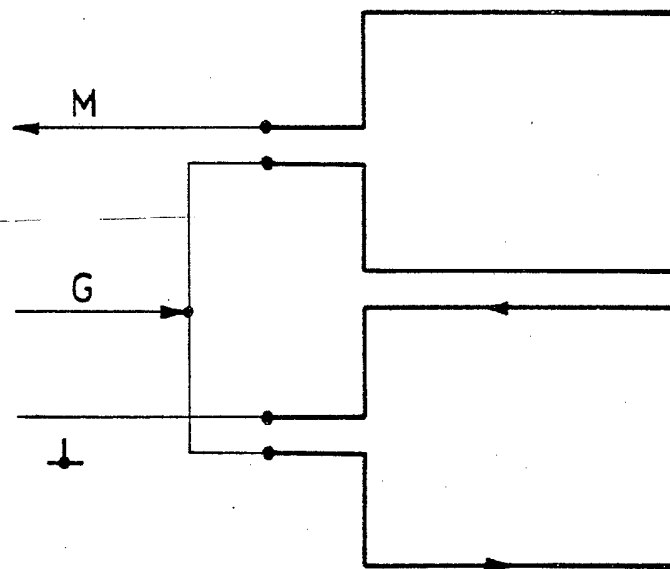


Fig.4

241799 U



a)



b)

Fig.5