

51

Int. Cl.:

G 05 f, 1/44

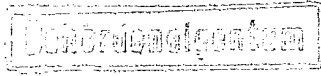
BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND

DEUTSCHES PATENTAMT



52

Deutsche Kl.: 42 r3, 1/44



10

# Offenlegungsschrift 2 316 764

11

21

Aktenzeichen: P 23 16 764.8

22

Anmeldetag: 4. April 1973

43

Offenlegungstag: 6. Dezember 1973

Ausstellungspriorität: —

30

Unionspriorität

32

Datum: 19. Mai 1972

33

Land: Belgien

31

Aktenzeichen: 117683

54

Bezeichnung: Resonanz-Stromregler

61

Zusatz zu: —

62

Ausscheidung aus: —

71

Anmelder: S.A. des Ets. Adrien De Backer, Ganshoren (Belgien)

Vertreter gem. § 16 PatG. Kreisler, A.v., Dr.-Ing.; Schönwald, K., Dr.-Ing.; Meyer, Th., Dr.-Ing.;  
Fues, J.F., Dipl.-Chem. Dr.rer. nat.; Kreisler, A.v., Dipl.-Chem.;  
Keller, C., Dipl.-Chem.; Klöpsch, G., Dr.-Ing.; Selting, G., Dipl.-Ing.;  
Pat.-Anwälte, 5000 Köln

72

Als Erfinder benannt: Hoffmann, Marcel E., Lase-Chapelle-Saint-Lambert (Belgien)

Société Anonyme des Etablissements Adrien De Backer,  
Avenue du Roi Albert 175, Ganshoren / Belgien

---

### Resonanz-Stromregler

Die Erfindung betrifft einen Resonanz-Stromregler mit einem direkt oder durch Kopplung mit einer Speisewechselspannung verbundenen Eingangskreis und einem Resonanzkreis, der so betrieben ist, daß er einen der Speisespannung proportionalen Strom liefert, wobei der von dem Resonanzkreis an eine Last abgegebene Strom unabhängig von der Impedanz dieser Last ist.

Derartige Stromregler ermöglichen eine kontinuierliche Stromregelung ohne Unterbrechung. Normalerweise verwendet man für die Stromregelung bei umschaltbaren Lasten, wie beispielsweise bei Navigationsfeuern, Resonanz-Stromregler, die gegenüber anderen bekannten Stromreglerarten beträchtliche Vorteile bieten. Die Resonanz-Stromregler enthalten im wesentlichen einen an die Klemmen der Lastimpedanz angeschalteten Resonanzkreis. Es ist bekannt, daß in dem Fall, daß die Elemente des Resonanzkreises so gewählt sind, daß  $\omega^2 LC = 1$  ist, der Laststrom  $i_Z$  unabhängig von der Lastimpedanz ist, da diese

mit der angelegten Spannung  $E$  über die Beziehung  $i_Z = E/\omega L$  verbunden ist. Dabei ist  $\omega$  die Kreisfrequenz (Pulsation) der angelegten Spannung,  $L$  die Induktivität und  $C$  die Kapazität des Kreises.

Unter dem Gesichtspunkt der Arbeitsschnelligkeit ist dieser Reglertyp ausreichend, da die Wiederherstellung des Normal-Stromwertes nach einer plötzlichen Laständerung innerhalb der laufenden Halbwelle vorgenommen wird. Der Resonanz-Regler ist außerdem relativ leicht und billig, verglichen mit den anderen bekannten Reglertypen. Er weist indessen, ebenso wie die anderen Reglertypen, einige Unzuträglichkeiten auf.

Zunächst ist der durch die Last fließende Strom der angelegten Spannung proportional. Hieraus folgt beispielsweise im Falle von Navigationsfeuern, daß ein Helligkeitsverlust eintritt, wenn die Speisespannung sinkt. Wenn die Speisespannung dagegen steigt, wird die Lebensdauer der Lampen verkürzt. Weiterhin kann der Effektivstrom in einigen Fällen stark und gefährlich ansteigen, beispielsweise im Falle des Durchschlagens einer bestimmten Anzahl von Lampen. Um dieser Gefahr, die das Auftreten Harmonischer in den Lampentransformatoren mit offener Sekundärwicklung hervorrufen, abzuwehren, verwendet man normalerweise Filter für die Harmonischen. Solche Filter sind teuer. Bei einigen Anwendungsfällen, wie beispielsweise bei Luft-Leuchtfuern auf Flughäfen ist andererseits der Maximalwert für den Effektivstrom vorgeschrieben. Die Helligkeitsregelung erfordert daher die Verwendung teurer Spannungsanschlüsse und Schalter zum Aussteuern des richtigen

Stromwertes an der Last.

Aufgabe der Erfindung ist es, einen Resonanz-Stromregler zu schaffen, der die Nachteile der bekannten Stromregler nicht aufweist. Insbesondere soll der erfindungsgemäße Regler eine ununterbrochene Regelung ermöglichen, mit Wiederherstellung des Stromnennwertes in der laufenden Halbwelle und sicherstellen, daß der Effektivstrom in keinem Fall den Wert des Nennstromes wesentlich überschreiten kann. Außerdem soll der Regler selbst bei reduzierter Widerstandsbelastung einen ausgezeichneten Leistungsfaktor haben. Die für die Helligkeitsregelung vorgesehenen Spannungsabgriffe und Kontakte sollen möglichst billig sein.

Zur Lösung dieser Aufgabe wird erfindungsgemäß vorgeschlagen, daß an der Last eine Strommeßvorrichtung vorgesehen ist, die ein dem Laststrom entsprechendes Signal erzeugt und mit einer Differenz-Meßvorrichtung verbunden ist, in der das von der Strommeßvorrichtung kommende Signal zur Erzeugung eines Differenzsignales mit einem Referenzsignal verglichen wird, daß eine gesteuerte induktive Impedanz vorgesehen ist, die derart betrieben ist, daß sie in Abhängigkeit von einem Steuersignal unterschiedliche Werte annimmt, und daß ein mit dem Differenzsignal gespeister Steuerkreis derart betrieben ist, daß er der gesteuerten induktiven Impedanz solche Steuersignale zuführt, daß der Laststrom unabhängig von Änderungen der angelegten Spannung oder der Last beibehalten wird.

Bei einer bestimmten Ausführungsform der Erfindung ist vorgesehen, daß die gesteuerte induktive Impedanz zwischen einem Punkt der Primärspule des Transformators und einem Punkt der Sekundärspule in einem Nebenzweig zur Last liegt, und daß die Impedanz derart geschaltet ist, daß sie sich zwischen einem relativ hohen und einem relativ niedrigen Wert, verglichen mit der Impedanz der Last, verändert, und zwar in Abhängigkeit von dem Steuersignal zur Erzeugung der Stromdifferenz.

In weiterer Ausgestaltung der Erfindung kann der Stromregler derart ausgebildet sein, daß die gesteuerte induktive Impedanz aus einer Anordnung zweier gesteuerter Halbleitervorrichtungen besteht, die anti-parallel geschaltet sind und in Reihe mit einer Induktionsspule liegen, daß die Steuerelektroden der beiden Halbleitervorrichtungen an zwei Ausgänge einer Steuervorrichtung angeschlossen sind, und daß die Steuerung so erfolgt, daß die beiden Halbleitervorrichtungen so lange während jeder Stromhalbwellenperiode leitend sind, wie das Differenzsignal zu groß ist.

Im folgenden wird die Erfindung unter Bezugnahme auf die Figuren an bevorzugten Ausführungsbeispielen näher erläutert.

Fig. 1 zeigt die Schaltung eines Resonanz-Stromreglers, der die erfindungsgemäße Anordnung aufweist,

Fig. 2 ist ein vereinfachtes Schema einer Ausführungsform des erfindungsgemäßen Stromreglers,

Fig. 3 ein vereinfachtes Schema einer Variante der in Fig. 2 dargestellten Ausführungsform, und

Fig. 4 ist ein vereinfachtes Schema einer Ausführungsform die derjenigen der Fig. 3 gleichwertig ist.

Fig. 1 zeigt das Schaltschema eines Resonanz-Stromreglers nach der Erfindung. Der Regler enthält einen aus den Spulen 1 und 2, zwischen denen eine symbolisch durch die Induktivität L dargestellte Streuinduktivität besteht, gebildeten Spartransformator. Die Speisespannung wird an die Klemmen der Spule 1 angelegt, und die Last Z wird an die Klemmen der Spule 2 angeschlossen. Der Kondensator Z bildet mit der Streuinduktivität einen Resonanzkreis.

Nach der Erfindung ist eine gesteuerte induktive Impedanz 3 zwischen die mit dem Kondensator Z verbundene Klemme der Last Z und einen Abgriff der Primärspule 1 geschaltet. Diese induktive Impedanz wird von einer bekannten Anordnung aus zwei Thyristoren oder gesteuerten Halbleitervorrichtungen 4 gebildet, die anti-parallel geschaltet sind und in Reihe mit einer Schutzinduktivität 5 liegen. Diese Anordnung kann tatsächlich als induktive Impedanz angesehen werden, denn der durch sie hindurchgehende Strom eilt, wenn die Thyristoren in gezündetem Zustand sind, stets der angelegten Spannung nach.

Die Steueranschlüsse 6 der Thyristoren sind jeweils an einen Ausgang eines Differenzdetektors 7 angeschlossen, dessen einer Eingang mit einem an sich bekannten Strommeßkreis 8 verbunden ist. Dieser Strommeßkreis erzeugt

ein Signal  $m$ , das den in der Last  $Z$  fließenden Laststrom  $i_Z$  repräsentiert. Am anderen Eingang des Differenzdetektors 7 liegt ein Soll-Signal  $r$ , das von einer äußeren Signalquelle oder durch einen in dem Regler vorhandenen Generator erzeugt wird. Der Differenzdetektor 7, der durch das Schaltungssymbol eines Differenzverstärkers angedeutet ist, an den eine Hilfsschaltung angeschlossen ist, kann aus irgendeiner geeigneten Schaltung bestehen, deren Aufbau dem Fachman geläufig ist, und die zu bestimmten Zeitpunkten während jeder Halbwelle Steuersignale erzeugt, die der festgestellten Differenz zwischen dem von der Schaltung 8 erzeugten Signal  $m$  und dem Soll- oder Führungssignal  $r$  entsprechen.

Durch die Regelung der Zündzeitpunkte werden die Thyristoren 4 während jeder Halbperiode so lange leitend gemacht, wie der Strom  $i_Z$ , der in der Ladung  $Z$  fließt, von dem Soll-Wert  $r$  noch abweicht. In diesem Augenblick zweigt die induktive Impedanz 3, die die Last  $Z$  kurzschließt, die Stromdifferenz ab, um den Laststrom auf seinen Nennwert zurückzuführen. Man erkennt, daß der die Impedanz 3 durchfließende Strom ein induktiver Strom ist (d.h. in der Phase der Spannung nacheilend), und daß der von dem Resonanzkreis gelieferte Gesamtstrom  $i$  konstant ist.

Es wurde festgestellt, daß die Auswahl des Anschlußpunktes der induktiven Impedanz 3 an der Spule 1 nach der Erfindung es gestattet, den Wert und das Vorzeichen der Phasenverschiebung zu bestimmen (d.h. die Phasenverschiebung zwischen der sinusförmigen Spannung des

Speisenetzes und des Grundwellenanteiles des von dem Regler aus dem Netz absorbierten Stromes). Wird die Verbindung beispielsweise am Punkte a durchgeführt, so wird der  $\cos \varphi$  kapazitiv. Wird sie dagegen am Punkt b durchgeführt, so wird der  $\cos \varphi$  induktiv. Indem man den Verbindungspunkt entlang der Spule 1 verschiebt, kann man den Wert des  $\cos \varphi$  über eine Skala kapazitiver und induktiver Werte verschieben. Die Wahl des Abgriffes zur Herstellung des Anschlusses erlaubt daher eine optimale Wahl des  $\cos \varphi$ . Der Regler kann daher für den gesamten Bereich der abgegebenen Ströme mit einem guten  $\cos \varphi$  betrieben werden (in der Nähe von 1), sogar bei reduzierter Last.

Da der von der Resonanzschleife gelieferte Gesamtstrom in seinem Wert vollständig definiert ist, kann der Strom in der Last niemals vorübergehend stark von seinem Nennwert abweichen, unabhängig von der Langsamkeit der Regelschleife, die auf den Wert der induktiven Impedanz einwirkt, während derselbe Strom bei den anderen bekannten Stromreglern mehrere Male seinen Nennwert einnehmen kann.

Der in der Last fließende Strom kann sehr leicht geregelt werden, indem man das Führungssignal r verstellt. Man erkennt sofort, daß sich hieraus ein erheblicher Vorteil ergibt, da die Steuerung, mit der es möglich ist, die Helligkeit von Navigationsfeuern einzustellen, an einem Hilfskreis durchgeführt werden kann. Auf diese Weise vermeidet man die Verwendung von Spannungsmessern und teuren Schalter, die herkömmlicherweise in bekannten Reglertypen zur Anwendung kommen. Die Helligkeitsregelung kann in festen Abstufungen ununterbrochen durchgeführt



werden oder mit festen einzeln einstellbaren Abstufungen und ohne Unterbrechung.

Hinsichtlich der Thyristoren selbst besteht keinerlei Gefahr der Überlastung, da sie stets nur von einem Überstrom leitend gemacht werden und nur in solchen Fällen, in denen ein Strom deutlich höher ist als der Nenn-Laststrom  $i_z$ . Außerdem werden die Thyristoren immer nur einer relativ geringen Spannung ausgesetzt. Die Thyristoren dürfen daher keinesfalls überdimensioniert werden, wie es häufig bei anderen Schaltungstypen der Fall ist. Der Spannungsfaktor ist insbesondere bei solchen Reglern hervorzuheben, die für eine erhöhte Netzspannung, beispielsweise 2400 V vorgesehen sind.

Unter den anderen vorteilhaften Eigenschaften des erfindungsgemäßen Stromreglers sind noch die folgenden zu nennen: die schnelle Wiederherstellung des Nenn-Stromwertes innerhalb der laufenden Halbwelle, beispielsweise nach einem Kurzschluß eines Teiles der Last oder der gesamten Last.

Selbstverständlich kann die oben beschriebene Schaltung in den verschiedensten Ausführungsformen realisiert werden. Fig. 2 zeigt das Schema einer typischen Ausführungsform. Die Last Z ist an die Klemmen einer Sekundärspule 9 angeschlossen, die durch Festklemmen an die Spule 2 angekoppelt ist. Dieser Anschluß der Last ist demjenigen gleichwertig, der in Fig. 1 dargestellt ist. Die Streuinduktivität des Transformators, die in Fig. 1 symbolisch durch die Induktivität L dargestellt ist, kann praktisch

durch eine lose Kopplung zwischen den Spulen 1 und 2 oder durch einen magnetischen Nebenzweig zwischen diesen Spulen realisiert werden.

Fig. 3 zeigt schematisch eine Variante der Ausführungsform nach Fig. 2. Die induktive Impedanz 3 ist hier zwischen einen Mittelabgriff der Spule 1 und einen Mittelabgriff der Spule 2 geschaltet. Dieser Aufbau ist an sich demjenigen der Fig. 2 vollständig äquivalent, er bietet jedoch den umgekehrten Vorteil, daß an die Thyristoren nur ein Teil derjenigen Spannung angelegt wird, wie bei dem Aufbau nach Fig. 2. Dieser Fall kann bei verschiedenen Anwendungsformen, beispielsweise bei Navigationsfeuern, zweckmäßig sein, wenn vorgeschrieben ist, daß die Spannungen bestimmter Geräte niedriger sein müssen als eine bestimmte vorgegebene Spannung.

In einigen Fällen kann es zweckmäßig, ja sogar notwendig sein, die Speisespannung  $U$  den Klemmen einer Spule zuzuführen, die isoliert von der Spule 1 in die Resonanzschleife eingesetzt ist. Die Spule 1 ist dabei durch Festklemmen an eine Netzspule 10 gekoppelt, an deren Klemmen die Spannung  $U$  liegt, wie Fig. 4 als eine dem Aufbau der Fig. 3 äquivalente Variante zeigt.

Außer den beschriebenen Ausführungsbeispielen ist im Rahmen der Erfindung eine Reihe verschiedener Varianten möglich. Insbesondere kann die gesteuerte induktive Impedanz beispielsweise in Reihe oder als Nebenschluß zur Netzschaltung geschaltet sein. Des weiteren kann die erfindungsgemäße Vorrichtung auch bei anderen Ausführungsformen von Resonanz-Stromreglern zum Einsatz

kommen. Die Grundidee ist immer, die Anschaltung einer gesteuerten induktiven Impedanz an einen Stromkreis, wobei die Differenz zwischen dem Wert des in der Last fließenden Stromes und einem vorbestimmten Soll-Wert dazu verwendet wird, den Strom in der Last unabhängig von der angelegten Spannung zu stabilisieren.

A n s p r ü c h e

1. Resonanz-Stromregler mit einem direkt oder durch Kopplung mit einer Speisewechselspannung verbundenen Eingangskreis und einem Resonanzkreis, der so betrieben ist, daß er einen der Speisespannung proportionalen Strom liefert, wobei der von dem Resonanzkreis an eine Last abgegebene Strom unabhängig von der Impedanz dieser Last ist, dadurch gekennzeichnet, daß an der Last (2) eine Strommeßvorrichtung (8) vorgesehen ist, die ein dem Laststrom entsprechendes Signal erzeugt und mit einer Differenz-Meßvorrichtung (7) verbunden ist, in der das von der Strommeßvorrichtung kommende Signal zur Erzeugung eines Differenzsignales mit einem Referenzsignal verglichen wird, daß eine gesteuerte induktive Impedanz (3) vorgesehen ist, die derart betrieben ist, daß sie in Abhängigkeit von einem Steuersignal unterschiedliche Werte annimmt, und daß ein mit dem Differenzsignal gespeister Steuerkreis derart betrieben ist, daß er der gesteuerten induktiven Impedanz (3) solche Steuersignale zuführt, daß der Laststrom unabhängig von Änderungen der angelegten Spannung oder der Last beibehalten wird.

2. Resonanz-Stromregler nach Anspruch 1, bei welchem der Eingangskreis als Primärspule eines Transformators ausgebildet ist und der Resonanzkreis die Sekundärspule des Transformators sowie einen Kondensator enthält und beide Spulen eine Streuinduktivität bilden, dadurch gekennzeichnet, daß die gesteuerte induktive Impedanz (5)

zwischen einem Punkt der Primärspule (1) des Transformators und einem Punkt der Sekundärspule (2) in einem Nebenzweig zur Last (Z) liegt, und daß die Impedanz (3) derart geschaltet ist, daß sie sich zwischen einem relativ hohen und einem relativ niedrigen Wert, verglichen mit der Impedanz der Last (N), verändert, und zwar in Abhängigkeit von dem Steuersignal zur Erzeugung der Stromdifferenz.

3. Resonanz-Stromregler nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die gesteuerte induktive Impedanz (3) aus einer Anordnung zweier gesteuerter Halbleitervorrichtungen (4) besteht, die anti-parallel geschaltet sind und in Reihe mit einer Induktionsspule (5) liegen, daß die Steuerelektroden (6) der beiden Halbleitervorrichtungen an zwei Ausgänge einer Steuervorrichtung (7) angeschaltet sind, und daß die Steuerung so erfolgt, daß die beiden Halbleitervorrichtungen so lange während jeder Stromhalbwelle leitend sind, wie das Differenzsignal zu groß ist.

**13**  
**Leerseite**

2316764

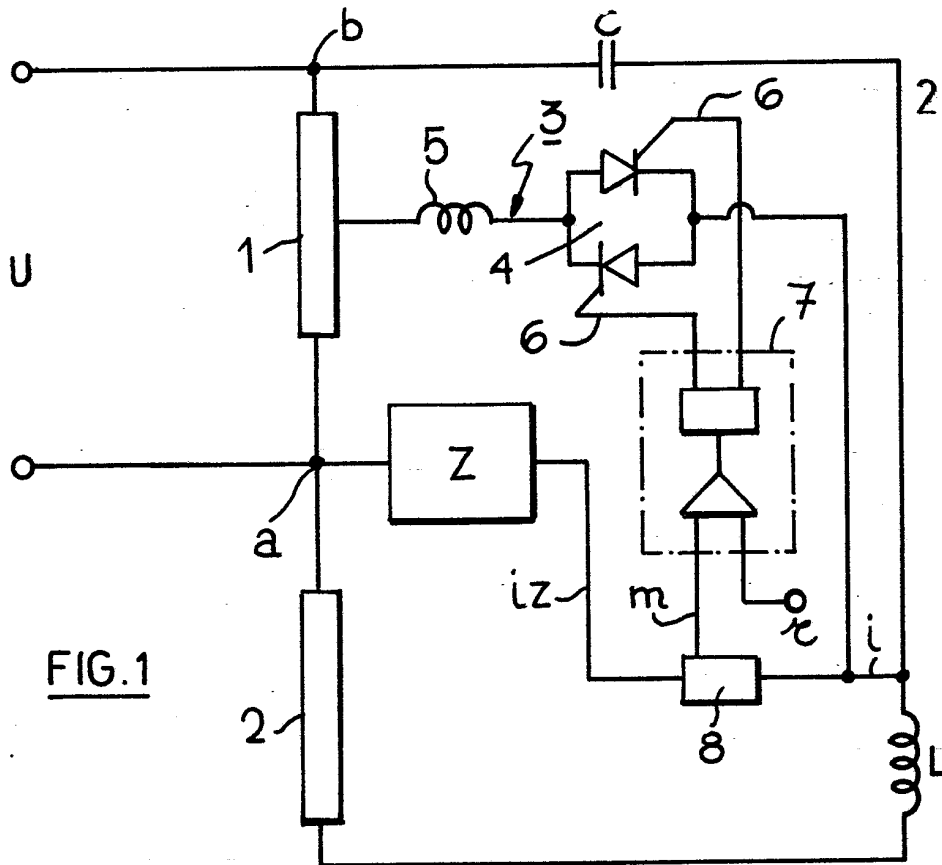


FIG. 2

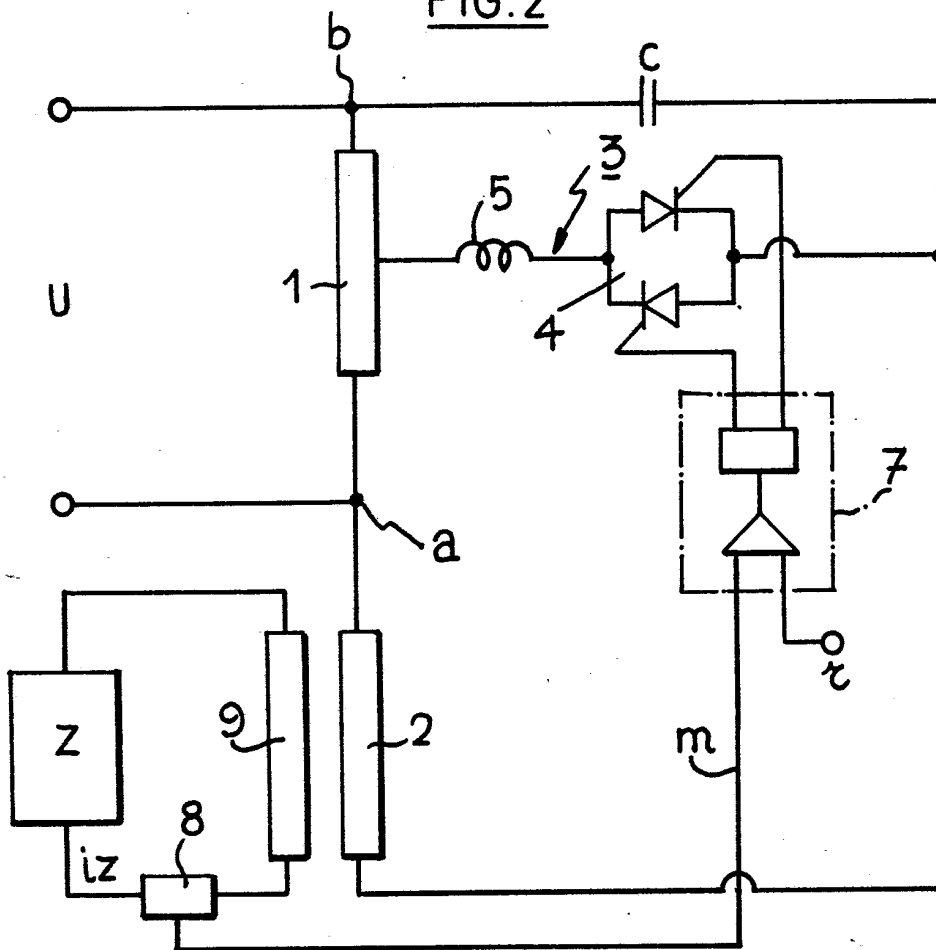
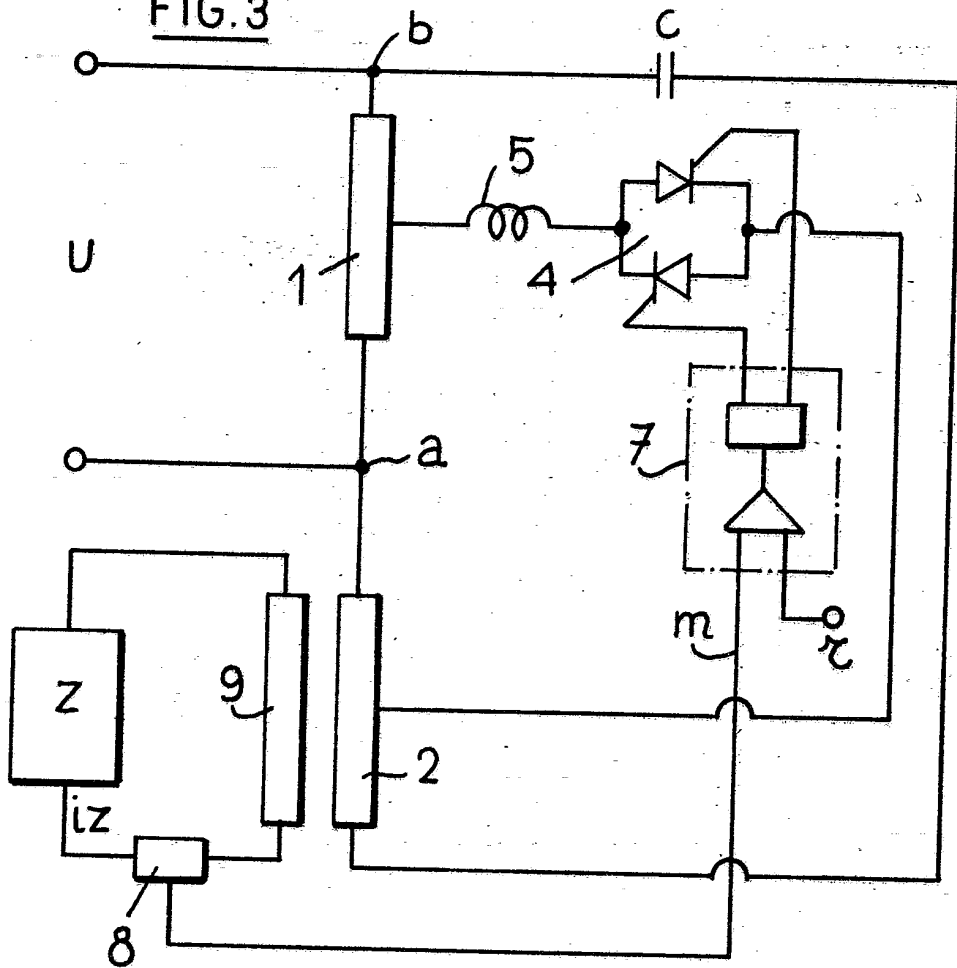


FIG. 3



2316764

FIG. 4

