



Wirtschaftspatent

Erteilt gemäß § 5 Absatz 1 des Änderungsgesetzes
zum Patentgesetz

ISSN 0433-6461

(11)

2010 527

Int.Cl.³

3(51) G 01 R 31/00

AMT FÜR ERFINDUNGS- UND PATENTWESEN

In der vom Anmelder eingereichten Fassung veröffentlicht

(21) WP G 01 R/ 2333 335

(22) 16.09.81

(44) 29.06.83

(71) VEB ENERGIEKOMBINAT COTTBUS;DD;

(72) THUN, WERNER;DD;

(73) siehe (72)

(74) VEB ENERGIEKOMB. COTTBUS 7500 COTTBUS

(54) VERFAHREN UND SCHALTUNGSANORDNUNG ZUR ERDSCHLUSSSELEKTIVIERUNG IN ELEKTRISCHEN
ENERGIEÜBERTRAGUNGSNETZEN

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Erdschlußselektivierung in elektrischen Energieübertragungsanlagen und eine Schaltungsanordnung zur Durchführung des Verfahrens. Die Erfindung ist mit der Voraussetzung in Netzen mit Resonanzsternpunktterdung anwendbar, daß Stichtbetrieb vorliegt bzw. während der Eingrenzung hergestellt wird. Erfindungsgemäß ist ein am erdschlußbehafteten Leitungsabgang auftretender Nullstromanstieg mittels eines Stromsteigerungsrelais meßtechnisch erfaßbar und schutztechnisch verarbeitbar. Der erste mit dem Erdschlußeintritt verbundene Nullstromanstieg wird eliminiert, der durch eine Überkompensation erzeugte zweite Nullstromanstieg wird am erdschlußbehafteten Leitungsabgang meßtechnisch erfaßt. Fig. 2

Titel der Erfindung

Verfahren und Schaltungsanordnung zur Erdschlußselektivierung in elektrischen Energieübertragungsnetzen

Anwendungsgebiet der Erfindung

- 5 Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Erdschlußselektivierung in elektrischen Energieübertragungsnetzen und eine Schaltungsanordnung zur Durchführung des Verfahrens. Die Erfindung kann in Netzen mit Resonanzsternpunktterdung angewendet werden vorausgesetzt, daß Stichbetrieb vor-
10 liegt bzw. während der Eingrenzung vorübergehend hergestellt wird.

Charakteristik der bekannten technischen Lösungen

- In Netzen mit Resonanz-Sternpunktterdung kann eine selektive Erdschlußerfassung über den Wirkreststrom, über Ober-
15 schwingungserfassung oder mittels Auswertung von Einschwingungsvorgängen (DD-WP 31529, DD-WP 33992, DE-OS 2716839) erfolgen.

- In Netzen mit Strahlenform oder offenen Ringen wird zur Erdschlußselektivierung auch die Erfassung der Größe eines
20 vorübergehend zusätzlich aufgeprägten Fehlerstromes genutzt. Der Fehlerstrom wird erzeugt, indem ein niederohmiger Sternpunktwideerstand über ein einpoliges Schaltgerät nach Erdschlußeintritt der Löschspule kurzzeitig parallelgeschaltet wird.

- 25 Die Erdschlußselektivierung über diese kurzzeitige niederohmige Sternpunktterdung (KNOSPE) ist jedoch mit einer Reihe von Nachteilen verbunden. Die Empfindlichkeit bezüglich der erfaßbaren Fehlerimpedanzen Z_F ist relativ gering.

Die Wirksamkeit und die erreichbare Empfindlichkeit sind
30 unmittelbar abhängig von der Teilerdschlußstromgröße und
-verteilung und damit vom jeweiligen Schalt- und Ausbau-
zustand des Netzes. Die Sternpunkt-Hochspannungswider-
stände erfordern in den Umspannwerken einen zusätzlichen
Platzbedarf und sind in der Anschaffung kostenintensiv.
35 Die bei niederohmigen Fehlern über einen relativ langen
Zeitraum wirkende Zusatzbeanspruchung der Fehlerstelle
sowie der Erdungsanlage am Aufstellungsort des Hochspan-
nungswiderstandes kann zu einer Erhöhung der Gefährdung
von Menschen und Nutztieren führen. Der für die Fehleror-
40 tung erforderliche Wirkleistungsverbrauch, der im Hoch-
spannungswiderstand in Wärme umgesetzt werden muß, ist
relativ groß. Die für die kurzzeitige niederohmige
Sternpunkterdung erforderliche Steuerautomatik erfor-
dert einen hohen Aufwand. Hauptursache für die relativ
45 geringe Empfindlichkeit sowie für die damit verbundenen
Abhängigkeiten von der jeweiligen Netzkonstellatation beim
Verfahren KNOSPE ist der Umstand, daß zur Bestimmung des
Fehlerortes die Größe eines zusätzlich aufgeprägten Wirk-
stromes meßtechnisch erfaßt und ausgewertet wird. Dabei
50 wird die größte erreichbare Empfindlichkeit der messen-
den Relais bestimmt durch die Teilerdschlußströme der
einzelnen Leitungen, welche nicht zur Anregung der für
die Nullstromerfassung vorgesehenen zusätzlichen Über-
stromrelais in den Leitungsabgängen führen dürfen. Die
55 maximal auftretenden Teilerdschlußströme verändern sich
mit der Art und Länge der jeweils angeschlossenen Leitun-
gen.

Der zusätzliche Nullstrom selbst kann nicht beliebig ge-
steigert werden. Seine Größe ist nicht nur abhängig von
60 der Resistanz des verwendeten Hochspannungswiderstandes
und der Fehlerortentfernung, sondern wird in erster Linie
bestimmt vom Fehlerwiderstand R_F an der Erdschlußstelle.
Damit liegt die größte, praktisch realisierbare Empfind-
lichkeit der messenden Relais im 20 kV-Netz bei Verwen-
65 dung von derzeitig lieferbaren 200 A-Widerständen bei
 $R_F = 100 \text{ bis } 200 \text{ Ohm}$. Nachteilig wirkt sich insbesondere

bei großen Fehlerwiderständen auch der mit der Sternpunkt-
widerstand-Einschaltung verbundene Rückgang der Stern-
punktverlagerungsspannung aus, welcher zu einer fortwäh-
70 renden erfolglosen Ein- und Ausschaltung des Sternpunkt-
widerstandes führen kann, der dadurch thermisch überbe-
lastet und in hohem Maße gefährdet wird.

Bei vorliegender Überkompensation kann es weiterhin be-
reits beim Erdschlußeintritt (vor der Erdschlußmeldung
75 und R_{SPW} -Einschaltung) zur Leitungsabschaltung bzw. Sig-
nalausgabe kommen.

Bekannt sind auch Verfahren, bei denen ein Zusatzstrom
durch zeitweiliges Anschalten eines Widerstandes an die
Hilfswicklung von Erdschlußspulen erzeugt wird (DD-WP
80 80100). Wegen der begrenzten thermischen Belastbarkeit
dieser Wicklungen können dabei jedoch nur verhältnismäs-
sig geringe Zusatzströme aufgebracht werden, die eine
wirksame Selektivierung mittels einfacher Überstromre-
lais, wie sie beim Verfahren KNOSPE zum Einsatz kommen,
85 ausschließen.

Ziel der Erfindung

Das Ziel der Erfindung besteht in der Verbesserung der
derzeitig bei der selektiven Erdschlußerfassung erreich-
baren Erfolgsquote durch größere Funktionssicherheit bei
90 gleichzeitiger Erhöhung der erfaßbaren Fehlerwiderstände
sowie in der Einsparung von Investitionsmitteln.

Gegenüber dem Verfahren KNOSPE sollen außerdem der zu-
sätzliche Wirkleistungsverbrauch reduziert, der Funkti-
onsablauf zur Herstellung des für die Selektivierung des
95 Fehlerortes erforderlichen Zustandes vereinfacht und eine
erhebliche Verminderung der Zusatzbeanspruchung der Feh-
lerstelle und der damit verbundenen Gefährdung erreicht
werden.

Wesen der Erfindung

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein neues Ver-
100 fahren und eine Schaltungsanordnung zu diesem Verfahren
anzugeben, das die Erkennung des erdschlußbehafteten Lei-
tungsabschnittes nach Eintritt eines Dauererdschlußfal-
les ohne zusätzliche Hochspannungsgeräte zur Zusatzstrom-
erzeugung relativ sicher ermöglicht.

105 Die Aufgabe wird gelöst durch die meßtechnische Erfas-
sung eines nur im erdschlußbehafteten Leitungsabgang
auftretenden Nullstromanstieges mittels eines empfind-
lichen Stromsteigerungsrelais. Der Nullstromanstieg wird
dabei durch eine kurzzeitige Überkompensation hervorge-
110 rufen, die über eine an die Hilfswicklung der Erdschluß-
spule geschaltete Sekundärreaktanz realisiert wird. Die
Wirkung des vorangehenden ersten Nullstromanstieges, der
mit dem Eintritt des Erdschlußfalles im gesamten Netz
auftritt, wird schaltungstechnisch eliminiert.

115 Mit dem Schließer des einem Erdschlußmelderrelais nachge-
schalteten Verzögerungsrelais ist die Betätigungsspule
eines zentralen Steuerrelais verbunden, das über einen
seiner Schließer in eine von der Dauer des Erdschlußzu-
standes abhängige Selbsthaltung geht. Über einen zwei-
120 ten Schließer dieses Steuerrelais wird eine Hilfsspan-
nung an eine Ringleitung gelegt, die über die Schließer
der in den Leitungsabgängen vorgesehenen Nullstromstei-
gerungsrelais mit den Betätigungsspulen der ebenfalls
abgangsgebundenen neutralen Ausgaberelais verbunden ist.

125 Über einen weiteren dritten Schließer des zentralen
Steuerrelais wird die Einschaltung eines Niederspan-
nungs-Leistungsschalters eingeleitet, mit dem die Pa-
rallelreaktanz an die Hilfswicklung der Erdschlußspule
geschaltet wird. Mit dem Motorantrieb des Leistungs-
130 schalters ist weiterhin ein Öffner des zentralen Steu-
errelais verbunden, über den der Befehl für die Wieder-
bereitmachung zur nächsten Einschaltung nach dem Abfall
des Erdschlußmelderrelais erteilt wird. Ein Schließer

des dem Leistungsschalter zugeordneten Meldeschalters
135 ist mit der Betätigungsspule eines weiteren Verzögerungs-
relais verbunden, über dessen Öffner die Unterspannungs-
auslösung des Leistungsschalters herbeigeführt wird.

Ausführungsbeispiel

Die Erfindung soll nachstehend an einem Ausführungsbei-
140 spiel näher erläutert werden.

In der zugehörigen Zeichnung zeigt

Fig. 1: die Summen-Nullströme in Netzen mit Resonanz-
Sternpunktterdung im normal- und überkompensier-
ten Zustand bei einem Fehlerwiderstand von 0 Ohm

145 Fig. 2: die erfindungsgemäße Schaltungsanordnung

Wie aus Fig. 1 ersichtlich, ist mit einer kurzzeitigen
Überkompensation des erdschlußbehafteten Netzes ein zu-
sätzlicher induktiver Strom erzeugbar, der vom Aufstel-
lungsort der Erdschluß-Löschspule 12 zur Fehlerstelle
150 fließt. Dieser zusätzliche Kompensationsstrom hat beim
Fehlerwiderstand "Null" dieselbe Richtung wie die resul-
tierenden Teilladeströme in den Leitungsabgängen und
führt nur im fehlerbehafteten Abgang 7 zum Anstieg des
Nullstromes. Die bei größeren Fehlerwiderständen ent-
155 stehende Richtungsabweichung infolge des wachsenden ohm-
schen Widerstandsanteiles bestimmt die Größe der zur
Erzielung einer optimalen Wirkung erforderlichen Paral-
lelreaktanz 13 und damit auch die Höhe des maximal auf-
tretenden Zusatzstromes, welcher im vorliegenden Fall
160 50 A nicht überschreiten soll. Der aus dem Zusatzstrom
resultierende Nullstromanstieg ist mittels eines Strom-
steigerungsrelais 6 im Summenstromkreis der Stromwand-
lder meßtechnisch erfaßbar und schutztechnisch verar-
beitbar.

165 Die Funktion des an sich bekannten Stromsteigerungsre-
lais 6 (d_{j_0}/dt -Relais) beruht auf die Aufladung eines
entsprechend bemessenen Kondensators durch die gleich-
gerichtete und geglättete Meßgröße, wobei der Ladestrom
mittels eines hochempfindlichen gepolten Relais über-

170 wacht wird.

Ein weiteres Merkmal des vorgeschlagenen Verfahrens ist, daß der erste, durch den Erdschlußeintritt verursachte Nullstromanstieg in den Leitungsabgängen 7 durch die zeitlich verzögerte Bereitstellung der Relaisbetätigungsspannung für die neutralen Ausgabereais 5 eliminiert wird. Erst der zweite Nullstromanstieg, der mit der Einschaltung des zusätzlichen Kompensationsstromes einsetzt, wird schutztechnisch weiterverarbeitet. Dadurch werden die störenden Einflüsse der einzelnen Teilladeströme unterdrückt.

Fig.2 zeigt eine Schaltungsanordnung zur Durchführung des Verfahrens.

Mit dem Eintritt des Erdschlußfehlers im elektrischen Energieverteilungsnetz wird ein Erdschlußmelderelais 1 angeregt. Gleichzeitig kann es infolge der Nullkomponentenbildung durch die Teilladeströme zum Erstansprechen einzelner oder auch aller vorhandenen Stromsteigerungsrelais 6, die über eine Parallelimpedanz 15 den Leitungsabgängen 7 zugeordnet sind, kommen. Eine Anregung der Befehls- bzw. Meldungsausgabereais 5 erfolgt dabei nicht, weil zu diesem Zeitpunkt die dafür erforderliche Betätigungsspannung über die Ringleitung 8 noch nicht zur Verfügung steht. Diese wird erst nach Ablauf der Verzögerungszeit des Zeitrelais 2, das zur Unterdrückung von Erdschlußwischermeldungen in allen Umspannwerken mit dem Erdschlußmelderelais 1 bereits vorhanden ist, über dessen Schließer 2.1 bereitgestellt. Während dieser Zeit ist die in dem Stromsteigerungsrelais 6 durch die Teilerdschlußströme bewirkte erste Kondensatoraufladung sicher beendet und alle gepolten Relais sind, soweit ein Ansprechen vorlag, in die Ruhelage zurückgekehrt.

Zeitgleich mit der Bereitstellung der Betätigungsspannung für alle Ausgabereais 5 über die Ringleitung 8 und den Schließer 3.1 eines Steuerrelais 3, dessen Betätigungsspule mit dem Schließer 2.1 des Verzögerungsrelais 2 verbunden ist, wird über einen zweiten Schließer 3.3 und

eine Einschaltelinrichtung 16 der Einschaltbefehl an einen motorbetätigten Niederspannungsleistungsschalter 9 erteilt. Über den Schalter 9.1 des Niederspannungsleistungsschalters 9, der mit einem Anschluß der Niederspannungshilfswicklung 13 der Tauchkern-Erdschlußspule 12 und der Parallelreaktanz 14 verbunden ist, wird Letztere eingeschaltet. Damit wird eine schlagartige Überkompensation eingeleitet. Der zusätzliche Kompensationsstrom fließt vom Aufstellungsort der Erdschluß-Löschspule 12 zur Fehlerstelle und kann nur zum Ansprechen der im jeweiligen Leitungsverlauf befindlichen Stromsteigerungsrelais 6 im Bereich zwischen dem speisenden Umspannwerk und der Fehlerstelle führen. Alle anderen im Netz befindlichen Stromsteigerungsrelais 6 verbleiben dabei in der Ruhelage. Der Niederspannungsleistungsschalter 9 wird bereits nach ca 0,1 Sekunden über ein anzugsverzögertes Relais 4 und einen in der Regel zum Niederspannungsleistungsschalter 9 gehörenden Unterspannungsauslöser 11 wieder ausgeschaltet. Außerhalb des speisenden Umspannwerkes muß die Betätigungsspannung für die Ausgabereais 5 bereits kurz vor der Einschaltung des induktiven Zusatzfehlerstromes erfolgen, damit sie beim Einsetzen des zu erfassenden Nullstromanstieges mit Sicherheit zur Verfügung steht. Das Steuerrelais 3 ist hier nicht erforderlich.

Der Niederspannungsleistungsschalter 9 und das anzugsverzögerte Relais 4 werden in jedem Umspannwerk nur einmal und das Steuerrelais 3 je Teilnetz einmal benötigt.

Ist nur eine Vorortanzeige vorgesehen, so ist keine weitere Beschaltung des Ausgabereais 5, das mit einer Fallklappe versehen ist, notwendig. Andernfalls kann über das Relais 5 eine Fernsignalisierung erfolgen und/oder die Ausschaltung des jeweiligen Hochspannungs-Leistungsschalters nach der für die Kurzschlußabschaltung vorgesehenen Relaislaufzeit eingeleitet werden.

Wird auf Ausschaltung des fehlerbehafteten Abgangs orientiert, so muß für das Befehlsausgabe- und Melderelais 5 eine Selbsthaltung über dessen Schließer 5.1 realisiert

werden, die mit dem Wegbleiben der Erdschlußmeldung selbst-
245 tätig wieder aufgehoben wird - Abfall Erdschlußmelderrelais
1, Zeitrelais 2 und Steuerrelais 3. Mit dem Abfall des Re-
lais 3 erfolgt über dessen Öffner 3.2 die Wiederbereitmachung
der Schaltautomatik. Durch die Anregung einer Ausschalt-
einrichtung 17 wird ein Ausschaltbefehl an den Motor-
250 antrieb 10 des Niederspannungs-Leistungsschalters 9 er-
teilt, wodurch die nächstfolgende Einschaltung ermöglicht
wird.

Der Einsatz der AWE zur Erdfehlerbeseitigung ist ohne wei-
tere Zusätze oder Veränderungen an der Schaltautomatik mög-
255 lich. Voraussetzung ist nur, daß die Kondensatoren im
Stromsteigerungsrelais 6 über entsprechend dimensionierte
Entladewiderstände bis zur zweiten Einschaltung des zu-
sätzlichen Kompensationsstromes nach ca 5 - 10 s genügend
weit entladen werden.

260 Weil der vorstehend beschriebene Funktionsablauf eine weit-
gehende Unabhängigkeit von der jeweiligen Teilerdschluß-
stromgröße und -verteilung im Netz und damit auch vom
Schalt- und Ausbauzustand gewährleistet, sind keinerlei An-
passungen an örtliche Gegebenheiten notwendig. Einstell-
265 möglichkeiten am Stromsteigerungsrelais 6 zur nachträglichen
Regulierung der Anregeströme können deshalb entfallen.
Die Meßanordnungen können mit einer vom Hersteller
fest vorgegebenen Ansprechempfindlichkeit überall einge-
setzt werden.

Erfindungsanspruch

1. Verfahren zur Erdschlußselektivierung in elektrischen Energieübertragungsnetzen mit Resonanz-Sternpunktterdung, dadurch gekennzeichnet, daß erst nach der Eliminierung
5 des mit dem Eintritt des Erdschlußzustandes verbundenen Nullstromanstieges und Ablauf einer vorgebbaren zeitlichen Verzögerung ein induktiver Zusatzstrom kurzzeitig im Nullstromkreis erzeugt, gleichzeitig der damit verbundene zweite Nullstromanstieg im erdschlußbehafteten Leitungsabgang (7) mittels eines Stromsteigerungsrelais (6) meßtechnisch erfaßt und mittels weiterer Relais schutztechnisch verarbeitet wird.
10

2. Schaltungsanordnung zur Durchführung des Verfahrens, mit den Leitungsabgängen zugeordneten Melde- und Befehlsausgaberelais sowie mit einem Erdschlußmelderelais und nachgeschaltetem Verzögerungsrelais, dadurch gekennzeichnet, daß der Schließer (2.1) des Verzögerungsrelais (2) mit der Betätigungsspule eines Steuerrelais (3) verbunden ist, dessen Schließer (3.1) über
15 eine Ringleitung (8) und die Schließer (6.1) der den Leitungsabgängen (7) über Parallelimpedanzen (15) zugeordneten Nullstromsteigerungsrelais (6) an die Betätigungsspulen der jeweils nachgeschalteten Melde- und Befehlsausgaberelais (5) anschaltbar ist, der Schließer (3.3) des Steuerrelais (3) mit der Einschalteneinrichtung (16) und der Öffner (3.2) des Steuerrelais (3) mit der Ausschalteneinrichtung (17) des Motorantriebes (10) eines Niederspannungsleistungsschalters (9) verbunden
20 ist, über dessen Schließer (9.1) die Hilfswicklung (13) einer Erdschluß-Löschspule (12) induktiv belastet wird.
25
30

Hierzu 2 Seiten Zeichnung

Abg.	$3J_0$ ohne $\ddot{U}K$	$3J_0$ mit $\ddot{U}K$
1	J_{c1}	J_{c1}
2	J_{c2}	J_{c2}
3	J_{c3}	$J_{c3} + J_z$

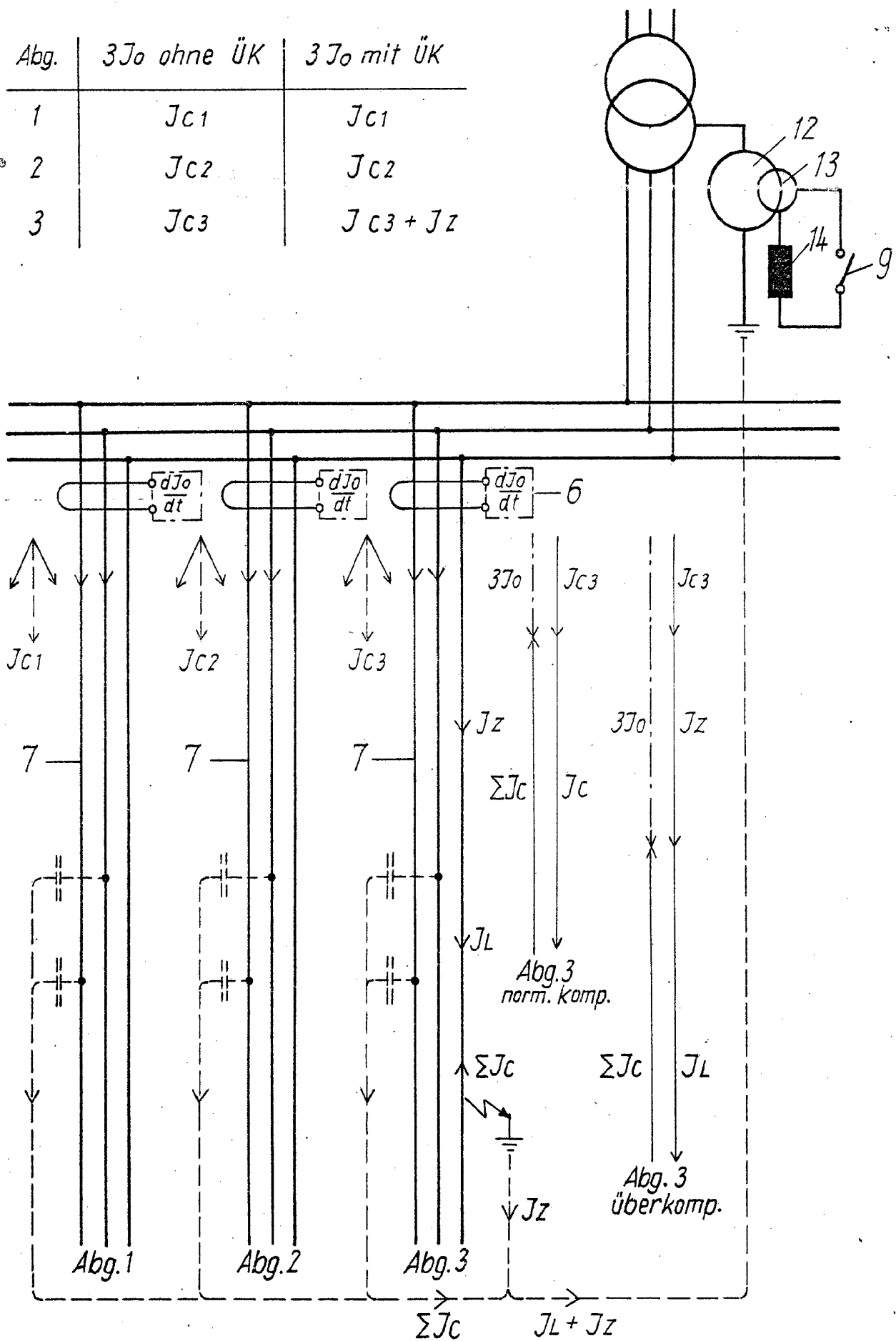


Fig. 1

