

(19)



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11) Veröffentlichungsnummer:

0 374 749
A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(21) Anmeldenummer: 89123222.5

(51) Int. Cl.⁵: H01F 31/00, H01F 23/00

(22) Anmeldetag: 15.12.89

(30) Priorität: 17.12.88 DE 3842576

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
27.06.90 Patentblatt 90/26(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT BE CH DE ES FR GB GR IT LI LU NL SE(71) Anmelder: Vogt electronic Aktiengesellschaft
Erlautal 7
D-8391 Erlau/Passau(DE)(72) Erfinder: Schmeller, Anton, Ing. grad.
Am Sonnenhang 17
D-8391 Erlau(DE)
Erfinder: Hartmann, Uwe, Ing. grad.
Passauer Strasse 49
D-8391 Untergriesbach(DE)(74) Vertreter: Hieke, Kurt
Stadlerstrasse 3
D-8013 Haar bei München(DE)(54) **Rotationstransformator.**

(57) Es wird ein Rotationsübertrager vorgeschlagen, bei dem die zur stillstehenden Seite gehörende(n) Wicklung(en) W I und die zur rotierenden Seite gehörende(n) Wicklung (W III) durch den magnetischen Fluß in einem magnetischen Kreis aus einem Kern (1) und einem Luftspalt (3) in bekannter Weise miteinander gekoppelt sind. Bei den bekannten Rotationsübertragern ist der Kern zweiteilig. Die Schnittstelle zwischen den Kernhälften ergibt einen Luftspalt, dessen Breite durch den Abstand zwischen den Kernhälften gegeben ist. Dieser ist toleranzbedingt und unter der Rotation der einen Transformatorseite bezüglich der anderen veränderlich. Demgegenüber schafft die Erfindung durch Verwendung eines nur einteiligen Kernes 1 in Verbindung mit einer besonderen Anordnung der Wicklungen (W I - W III) einen Rotationstransformator mit einem von der Rotation und Fertigungstoleranzen unabhängigen Luftspalt konstanter Breite und ebenso unbeeinflusster Kopplung zwischen den Wicklungen W I - W III. Dadurch kann die Signal- und Energieübertragung von der eine Seite zur anderen von der stehenden Seite her genau gesteuert und geregelt werden.

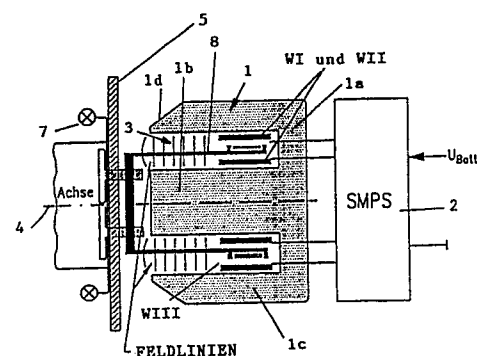


Fig. 1

Europäische Patentanmeldung vom
15. Dezember 1989; Titel: "Rota-
tionstransformator"; Anmelder:
Vogt electronic Aktiengesellschaft,
D-8391 Erlau bei Passau; m.2.:V172EP

EP 0 374 749 A1

Rotationstransformator

Die Erfindung bezieht sich auf einen Rotations-
transformator gemäß dem Oberbegriff des Patent-
anspruchs 1.

Elektrische Leistung kann bekanntlich induktiv
mittels Transformatoren übertragen werden. Die
Gründe für diese Übertragungsart sind vielfältig,
z.B. Leistungsanpassung, Erzeugung beliebiger
Spannungen oder ein Zwang zur galvanischen
Trennung usw..

Der Wunsch zur kontaktlosen Leistungs- oder
Energieübertragung liegt u.a. dort vor, wo Energie
auf sich bewegenden, insbesondere drehenden,
mechanischen Anordnungen benötigt wird. Für die-
sen Fall wurden die Rotationsübertrager gemäß
dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1 in ver-
schiedenster Bauform entwickelt. Allen bekannten
Bauformen gemeinsam liegt folgende Konstruktion
zugrunde:

Der Rotationstransformator ist sowohl magne-
tisch als auch wicklungsmäßig in zwei Teile ge-
trennt. Die eine Hälfte ist der feststehenden und
die andere Hälfte ist der rotierenden Seite des
Systems zugeordnet. Die Schnittstelle ergibt
zwangsläufig einen Luftspalt zwischen den beiden
Kernhälften. Bei dieser Grundkonstruktion müssen
zugunsten der Mechanik elektrische Nachteile hin-
genommen werden. So bewirkt der Luftspalt eine
lose Kopplung, die obendrein noch von der relati-
ven Bewegung (Rotation und/oder Hub) beeinflusst
wird und außerdem mit großen Toleranzen behaftet
ist. Aus diesem Grunde ist eine genaue Überwa-
chung oder Steuerung der benötigten Leistung für
die sich drehende Mechanik auf der feststehenden
Seite nicht möglich.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ei-
nen Rotationstransformator gemäß dem Oberbegriff
des Patentanspruchs 1 zu schaffen, der zum einen
eine sehr feste Kopplung zwischen der ruhenden
und der rotierenden Seite des Systems aufweist
und sich zum anderen dadurch auszeichnet, daß
diese Kopplung von der relativen Bewegung zwi-
schen diesen Seiten (Rotation und/oder Hub) sowie
von den mechanischen Toleranzen zwischen die-
sen Seiten unabhängig ist, so daß die auf der
rotierenden Seite benötigte Leistung und ggf. dort
benötigte oder entstehende Datensignale auf der
stillstehenden Seite des Rotationstransformators
genau überwacht und/oder gesteuert werden kön-
nen.

Die vorgenannte Aufgabe wird durch die im
Patentanspruch 1 genannten Merkmale gelöst.

Bei dem erfindungsgemäßen Rotationstransfor-
mator kann die Einstellung des für die Aussteuer-
barkeit benötigten Luftspalts über die Länge von
Kernabschnitten, die von einem Basisteil vorragen,

schon bei der Bemessung und Herstellung des
Kerns in sehr engen Toleranzgrenzen erfolgen und
nicht erst, wie bei den bekannten Rotationstransfor-
matoren, bei der Montage der verschiedenen Sy-
stemteile mit dabei unvermeidbarer erheblicher To-
leranz. Die Scherung ist so durch einen einzigen
Teil aus magnetisch leitfähigem Material, z.B. Fer-
rit, fest vorgegeben. Hinzu kommt, daß die bei der
Rotation unvermeidbaren relativen Bewegungen
der beiden Seiten in Bezug aufeinander auch in
radialer und in axialer Richtung, keinerlei Einfluß
auf den Luftspalt und den im geschlossenen ma-
gnetischen Kreis über diesen geführten und auf
diesen beschränkten magnetischen Fluß haben,
der die Wicklungen der beiden Systemseiten kop-
pelt. Diese vorstehend genannten Eigenschaften
sind ideal für einen Rotationsübertrager, und zwar
sowohl für den Betrieb, weil es möglich ist, die auf
der rotierenden Seite benötigte Leistung von der
stillstehenden Seite her genau zu überwachen
und/oder zu steuern, als auch für die an die beson-
deren Bedingungen eines speziellen Verwendungs-
zwecks angepaßte Gestaltung, weil Mechanik und
Elektronik unabhängig voneinander optimiert wer-
den können.

Bei dem erfindungsgemäßen Rotationstransfor-
mator kann/können die sich drehende(n) Wicklung-
(en) in die feststehende(n) Wicklung(en) berüh-
rungslos eintauchen. Die Kopplung ist vergleichbar
mit der eines Steckkammsystems und somit sehr
fest. Sie kann nach Bedarf zwischen den Wicklun-
gen unterschiedlich gestaltet werden und ist prak-
tisch toleranzfrei.

Die Unteransprüche haben besonders vorteil-
hafte Ausführungsformen des Rotationstransforma-
tors gemäß Patentanspruch 1 zum Gegenstand.

Die Erfindung wird nachstehend anhand der
Zeichnung an einem Ausführungsbeispiel noch nä-
her erläutert. In der Zeichnung zeigt jeweils in
schematischer Darstellung:

Fig.1 den mechanischen Aufbau des Rota-
tionstransformators im Längsschnitt durch den ein-
teiligen Kern, und

Fig.2 das Blockschaltbild der elektrischen
Schaltung beim Rotationstransformator gemäß Fig.
1.

Der Rotationstransformator gemäß Fig. 1 weist
eine feststehende Primärseite und eine dieser ge-
genüber rotierende Sekundärseite auf.

Zu der feststehenden Primärseite gehören ein
einteiliger Kern (Monokern) 1, zwei Primärwicklun-
gen W I und W II sowie eine elektrische Regel-
und Steuereinrichtung (SPMS) 2 zur Versorgung
der Primärwicklungen W I und W II mit hochfre-
quenter Energie, deren Frequenz im Bereich von

etwa 10-100 kHz oder mehr liegt und die hochgenau steuer- und regelbar ist. Prinzipiell könnte die Regel- und Steuereinrichtung in nicht dargestellter Weise auch so gestaltet werden, daß sie in ihr gebildete oder von anderweitigen Einrichtungen an sie gelieferte elektrische Datensignale zur Sekundärseite überträgt und/oder dort gebildete Datensignale zur Verarbeitung oder Weiterleitung empfängt.

Der Kern 1 ist bei der Ausführung nach Fig. 1 glockenförmig gestaltet und weist einen Basisabschnitt 1a auf, von dem ein zentraler, zylindrischer Abschnitt 1b und ein diesen im Abstand als Mantel coaxial umgebender kreisringförmiger Abschnitt 1c vorragen. Der zentrale vorragende Abschnitt 1b ist unmittelbar an den Basisabschnitt 1a anschließend von den Primärwicklungen W I und W II umgeben. Eine von diesen ist auf den zylindrischen vorragenden Abschnitt 1b aufgeschoben, die andere im Abstand hiervon innen in den kreisringförmigen vorragenden Abschnitt 1c eingeschoben, so daß zwischen den Primärwicklungen W I und W II ein freier ringförmiger Raum vorhanden ist. Die vorragenden Abschnitte 1b und 1c sind über die von den Wicklungen W I-W III belegte Länge hinaus wesentlich verlängert und bilden jenseits dieser Wicklungen einen Luftspalt 3 von genau definierter Breite in Richtung senkrecht zu den vorragenden Abschnitten 1b und 1c. Dieser Luftspalt 3 schließt den mit den Primärwicklungen W I und W II verketeten Magnetkreis außerhalb von diesen so, daß das Magnetfeld, wie in Fig. 1 durch die eingezeichneten Feldlinien angedeutet, praktisch nicht aus dem Kern 1 nach außen dringt, was durch die aus Fig. 1 ersichtliche besondere Abschrägung 1d außen am freien Ende des vorragenden Abschnittes 1c noch begünstigt wird.

Zu der rotierenden Sekundärseite gehören ein bezüglich des Kerns 1 um dessen -die Drehachse 4 bildende- Mittelachse drehbar gelagerter Träger 5 und, darauf fest angeordnet, eine elektrische Verbrauchereinrichtung 6. In der Zeichnung ist zwar nur eine sehr einfache Verbrauchereinrichtung als Beispiel wiedergegeben, doch könnte diese prinzipiell eine Schaltungsanordnung verschiedenster Art sein, die zum Betrieb elektrische Energie benötigt, daneben aber auch Daten empfangen und verarbeiten sowie auch bilden und abgeben kann. Die Verbrauchereinrichtung 6 besteht im Beispiel aus einer Sekundärwicklung W III und einer daran angeschlossenen elektrischen Verbraucherschaltung 7. Die Sekundärwicklung W III umgibt einen coaxial zur Drehachse 4 am Träger 5 befestigten topfförmigen Wicklungsträger 8 bei dessen freiem Ende. Der Wicklungsträger 8 taucht in den freien Raum zwischen den Primärwicklungen W I und W II ein und hält die Sekundärwicklung W III zwischen diesen Primärwicklungen jeweils im Abstand von die-

sen, also berührungslos, in mit diesen übereinander verschachtelter Anordnung vergleichbar mit der eines Steckkammersystems, so daß zwischen den Primärwicklungen W I und W II und der Sekundärwicklung W III eine sehr feste Kopplung erreichbar ist. Die Kopplung kann nach Bedarf zwischen den Wicklungen unterschiedlich gestaltet werden und ist praktisch toleranzfrei. So ist es z.B. möglich, die Kopplung zwischen der verbraucherseitigen Sekundärwicklung W III und der eine Treiber- und Regelwicklung bildenden Primärwicklung W II sehr fest auszulegen und so eine gute Regel- und Steuereinrichtung auf der feststehenden mechanischen Seite zu schaffen, die es ermöglicht, die auf der rotierenden Verbraucherseite benötigte Leistung sowie ggf. vorgesehene Datensignale von der feststehenden Primärseite her genau zu überwachen, zu steuern und zu regeln. Da der Luftspalt 3 durch Vibrationen und anderweitige Bewegungen in Richtung axial und radial zur Drehachse 4 nicht verändert wird, haben solche Bewegungen auch keinen Einfluß auf die Kopplung zwischen den Wicklungen W I, W II und W III, die hochgenau konstant bleibt, so daß die Genauigkeit der Energie- und ggf. Datenübertragung zwischen Primär- und Sekundärseite durch solche Bewegungen nicht beeinflusst wird.

Die Fig. 2 zeigt das Blockschaltbild der primärseitigen elektrischen Regel- und Steuereinrichtung 2 und der sekundärseitigen elektrischen Verbrauchereinrichtung 6, die über die Primärwicklungen W I und W II und die Sekundärwicklung W III mittels des Magnetkreises aus dem Kern 1 und dem Luftspalt 2 miteinander gekoppelt sind.

Bei der primärseitigen Regel- und Steuereinrichtung 2 wird die Primärwicklung W II von einer elektronischen Schaltung 9, die einen Oszillator, einen Regelkreis, einen Steuerkreis, eine Treiberschaltung und eine Schutzschaltung umfaßt und von einer Batterie oder dgl. gespeist wird, als Treiber- und Regelwicklung angesteuert. Die Primärwicklung W I ist eine von der elektronischen Schaltung 9 angesteuerte normale transformatorische Wicklung.

Die an die Sekundärwicklung W III angeschlossene Verbraucherschaltung 7 besteht hier aus zwei mit einem Gleichrichter in Serie liegenden Verbrauchern und einem zu den Verbrauchern parallel geschalteten Kondensator.

Die primärseitige elektrische Regel- und Steuereinrichtung 2 und die sekundärseitige elektrische Verbrauchereinrichtung 6 können, wie bereits dargestellt, auf die verschiedenste Weise gestaltet werden. In jedem Falle wird für die Übertragung über den erfindungsgemäßen Monokernrotationstransformator von der Primärseite auf die Sekundärseite der Bereich hoher Frequenzen gewählt.

Anstelle der oben genannten Glockenform könnte der Kern auch E- oder U-Form mit über die

Wicklungen hinaus wesentlich verlängerten Schenkeln und ggf. außenseitigen Abschrägungen an den freien Enden der äußeren Schenkel aufweisen. In jedem Falle kann der Kern auch mit einer in der Zeichnung nicht dargestellten Bohrung für eine mechanische Drehachse versehen sein, die sich bei dem Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 1 entlang der Drehachse 4 durch den zentralen mittleren vorragenden Abschnitt 1b hindurch erstrecken würde.

Die Wicklungen können in ihrer Anzahl und ihrer Position entsprechend den Anforderungen des jeweiligen speziellen Verwendungszwecks an Kopplung und Elektronik angepaßt ausgelegt werden. Anstelle der in Fig. 1 dargestellten übereinander verschachtelten Anordnung könnte die Lage von Primärwicklung(en) zu Sekundärwicklung(en) auch nebeneinander realisiert werden.

Grundsätzlich ist es natürlich auch möglich, die Primärseite mit der Sekundärseite zu vertauschen, d.h. den Kern rotieren zu lassen und die Speisewicklung der ruhenden Mechanik zuzuordnen.

Das erfindungsgemäße Konzept für einen Rotationstransformator eröffnet eine Reihe bisher nicht bekannter Möglichkeiten elektrischer Leistungs- und Datenübertragung auf sich drehende mechanische Einheiten bzw. ggf. von diesen weg.

Durch Elektronik auf der feststehenden Seite können Spannungs- und Lastschwankungen toleranzarm ausgelegt werden.

Die Regelung gestattet eine dynamische Referenz als Führungsgröße für gezielte Leistungs- und ggf. Datensignalsteuerungen, die ebenfalls auf der ruhenden mechanischen Seite durchgeführt und kontrolliert werden können.

Der Wirkungsgrad der Übertragung ist hoch und toleranzarm (geringe Streuinduktivität). Das magnetische Feld verursacht keinerlei Kraft in axialer Richtung. Die Ausführung ist zudem kostengünstig.

Wie bei anderen Konzepten ist die Leistungsübertragung von der Drehzahl und der Drehrichtung unabhängig. Die Funktion ist auch im Stillstand vorhanden.

Ansprüche

1. Rotationstransformator für Schaltnetzteile aller Arten zur berührungslosen Übertragung von Leistung auf rotierende Agregatteile, wobei die zur stillstehenden Seite gehörende(n) Wicklung(en) (W I, W II) und die zur rotierenden Seite gehörende(n) Wicklung(en) (W III) durch den magnetischen Fluß in einem magnetischen Kreis miteinander gekoppelt sind, der einen von diesen Wicklungen umschlossenen Kern (1) aus magnetischem Material und einen Luftspalt (3) aufweist, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Kern (1) aus einem einzigen Teil

besteht, in dem sowohl die gegenüber dem Kern stillstehende(n) Wicklung(en) (W I, W II) der einen Seite als auch die sich gegenüber dem Kern drehende(n) Wicklung(en) (W III) der anderen Seite angeordnet sind, wobei der Fluß alle Wicklungen (W I-W III) durchsetzt, ohne in den mechanischen Bereich der jeweils anderen, feststehenden bzw. rotierenden Seite außerhalb des Kerns (1) einzudringen, so daß eine Beeinflussung der Übertragung durch die relative Bewegung (Rotation und/oder Hub) zwischen den beiden Seiten ausgeschlossen ist.,

2. Rotationstransformator nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß

a) der Kern (1) so ausgeführt ist, daß er von einem Basisabschnitt (1a) nebeneinander im Abstand vorragende Kernabschnitte (1b, 1c) aufweist, und

b) die Wicklung(en) (W I, W II) der einen Seite einen vorragenden Kernabschnitt (1b) in diesem gegenüber fester Anordnung und die Wicklung(en) (W III) der anderen Seite einen vorragenden Kernabschnitt (1b) in diesem gegenüber drehbarer Anordnung umgeben und die vorragenden Kernabschnitte (1a, 1b) des Kernes (1) über die von der Wicklungsbreite dieser Wicklungen (W I-W III) eingenommene Länge hinaus wesentlich so weit verlängert sind, daß sie zwischen ihren freien Endabschnitten jeweils einen außerhalb dieser Wicklungen gelegenen Luftspalt (3) bilden, über den sich der magnetische Kreis im wesentlichen vollständig schließt.

3. Rotationstransformator nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Wicklung(en) (W I, W II) der einen Seite und die Wicklung(en) (W III) der anderen Seite jeweils denselben vorragenden Kernabschnitt (1b) umgeben.

4. Rotationstransformator nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Kern (1) der feststehenden Seite zugeordnet ist.

5. Rotationstransformator nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Kern (1) der rotierenden Seite zugeordnet ist.

6. Rotationstransformator nach einem oder mehreren der Patentansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet**, daß die feststehende und/oder die rotierende Seite mehrere Wicklungen aufweist/aufweisen.

7. Rotationstransformator nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Wicklungen nebeneinander angeordnet sind.

8. Rotationstransformator nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Wicklungen übereinander angeordnet sind.

9. Rotationstransformator nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Wicklungen koaxial derart angeordnet sind, daß sich die rotierende(n) Wicklung(en) (W III) berührungslos zwischen einer inneren und einer äußeren Wicklung (W I, W II), die gegenüber dem Kern (1) feststehen, befindet/befinden.

5

10. Rotationstransformator nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Kern (1) U-förmig, E-förmig oder glockenförmig konfiguriert ist.

10

11. Rotationstransformator nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, daß ein in der relativen Rotationsachse (4) der beiden Seiten befindlicher Bereich des Kernes (1) eine Bohrung für eine durchgehende mechanische Achse aufweist.

15

12. Rotationstransformator nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, daß die rotierende(n) Wicklung(en) (W III) zu der/den stehenden Wicklung(en) (W I, W II) nach VDE-Vorschriften Netztrennung aufweist/aufweisen.

20

13. Rotationstransformator gemäß einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, **gekennzeichnet durch** die Verwendung des Rotationstransformators zur Übertragung von Datensignalen zwischen der stillstehenden Seite und der rotierenden Seite.

25

30

35

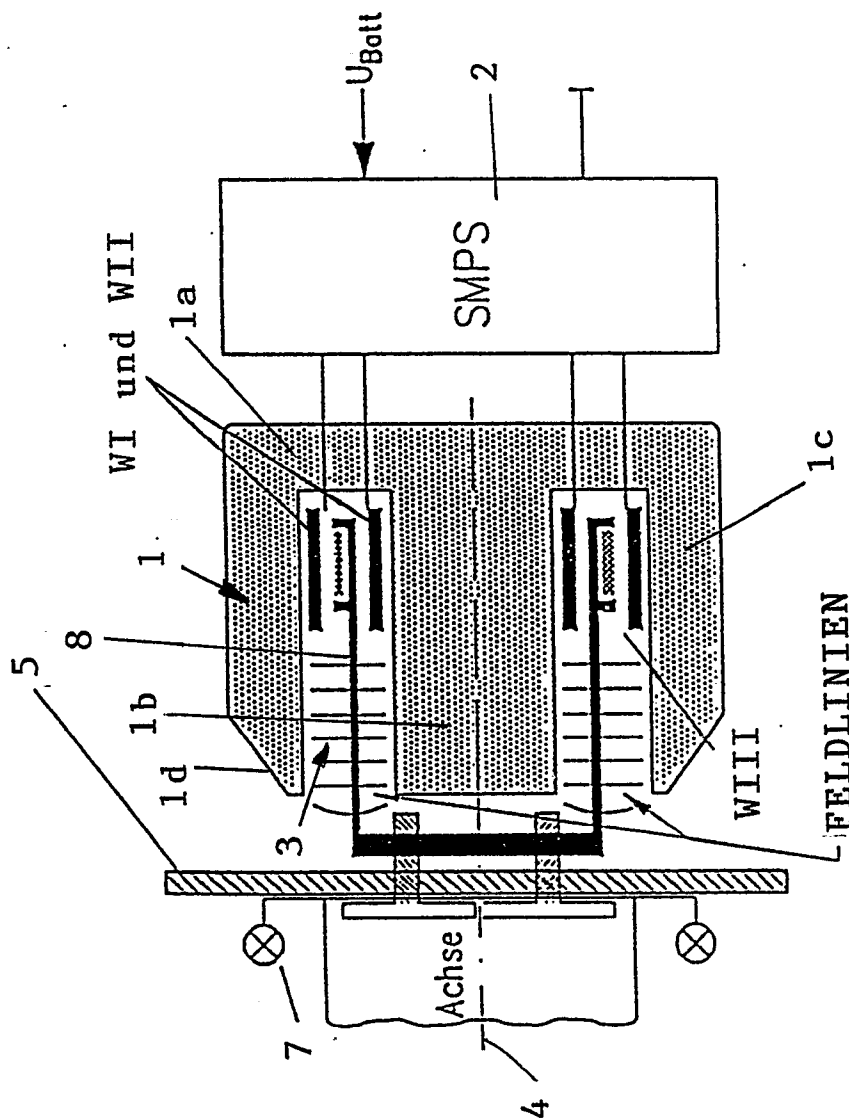
40

45

50

55

5



18.1

Europäische Patentanmeldung vom
15. Dezember 1989; Titel: "Rotationstransformator"; Anmelder:
Vogt electronic Aktiengesellschaft,
D-8391 Erlau bei Passau; m.Z.: V172EP

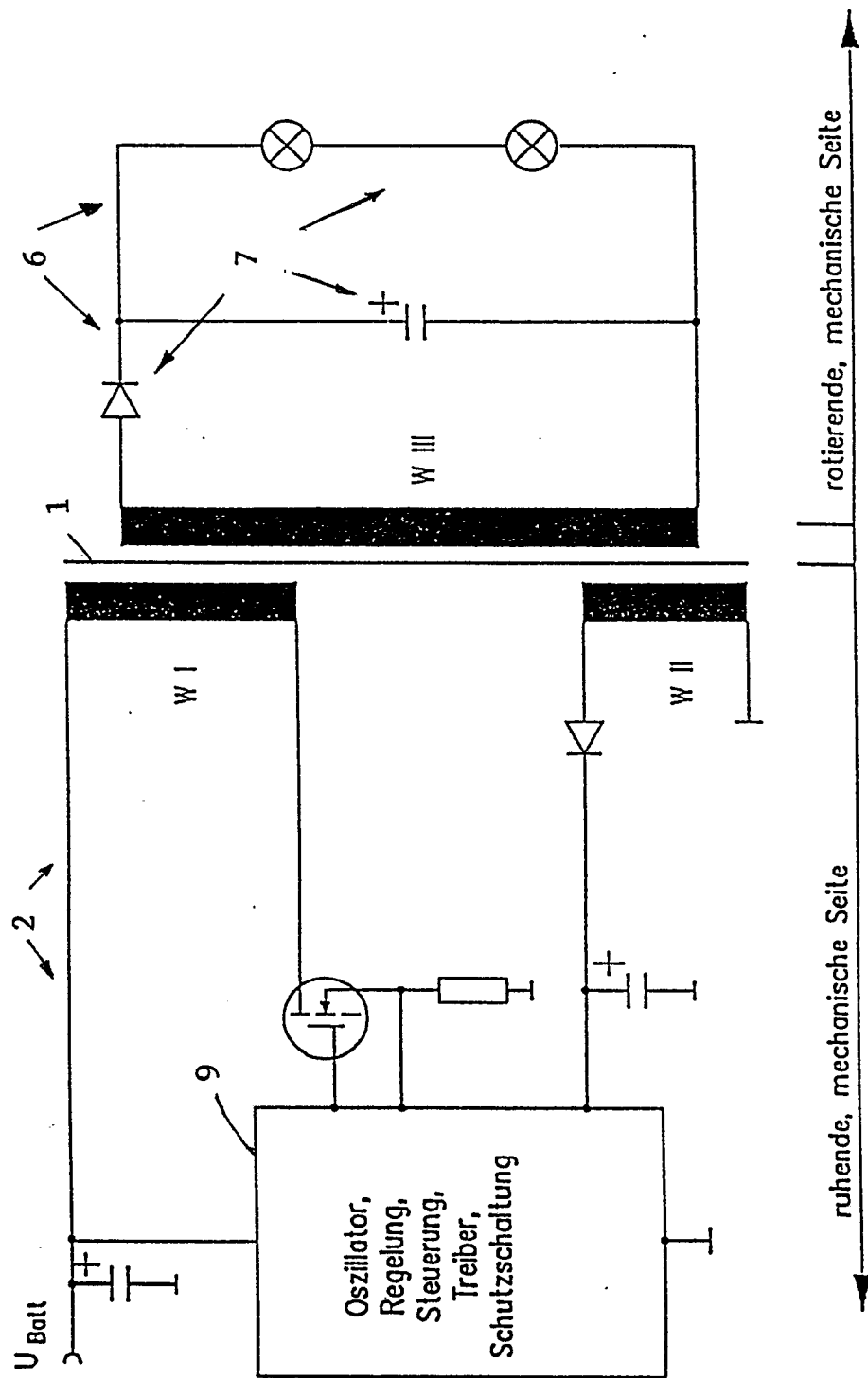


Fig. 2



EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int. Cl.5)
X	US-A-3531749 (S.HIMMELSTEIN AND COMPANY) * Spalte 2, Zeile 43 - Spalte 4, Zeile 10 *	1-4, 7, 8, 10 11-13	H01F31/00 H01F23/00
A	----		
X	US-A-4117436 (THE CHARLES STARK DRAPER LABORATORY, INC.,) * Figuren 4, 10 *	1, 5-9	
A	----		
A	FR-A-2445087 (SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT) ----		
A	EP-A-200313 (SPERRY CORPORATION) ----		
A	US-A-3612995 (DIENESS-HONEYWELL HOLDING GMBH) -----		
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int. Cl.5)
			H01F
Recherchenort	Abschlußdatum der Recherche	Prüfer	
DEN HAAG	14 MAERZ 1990	VANHULLE R.	
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE			
X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur			
T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus andern Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument			