

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 0 851 450 A2

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:

01.07.1998 Patentblatt 1998/27(51) Int Cl.⁶: **H01H 83/20**(21) Anmeldenummer: **97810920.5**(22) Anmeldetag: **27.11.1997**

(84) Benannte Vertragsstaaten:

**AT BE CH DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU MC
NL PT SE**

Benannte Erstreckungsstaaten:

AL LT LV MK RO SI(30) Priorität: **27.12.1996 DE 19654469**(71) Anmelder: **CMC Carl Maier + Cie AG****8200 Schaffhausen (CH)**

(72) Erfinder:

- **Mayer, Siegfried**
78244 Gottmadingen (DE)

• **Meier, Hans-Ulrich****8459 Volken (CH)**• **Schaffner, Rudolf****8207 Schaffhausen (CH)**• **Schneider, Gerhard****78176 Blumberg (DE)**• **Schwarz, Willy****8476 Unterstammheim (CH)**(74) Vertreter: **Kaiser, Helmut, Dr. et al****Asea Brown Boveri AG****Immaterialgüterrecht (TEI)****Haselstrasse 16/699****5401 Baden (CH)****(54) Fehlerstrom-Schutzschalter**

(57) Der Fehlerstrom-Schutzschalter weist ein mindestens einen Fehlerstromsensor (1, 2) und mindestens einen Auslöser (3, 4) enthaltendes Auslösesystem auf sowie eine in einem fehlerstromführenden Stromkreis (N, R) angeordnete Kontaktanordnung (7) und ein vom Auslösesystem auslösbares und auf die Kontaktanordnung (7) wirkendes Antriebssystem. Bei diesem Schalter wird die Redundanz dadurch erhöht, dass das Auslösesystem ein Primärauslösesystem und mindestens ein unabhängig davon arbeitendes Sekundärauslösesystem enthält und/oder das Antriebssystem zwei unabhängig voneinander arbeitende Schaltschlösser aufweist. Eine besonders grosse Zuverlässigkeit wird erreicht, wenn das Primärauslösesystem nach einer anderen Technologie ausgebildet ist als Sekundärauslösesystem und beispielsweise einen Magnetauslöser (3), das Sekundärauslösesystem hingegen beispielsweise einen elektronisch wirkenden Auslöser (4) enthält.

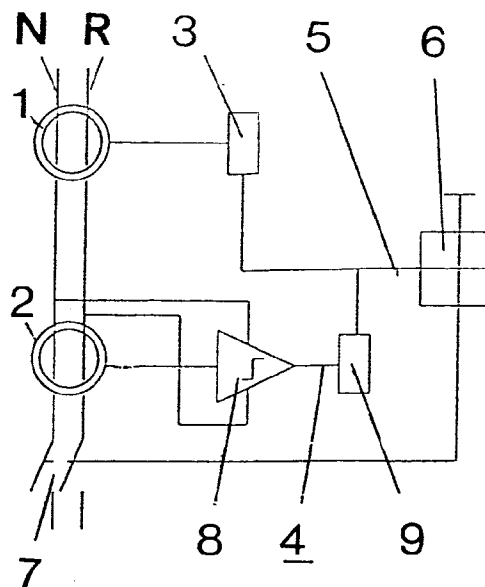


Fig. 1

EP 0 851 450 A2

Beschreibung

TECHNISCHES GEBIET

Bei der Erfindung wird ausgegangen von einem Fehlerstrom-Schutzschalter (FI-Schutzschalter) nach dem Oberbegriff von Patentanspruch 1. Ein solcher FI-Schutzschalter enthält im wesentlichen ein Auslösesystem mit einem im allgemeinen als Summenstromwandler ausgebildeten Fehlerstromsensor und einem überwiegend als Magnetauslöser ausführenden Auslöser, eine in einem Stromkreis angeordnete Kontaktanordnung und ein vorzugsweise als Schaltschloss ausgeführtes Antriebssystem zum Öffnen der Kontaktanordnung beim Auftreten eines Fehlerstroms im Stromkreis.

STAND DER TECHNIK

Die Erfindung nimmt auf einen Stand der Technik von FI-Schaltern Bezug, wie er im Sonderdruck aus "etz" Heft Nr.13 (1984) "Fehlerstrom-Schutzschalter: Konstruktive Lösungen, Entwicklungstendenzen und Grundsätze für ihre Anwendungen" Dr.J.Feitznecht c/o CMC, Schaffhausen, beschrieben ist. Die in diesem Stand der Technik beschriebenen FI-Schutzschalter weisen im allgemeinen netzspannungsunabhängige Magnetauslöser aus, können aber auch mit elektronisch wirkenden Auslösern mit einem netzspannungsgespeisten Verstärker und einem dem Verstärker nachgeschalteten Auslösemagneten ausgerüstet sein. Gemäss dem vorgenannten Stand der Technik dürfte die Ausfallwahrscheinlichkeit von handelsüblichen FI-Schutzschaltern nach jahrelangem Einsatz bei 1 bis 3 % liegen.

KURZE DARSTELLUNG DER ERFINDUNG

Der Erfindung, wie sie in den Patentansprüchen angegeben ist, liegt die Aufgabe zugrunde, einen FI-Schalter zu schaffen, welcher sich trotz relativ einfachen Aufbaus und einer hohen Ansprechempfindlichkeit durch grosse Zuverlässigkeit auszeichnet.

Der FI-Schutzschalter nach der Erfindung ist aus einfach herstellbaren oder problemlos erhältlichen Komponenten aufgebaut, benötigt zum sicheren Abschalten nur sehr geringe Fehlerstromsignale und zeichnet sich dennoch durch eine gegenüber handelsüblich erhältlichen FI-Schutzschaltern wesentlich erhöhte Zuverlässigkeit aus. Dies ist vor allem dadurch bedingt, dass die Redundanz des FI-Schutzschalters nach der Erfindung durch mindestens zwei unabhängig voneinander arbeitende Auslösesysteme und/oder Antriebe erhöht wird. Fällt eines der beiden Auslösesysteme aus, so tritt das andere oder gegebenenfalls sogar ein drittes Auslösesystem an dessen Stelle. Fällt einer der gegebenenfalls vorgesehenen zwei Antriebe aus, so tritt der andere der beiden Antriebe an die Stelle des defekten Antriebs. Eine weitere Steigerung der Redun-

danz wird erreicht, wenn sowohl mindestens zwei unabhängig voneinander arbeitende Auslösesysteme als auch mindestens zwei unabhängig voneinander arbeitende Antriebe vorgesehen sind.

Eine besonders grosse Zuverlässigkeit zeichnet einen FI-Schutzschalter nach der Erfindung aus, wenn die Auslösesysteme und/oder die mindestens zwei Antriebe nach unterschiedlichen Technologien ausgebildet sind. Enthält beispielsweise ein Primärauslösesystem einen Magnetauslöser, so kann auch bei Bruch des Neutralleiters des zu schützenden Stromkreises noch mit Sicherheit abgeschaltet werden. Ist in einem Sekundärauslösesystem ein elektronisch wirkender Auslöser vorgesehen, so können in besonders einfacher Weise durch atmosphärische Einflüsse, wie Oxidation, Korrosion oder Feuchtigkeit, hervorgerufene Beeinträchtigungen des FI-Schutzschalters wesentlich herabgesetzt werden. Der FI-Schutzschalter nach der Erfindung kann dann auch in aggressiver Atmosphäre noch nach Jahren mit grosser Sicherheit abschalten.

Die Redundanz des Fehlerstromschalters nach der Erfindung wird zusätzlich verbessert, wenn jedes Auslösesystem einen vorzugsweise als Summenstromwandler ausgebildeten separaten Fehlerstromsensor aufweist.

KURZE BESCHREIBUNG DER ZEICHNUNG

Bevorzugte Ausführungsbeispiele der Erfindung und die damit erzielbaren weiteren Vorteile werden nachfolgend anhand von Zeichnungen näher erläutert. Hierbei zeigt:

Fig. 1 ein Blockschaltbild einer ersten Ausführungsform des FI-Schutzschalters nach der Erfindung,

Fig.2 ein Blockschaltbild einer zweiten Ausführungsform des FI-Schutzschalters nach der Erfindung,

Fig.3 eine stark vereinfachte Darstellung eines das Auslöse- und das Antriebssystem enthaltenden Teils der FI-Schutzschalter gemäss den Fig. 1 und 2,

Fig.4 ein Blockschaltbild einer dritten Ausführungsform des FI-Schutzschalters nach der Erfindung,

Fig.5 ein Blockschaltbild einer vierten Ausführungsform des FI-Schutzschalters nach der Erfindung, und

Fig.6 eine stark vereinfachte Darstellung eines das Auslöse- und das Antriebssystem enthaltenden Teils des FI-Schutzschalter gemäss Fig.5.

WEGE ZUR AUSFÜHRUNG DER ERFINDUNG

In allen Zeichnungen beziehen sich gleiche Bezugszeichen auf gleichwirkende Teile. In Fig.1 bezeichnet R einen oder mehrere spannungsführende Leiter $L_1, L_2, L_3, \dots$ und N einen Neutraleiter eines ein- oder mehrphasigen elektrischen Niederspannungsnetzes. Diese beiden Leiter versorgen einen in einem nicht dargestellten Stromkreis angeordneten Verbraucher mit elektrischer Energie. Tritt in diesem Stromkreis, etwa infolge einer mangelhaften Isolation, ein Fehlerstrom, etwa ein Erdstrom, auf, so wird dieser Fehlerstrom von zwei als Fehlerstromsensoren wirkenden Summenstromwandlern 1, 2 eines FI-Schutzschalters erfasst. Jeder der Summenstromwandler 1, 2 bildet ein Ausgangssignal, welches vom Summenstromwandler 1 einem Auslöser 3 und vom Summenstromwandler 2 einem Auslöser 4 zugeführt wird. Summenstromwandler 1 und Auslöser 3 bilden ein Primärauslösesystem. Summenstromwandler 2 und Auslöser 4 bilden ein Sekundärauslösesystem. Beide Auslösesysteme wirken auf ein gemeinsames Eingangsglied 5 eines als Schaltschloss 6 ausgeführten Antriebssystems. Das Schaltschloss 6 seinerseits wirkt auf eine Kontaktanordnung 7 des FI-Schutzschalters. Der FI-Schutzschalter enthält ferner einen nicht dargestellten Testkreis, mit dem die beiden Auslösesysteme zum Ansprechen gebracht werden können. Gegebenenfalls sind auch Anzeigen zur Signalisierung der Funktion des Primär- und des Sekundärauslösesystems vorgesehen. Eine weitere Anzeige kann ansprechen, wenn das Primärauslösesystem beim Auftreten eines Fehlerstroms nicht ansprechen sollte.

Die Auslöser 3 und 4 sind nach unterschiedlichen Technologien ausgebildet. Der Auslöser 3 ist ein Magnetauslöser. Der Auslöser 4 wirkt weitgehend elektronisch und enthält eine netzgespeiste Verstärker- und Auswerteschaltung 8 sowie ein der Verstärker- und Auswerteschaltung 8 nachgeschaltetes, elektromechanisch wirkendes Auslöseelement, beispielsweise einen Elektromagneten 9 mit einem schliessbaren magnetischen Kreis. Die Verstärker- und Auswerteschaltung kann mit einer Selbstüberwachung ausgerüstet sein und kann zusätzlich ein vorzugsweise in Funktion des Fehlerstroms verzögerndes Verzögerungselement enthalten. Die Verzögerungszeit des Verzögerungselementes ist mit Vorteil grösser zu bemessen als die Ansprechzeit des Primärauslösesystems, da dann sichergestellt ist, dass das Sekundärauslösesystem erst dann anspricht, wenn das Primärauslösesystem versagt (Wirkung des Sekundärauslösesystems als Backup-System). Das Primärauslösesystem enthält gegebenenfalls auch ein als netzspannungsunabhängige Auslöseverzögerung wirkendes passives Netzwerk.

Aus Kosten- und Platzersparnisgründen kann wie im Ausführungsbeispiel gemäss Fig.2 dargestellt ist der Summenstromwandler 2 weggelassen werden. Der Summenstromwandler 1 weist dann zwei Signalaus-

gänge auf, von denen einer in den Magnetauslöser 3 und ein anderer in die Verstärker- und Auswerteschaltung 8 des elektronisch wirkenden Auslösers 4 einspeist.

Die Wirkungsweise der in den Figuren 1 und 2 dargestellten Ausführungsformen des FI-Schutzschalters nach der Erfindung wird nachfolgend unter Bezugnahme auch auf die Fig.3 erläutert:

Beim Auftreten eines Fehlerstroms werden über die Summenstromwandler 1 und 2 (Fig.1) bzw. werden über die beiden Ausgänge des Summenstromwandlers 1 (Fig.2) Fehlerstromsignale in das Primär- wie auch in das Sekundärauslösesystem eingespeist. Der aus Fig.3 ersichtliche Magnetauslöser 3 löst aus und dreht mit seinem nach oben geführten Anker 10 das als Klinkenhebel 11 ausgebildete Eingangsglied 5 des Schaltschlusses 6 im Uhrzeigersinn um eine feststehende Achse. Eine am Klinkenhebel befestigte Klinke gibt dann einen um eine feststehende Achse drehbar gelagerten und mit einer Vorspannkraft im Gegenuhrzeigersinn gegen die Klinke geführten Hebel 12 frei. Die Vorspannkraft wird von einer Druckfeder 13 erzeugt. Diese Feder wirkt mit einem Ende auf ein um eine feststehende Achse drehbares Kontaktstück 14 der Kontaktanordnung 7 und mit dem anderen Ende über ein Kniehebelsystem 15 auf den Hebel 12 und auf einen um eine feststehende Achse drehbaren Handhebel 16. Unter der Wirkung der vorgespannten Feder 13 werden der Handhebel 16 und das Kontaktstück 14 in die in Fig.3 gestrichelt dargestellte Position geführt, in der der FI-Schutzschalter geöffnet und der Fehlerstrom abgeschaltet ist. Sollte das Primärauslösesystem nicht ansprechen, da der Summenstromwandler 1 oder der Auslöser 3 defekt sind, so spricht der Auslöser 4 mit der vorgegebenen Zeitverzögerung an. Oberhalb eines vorgebbaren Schwellwertes des Fehlerstroms wird ein in der Verstärker- und Auswerteschaltung 8 gebildetes leistungsstarkes Auslösesignal an den Elektromagneten 9 geführt. Durch dieses Signal wird der offene magnetische Kreis des Elektromagneten geschlossen und über einen hierbei bewegten Anker 17 auf den als Eingangsglied 5 des Schaltschlusses wirkenden Klinkenhebel eingewirkt.

Bei der Ausführungsform gemäss Fig.4 wird die Redundanz der FI-Schutzschalter gemäss den Figuren 1 bis 3 zusätzlich noch dadurch erhöht, dass das Primärauslösesystem auf das Schaltschloss 6 und das Sekundärauslösesystem auf ein davon unabhängiges Schaltschloss 18 wirkt. Fällt beispielsweise das Schaltschloss 6 aus, so wird über das verzögert ansprechende Sekundärauslösesystem das Schaltschloss 18 geöffnet. Eine noch grössere Redundanz kann dadurch erreicht werden, dass sowohl das Primär- als auch das Sekundärauslösesystem auf beide Schaltschlösser 6, 18 einwirken.

Bei der Ausführungsform nach den Figuren 5 und 6 wird die Ansprechempfindlichkeit der FI-Schutzschalter nach den Figuren 1 bis 4 zusätzlich erhöht. Zu diesem Zweck ist dem Auslöser 3 ein mechanischer Kraft-

verstärker 19 nachgeschaltet. Gemäss Fig. 6 weist dieser Verstärker einen federbelasteten einarmigen Hebel 20 auf mit einem auf das Eingangsglied 5 wirkenden freien Ende sowie einen zweiarmigen Klinkenhebel 21 mit einem kurzen und mit einem langen Arm. Der lange Arm des Klinkenhebels 21 wirkt mit einem Ausgang des Magnetauslösers 3 und der als Klinke 22 ausgebildete kurze Arm mit dem freien Ende des federbelasteten Hebels 20 zusammen. Auf das Eingangsglied 5 wirkt auch der Anker 17 des Elektromagneten 9.

Gemäss Fig. 5 ist das Eingangsglied 5 Teil eines mechanischen Kraftverstärkers 23, welcher Teil des Schaltschlusses 6 ist. Gemäss Fig. 6 weist der Verstärker 23 einen mit einer Feder 24 belasteten, zweiarmig ausgebildeten Klinkenhebel 25 auf. Ein kürzerer beider Arme trägt eine mit dem Hebel 12 des Schaltschlusses 6 zusammenwirkende Klinke 26. Der längere beider Arme des Klinkenhebels 25 bildet das Eingangsglied 5.

Beim Auftreten eines Fehlerstroms wird entsprechend den zuvor beschriebenen Ausführungsformen zunächst der Anker 10 des Magnetauslösers 3 aktiviert und gegen den langen Arm des Klinkenhebels 21 geführt. Der Klinkenhebel 21 bewegt sich im Uhrzeigersinn. Da die Klinke am kurzen Arm des Klinkenhebels 21 befestigt ist, kann die Klinke 22 den mit einer starken Feder 27 belasteten Hebel 20 auslösen. Der Hebel 20 wirkt nun mit einer gegenüber dem mechanischen Ausgangssignal des Magnetauslösers 3 wesentlich verstärkten Kraft auf das Eingangsglied 5 des Verstärkers 23. Da das Eingangsglied 5 den längeren Arm des Klinkenhebels 25 bildet, kann die am kürzeren als Klinke 26 ausgeführten Arm des Klinkenhebels 25 wirkende Feder 24 stark bemessen sein und der Hebel 12 des Schaltschlusses 6 die Klinke 26 mit grosser Vorspannkraft beaufschlagen. Die Feder 13 kann daher äusserst stark ausgebildet sein und ermöglicht so einen sicheren Betrieb des Schaltschlusses 6.

Fällt der Auslöser 3 aus, so spricht mit der vorgegebenen Zeitverzögerung der Auslöser 4 an. Durch geeignete Bemessung der netzgespeisten Verstärker- und Auswerteschaltung 8 wird ein ausreichend starkes Auslösesignal gebildet, welches ausreicht, um über das Eingangsglied 5 die Klinke 26 zu öffnen und das Schaltschloss 6 auszulösen.

Bezugszeichenliste

1, 2	Summenstromwandler
3, 4	Auslöser
5	Eingangsglied
6	Schaltschloss
7	Kontaktanordnung
8	Verstärker- und Auswerteschaltung
9	Elektromagnet
10	Anker
11	Klinkenhebel
12	Hebel
13	Feder

14	Kontaktstück
15	Kniehebelsystem
16	Handhebel
17	Anker
18	Schaltschloss
19	mechanischer Kraftverstärker
20, 21	Klinkenhebel
22	Klinke
23	mechanischer Kraftverstärker
24	Feder
25	Klinkenhebel
26	Klinke
27	Feder

Patentansprüche

1. Fehlerstrom-Schutzschalter enthaltend mindestens einen Fehlerstromsensor (1, 2), ein Primärauslösesystem mit einem Magnetauslöser (3), ein unabhängig vom Primärauslösesystem arbeitendes Sekundärauslösesystem, das nach einer anderen Technologie ausgebildet ist als das Primärauslösesystem, eine in einem ein- oder mehrphasigen Stromkreis (R, N) angeordnete Kontaktanordnung (7) und ein beim Auftreten eines Fehlerstroms vom Primär- oder Sekundärauslösesystem auslösbares und auf die Kontaktanordnung (7) wirkendes Antriebssystem (6, 18), dadurch gekennzeichnet, dass dem Magnetauslöser (3) ein mechanischer Kraftverstärker (19) nachgeschaltet ist und/oder dass das Antriebssystem mit zwei unabhängig voneinander arbeitenden und vorzugsweise jeweils als Schaltschloss (6, 18) ausgeführten Antrieben versehen ist.
2. Fehlerstrom-Schutzschalter nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass dem Magnetauslöser (3) ein als netzspannungsunabhängige Auslöseverzögerung wirkendes passives Netzwerk vorge-schaltet ist.
3. Fehlerstrom-Schutzschalter nach einem der Ansprüche 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass der mechanische Kraftverstärker (19) einen federbelasteten Hebel (20) mit einem auf ein Eingangsglied (5) des Antriebssystems wirkenden freien Ende aufweist sowie einen zweiarmigen Klinkenhebel (21) mit einem kurzen und mit einem langen Arm, dessen langer Arm mit einem Ausgang des Magnetauslösers (3) und dessen als Klinke (22) ausgebildeter kurzer Arm mit dem freien Ende des federbelasteten Hebels (20) zusammenwirkt.
4. Fehlerstrom-Schutzschalter nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass im mindestens einen Sekundärauslösesystem ein elektronisch wirkender Auslöser (4) vorgesehen ist.

5. FI-Schutzschalter nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass der elektronisch wirkende Auslöser (4) eine netzgespeiste Verstärker- und Auswerteschaltung (8) enthält mit einem vorzugsweise in Funktion des Fehlerstroms verzögernden Verzögerungselement. 5
6. Fehlerstrom-Schutzschalter nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Verzögerungszeit des Verzögerungselementes grösser bemessen ist als die Ansprechzeit des Primärauslösesystems. 10
7. Fehlerstrom-Schutzschalter nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass das Primärauslösesystem und das mindestens eine Sekundärauslösesystem auf ein als Klinkenhebel (11, 25) ausgebildetes Eingangsglied des Antriebssystems wirken. 15
8. Fehlerstrom-Schutzschalter nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass der Klinkenhebel (25) Teil eines mechanischen Verstärkers (23) ist. 20
9. Fehlerstrom-Schutzschalter nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass der Klinkenhebel (25) mit einer Feder (24) belastet und zweiarbig ausgebildet ist, wobei ein kürzerer beider Arme eine mit einem vorgespannten Hebel (12) zusammenwirkende Klinke (26) trägt und ein längerer beider Arme das Eingangsglied (5) des Antriebssystems bildet. 25 30
10. Fehlerstrom-Schutzschalter nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass das Primärauslösesystem und das mindestens eine Sekundärauslösesystem jeweils auf einen der zwei Antriebe wirken. 35
11. Fehlerstrom-Schutzschalter nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass das Primärauslösesystem einen vorzugsweise als Summenstromwandler (1) ausgebildeten ersten Fehlerstromsensor und das mindestens eine Sekundärauslösesystem mindestens einen vorzugsweise ebenfalls als Summenstromwandler (2) ausgebildeten zweiten Fehlerstromsensor aufweist. 40 45
12. Fehlerstrom-Schutzschalter nach einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass das Primärauslösesystem und das mindestens eine Sekundärauslösesystem einen vorzugsweise als Summenstromwandler (1) ausgebildeten gemeinsamen Fehlerstromsensor aufweisen. 50

55

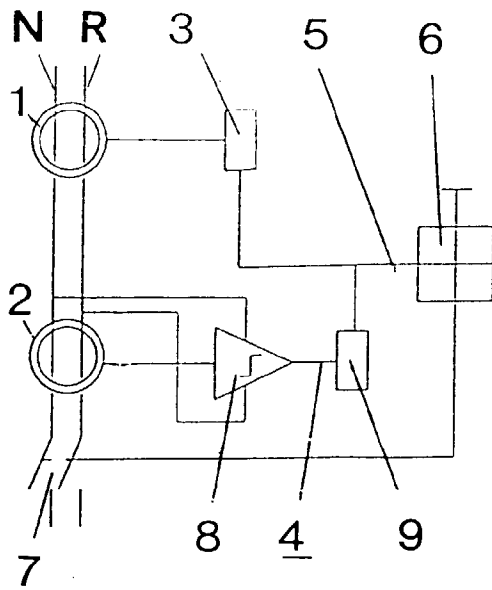


Fig. 1

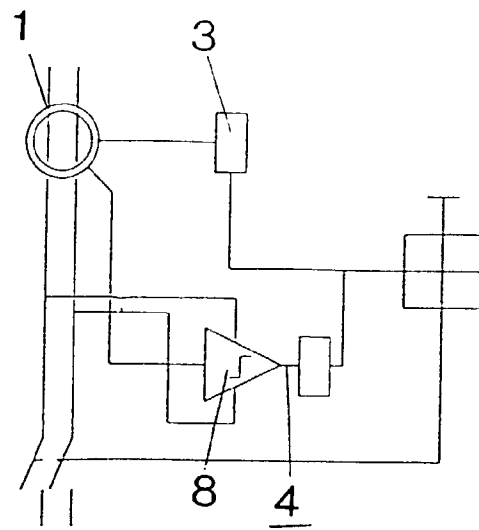


Fig. 2

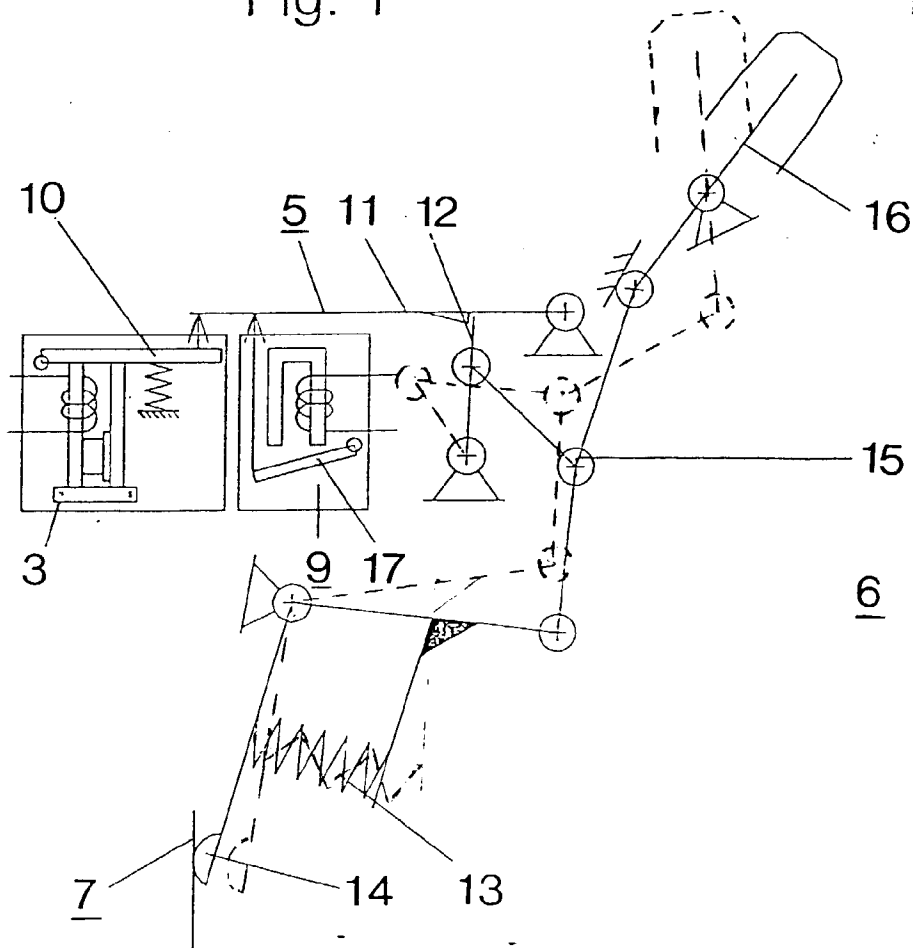


Fig. 3

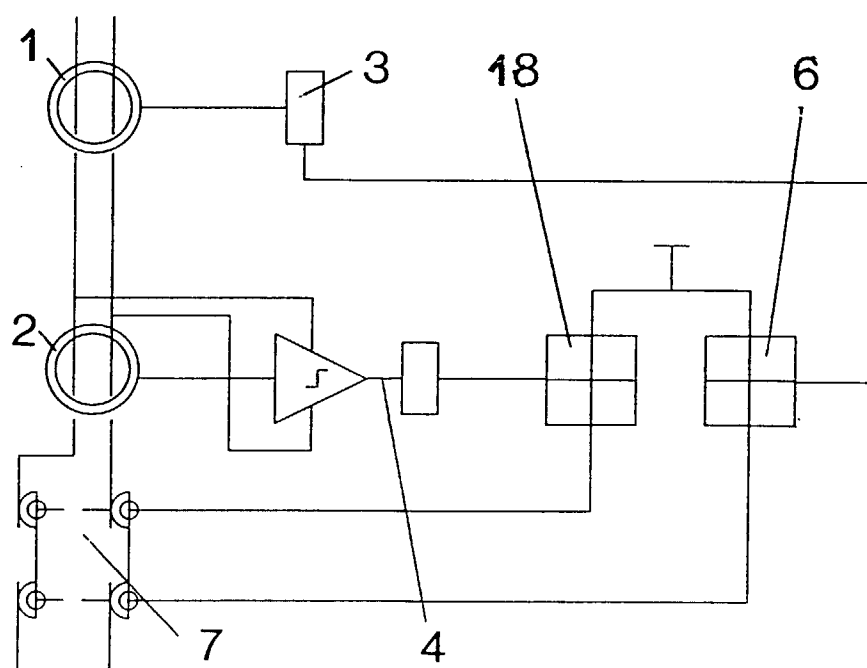


Fig. 4

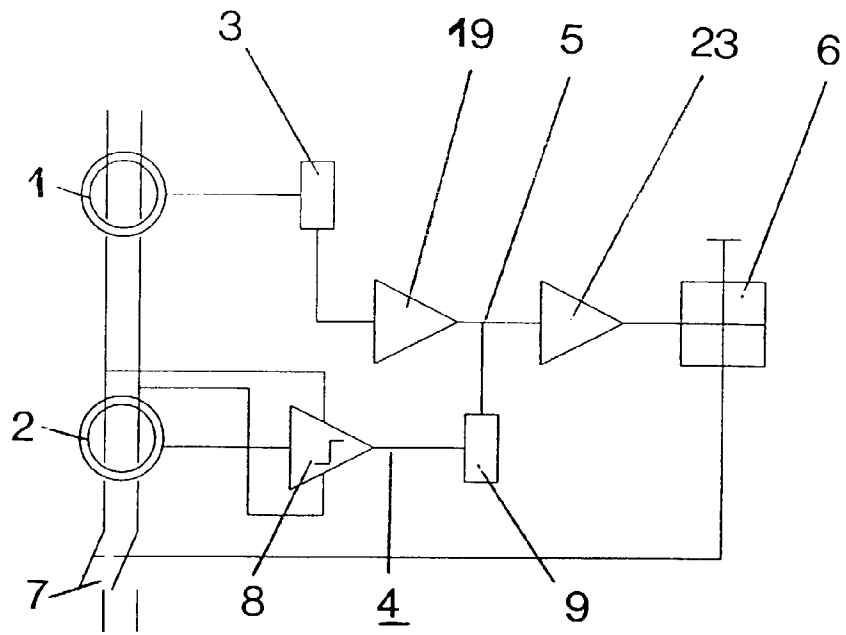


Fig. 5

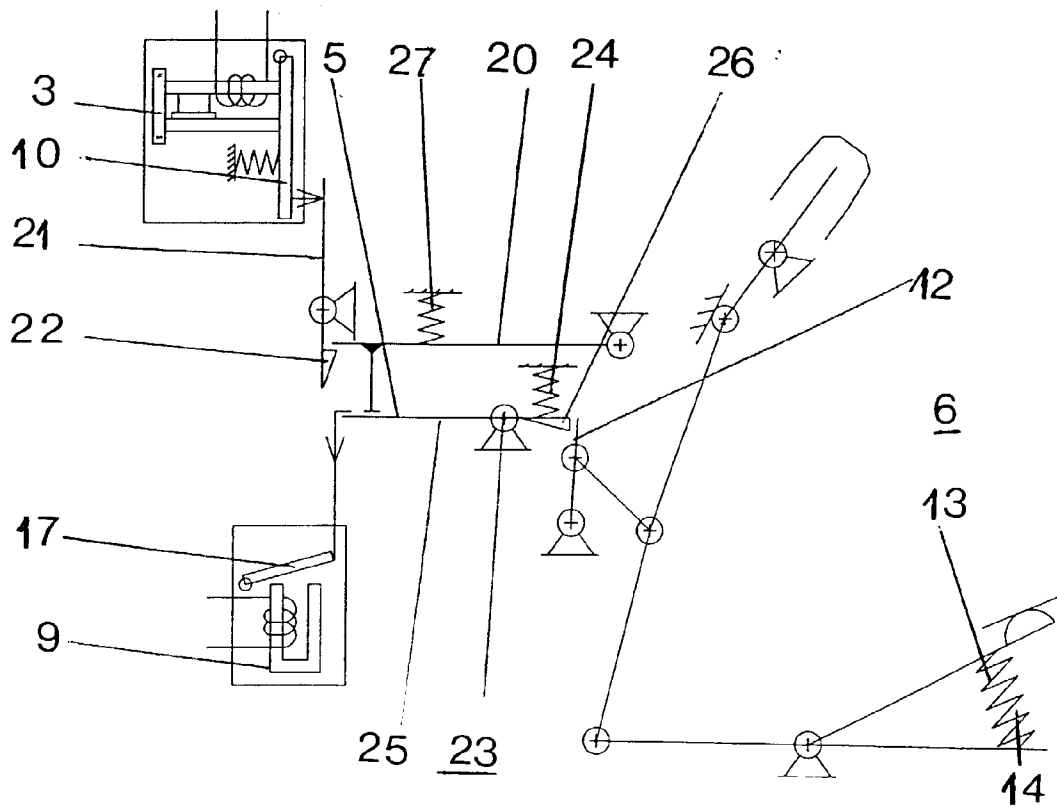


Fig. 6