

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
15. Mai 2008 (15.05.2008)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2008/055664 A2

(51) Internationale Patentklassifikation:
H01F 38/14 (2006.01)

GMBH [DE/DE]; Am Hardtanger 10, 82256 Fürstenfeld-
bruck (DE).

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2007/009631

(72) Erfinder; und

(22) Internationales Anmeldedatum:
7. November 2007 (07.11.2007)

(75) Erfinder/Anmelder (*nur für US*): **KRUMME, Nils**
[DE/DE]; Jahnstr. 13a, 82340 Feldafing (DE). **LOHR,**
Georg [DE/DE]; Zweigstrasse 31, 82223 Eichenau (DE).
WEITHMANN, Herbert [DE/DE]; Eversbuschstrasse
112, 80999 München (DE). **BLEY, Michael** [DE/DE];
Dorfstrasse 4, 82290 Landsberied/Babenried (DE).

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2006 052 685.6
7. November 2006 (07.11.2006) DE

(74) **Anwalt: LOHR, Georg**; Patentanwaltskanzlei Dr. Lohr,
Junkersstrasse 3, 82178 Puchheim (DE).

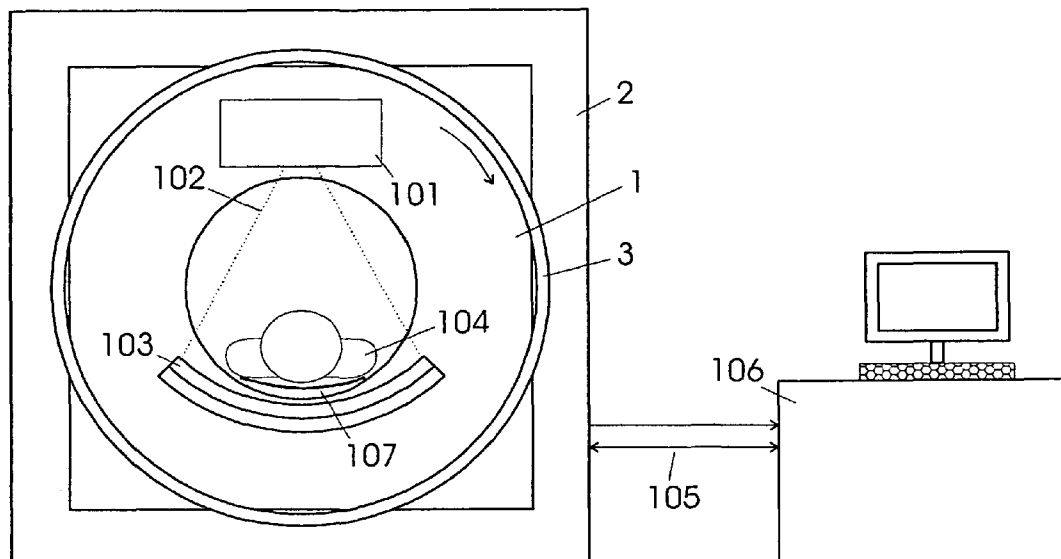
(71) **Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme
von US): SCHLEIFRING UND APPARATEBAU**

(81) **Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart):** AE, AG, AL,
AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA,
CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) **Title:** INDUCTIVE ROTARY JOINT

(54) **Bezeichnung:** INDUKTIVER DREHÜBERTRAGER



(57) **Abstract:** An inductive rotary joint for the non-contacting transmission of electric energy between a stationary and a rotating part comprises a load power generator for producing an alternating voltage or an alternating current which supplies a load with energy by means of a rotary power transformer. A measuring device is used to determine an electrical characteristic variable on the primary side of the power transformer and the state of a second electrical characteristic variable is approximated to the load by means of a functional unit. This approximated value is then used to adjust the power generator.

(57) **Zusammenfassung:** Ein induktiver Drehübertrager zur berührungslosen Übertragung elektrischer Energie zwischen einem stationären und einem rotierenden Teil umfasst einen Leistungsgenerator zur Erzeugung einer Wechselspannung oder eines Wechselstromes, der wiederum mittels eines drehbaren Leistungsübertragers eine Last speist. Mit einer Messeinrichtung wird eine elektrische Kenngröße an der

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2008/055664 A2



ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MT, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

(84) Bestimmungsstaaten (*soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart*): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG,

Veröffentlicht:

— *ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu veröffentlichen nach Erhalt des Berichts*

INDUKTIVER DREHÜBERTRAGER

BESCHREIBUNG

5

Technisches Gebiet

Die Erfindung betrifft einen induktiven Drehübertrager, zur Übertragung elektrischer Leistung zwischen zwei gegeneinander drehbaren Einheiten, insbesondere zum
10 Einsatz in Computertomographen.

Stand der Technik

Kontaktlose, induktive Drehübertrager sind ein vorteilhafter Ersatz für die bekannten mechanischen Schleif-
15 ringe zur Übertragung elektrischer Energie. Bei der induktiven Übertragungstechnik erfolgt die Verkoppelung zwischen drehbaren Einheiten berührungslos durch magnetische Felder. Dies hat gegenüber mechanischen Schleif-
ringen den Vorteil, dass Drehmoment, Verschleiß und
20 somit auch der Wartungsaufwand minimiert wird. Weiterhin wird das Umfeld der Drehübertrager nicht durch Kohlestaub verschmutzt.

Induktive Drehübertrager weisen an jeder der drehbaren
25 Einheiten mindestens eine Wicklung auf. Weiterhin kann sowohl am Rotor als auch am Stator oder auch an beiden Teilen ein Eisenkern oder Ferritkern zur Steuerung des Magnetfeldes vorgesehen sein. Ein Wechselsignal wird in einer Wicklung eines der Teile eingespeist und in einer
30 anderen Wicklung des anderen Teils abgegriffen und einer Last zugeführt. Ein solcher Drehübertrager ist beispielsweise in der DE 29580172 U1 offenbart.

Bei einem galvanisch gekoppelten Schleifring kann auf einfache Weise beispielsweise eine konstante Spannung einer Spannungsquelle in den Schleifring eingespeist
5 und auf der anderen Seite von der Last abgegriffen werden. Aufgrund der niederohmigen galvanischen Verbindung durch den Schleifring entspricht die Ausgangsspannung bis auf geringe Abweichungen der Eingangsspannung. Durch den geringen Widerstand des Schleifrings ergibt
10 sich ein geringfügiger und meist vernachlässigbarer Spannungsabfall in Abhängigkeit vom Laststrom.

Bei induktiv gekoppelten Drehübertragern befindet sich im Übertrager-Ersatzschaltbild der Anordnung eine
15 Streuinduktivität als Serieninduktivität zwischen der Eingangseite und der Lastseite. Diese Streuinduktivität ist abhängig von der eigenen Induktivität des Übertragers und insbesondere vom Koppelfaktor. Gerade bei induktiven Drehübertragern mit großen Abmessungen lässt
20 sich oftmals nur ein geringer Koppelfaktor realisieren, der zudem häufig noch mit der relativen Position der drehbaren Einheiten zueinander schwankt. So nimmt der Koppelfaktor beispielsweise mit steigendem Luftspalt zwischen den gegeneinander drehbaren Eisenkernen ab.
25 Die Streuinduktivität nimmt dann entsprechend zu. Um nun trotz dieser Streuinduktivität eine höhere Leistung über den Drehübertrager übertragen zu können, wird die Streuinduktivität wie eine diskrete Induktivität in geeigneten Schaltungen eingesetzt. Anwendungen wären
30 beispielsweise als Speicherinduktivität oder auch als Resonanzinduktivität. Im Falle einer resonanzinduktivität kann die Induktivität beispielsweise mit einer

Serienkapazität zu einem Serienresonanzkreis oder mit einer Parallelkapazität zu einem Parallelresonanzkreis ergänzt werden. Selbstverständlich können auch komplexere Filterstrukturen realisiert werden. Ein solcher Drehübertrager mit Resonanzkreisen ist beispielsweise in der EP 0 953 225 A offenbart. Problematisch bei derartigen Schaltungen ist, dass immer eine Messeinrichtung auf der Ausgangsseite des Drehübertragers benötigt wird. So variiert in den meisten bekannten Schaltungen mit einer Serieninduktivität wenigstens eine, meist auch mehrere der Ausgangs-Kenngrößen, wie Strom, Spannung oder Leistung mit einer Änderung der Lastimpedanz. Während bei einem kontaktierenden Schleifring vorzugsweise die Last mit einer konstanten Spannung gespeist wird, die problemlos über den Schleifring übertragen werden kann und weitgehend lastunabhängig ist, ändern sich bei einem typischen kontaktlosen Drehübertrager mit einer Serieninduktivität Ausgangsspannung, Ausgangstrom und entsprechend auch die abgegebene Leistung mit einer Änderung der Lastimpedanz. Weiterhin ändert sich die Serieninduktivität durch mechanische Toleranzen während der Bewegung der Teile gegeneinander. Um hier eine gleichmäßige Versorgung der Ausgangsseite zu erreichen und eine Zerstörung der angeschlossenen Komponenten zu verhindern, ist es notwendig, wenigstens eine der elektrischen Kenngrößen an der Ausgangsseite zu regeln. Bei kleinen Leistungen kann ein separater Regler, wie ein Spannungsregler, der beispielsweise als Serienregler oder auch als Schaltregler aufgebaut ist, eingesetzt werden. Bei größeren Leistungen ist auf der Ausgangsseite wenigstens ein Sensor für eine dieser elektrische Größen anzubringen.

Dieser Sensor ermittelt die Größe und signalisiert sie an die Wechsignalquelle auf der Eingangseite. Durch einen Regelverstärker kann nun auf der Eingangseite eine elektrische Kenngröße, wie beispielsweise Strom, Spannung oder auch die Frequenz so geregelt werden, dass eine Versorgung, beispielsweise mit konstanter Spannung sichergestellt ist. Bei konventionellen Schaltnetzteilen ist eine solche Technik bekannt und wird auch regelmäßig eingesetzt. Bei Drehübertragern besteht das Problem, das die Information des Sensors von der Ausgangsseite auf die Eingangseite, also zwischen zwei gegeneinander drehbaren Einheiten übertragen werden muss. Dies erfordert einen weiteren Drehübertrager in umgekehrter Übertragungsrichtung wie der induktive Leistungsübertrager. Eine Lösung des Problems ist beispielsweise in der DE 29580172 U1 als kapazitives Koppellement offenbart. Oftmals steht aber kein mechanischer Bauraum für ein derartiges kapazitives Koppellement zur Verfügung, beziehungsweise ein solches Koppellement wird zur Datenübertragung für andere Daten, wie beispielsweise im Messdaten benötigt und kann somit nicht für die Regelung eingesetzt werden.

Die hier dargestellten Probleme nehmen mizunehmender Größe des Drehübertragers zu. So können bei kompakten Einheiten mit Durchmessern von wenigen Zentimetern noch präzise Lager mit Toleranzen unter 0,1 mm eingesetzt werden. Damit ist beispielsweise ein präziser Luftspalt mit 0,2 mm und einer Schwankung im Bereich von 0,2 mm bis 0,3 mm realisierbar. Bei großen Einheiten, mit Durchmessern größer einem Meter wie sie beispielsweise in Computertomographen eingesetzt werden, liegen die

Toleranzen schon im Bereich von einigen Millimetern, teilweise größer 5 mm. So würde in einem solchen Fall positions- und betriebszustandabhängig der Luftspalt zwischen 1 und 6 mm variieren. Dies führt zu einer
5 wesentlich höheren Streuinduktivität, welche zudem wesentlich stärker schwankt.

Darstellung der Erfindung

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, einen Drehübertrager zur kontaktlosen induktiven Übertragung elektrischer Leistung derart zu gestalten, dass eine Rückkopplung von einem Ausgangsseitigen Sensor für
10 wenigstens eine elektrische Kenngröße zu einer eingangsseitigen Wechselstromquelle nicht mehr benötigt
15 wird.

Erfindungsgemäße Lösungen dieser Aufgabe sind in den unabhängigen Patentansprüchen angegeben. Weiterbildungen der Erfindung sind Gegenstand der abhängigen Ansprüche.
20

Die erfindungsgemäße Vorrichtung umfasst einen Leistungsgenerator 11 zur Erzeugung einer Wechselspannung oder eines Wechselstromes, alternativ eines pulsierenden Gleichstroms. Weiterhin ist ein Leistungsübertrager
25 vorgesehen, welcher eine Primärseite 12 und eine Sekundärseite 21 umfasst. Die Primärseite 12 wird durch einen Leistungsgenerator gespeist, während die Sekundärseite 21 zur Speisung einer Last 22 dient. Primärseite 12 und Sekundärseite 21 sind gegeneinander drehbar angeordnet. So befindet sich die Primärseite 12
30 beispielsweise an einem stationären Teil 2 und die

Sekundärseite 21 an einem rotierenden beziehungsweise rotierbaren Teil 1. Weiterhin ist entsprechend der Erfindung eine Messeinrichtung 15 vorgesehen, welche wenigstens eine elektrische Kenngröße an der Primärseite 12 des Leistungsübertragers ermittelt. Eine solche Kenngröße kann beispielsweise eine Spannung, wie die Spannung an der Primärseite 12, ein Strom wie der Strom in die Primärseite 12, eine Leistung, wie die in der die Primärseite 12 eingespeiste Leistung oder auch ein Phasenwinkel, wie beispielsweise der Phasenwinkel zwischen Strom und Spannung an der Primärseite 12 sein. Entsprechend der Erfindung können auch weitere elektrische Kenngrößen, wie beispielsweise die spektrale Zusammensetzung ermittelt werden. Weiterhin ist eine Funktionseinheit 17 vorgesehen, welche die wenigstens eine elektrische Kenngröße von der Messeinrichtung 15 weiter auswertet und daraus ein Steuersignal für den Leistungsgenerator 11 erzeugt. Mittels dieses Steuersignals wird der Leistungsgenerator 11 derart gesteuert, dass zumindest eine weitere elektrische Kenngröße an der Last 22 näherungsweise konstant ist. Eine solche weitere elektrische Kenngröße kann beispielsweise eine Spannung, wie die Spannung an der Last 22, ein Strom, wie der Strom in die Last 22, eine Leistung, wie die in die Last 22 abgegebene Leistung, oder auch ein Phasenwinkel, wie beispielsweise der Phasenwinkel zwischen Strom und Spannung an der Last 22 sein. Um nun diese weitere elektrische Kenngröße näherungsweise konstant zu halten, weist die Funktionseinheit 17 ein Modell zur Nachbildung der Übertragungsfunktion, das heißt des Zusammenhangs zwischen der wenigstens einen elektrischen Kenngröße an der Last 23 und der wenigstens einen

Kenngröße an der Primärseite 12 auf. Weiterhin weist die Funktionseinheit 17 alle notwendigen Komponenten auf, um einen geschlossenen Regelkreis zu erhalten. Dies bedeutet im Normalfall, dass noch ein Differenz-
5 verstärker vorgesehen ist, der das Ausgangssignal des Modells zur Nachbildung der Übertragungsfunktion mit einem vorgegebenen Sollwert vergleicht und diesen dann verstärkt an den Leistungsgenerator 11 weiter leitet. Der Differenzverstärker kann vorteilhafterweise dem
10 Stand der Technik entsprechend als Proportional-, Proportional/Integral- oder auch Proportional/Integral/Differential-Verstärker ausgelegt sein. In dem besonders einfachen Fall wird von der Funktionseinheit 17 nur ein Steuersignal, beispielsweise für die
15 Leistungsabgabe an den Leistungsgenerator 11 signalisiert. Eine höhere Flexibilität kann aber erreicht werden, wenn mehrere Signale, wie beispielsweise die Leistungsabgabe und die Frequenz an den Leistungsgenerator signalisiert werden. Dies erhöht allerdings die
20 Komplexität der gesamten Anordnung und insbesondere der Funktionseinheit 17.

Insbesondere bei den Elementen Leistungsgenerator 11, Messeinrichtung 15 und dem optionalen Messverstärker 16
25 handelt es sich um funktionale Elemente, wie beispielsweise auch in eine Baugruppe Leistungsgenerator integriert sein können. Anstelle oder zusätzlich zum Messverstärker 15 kann auch noch wahlweise eine analoge und oder digitale Filterung der Messgrößen vorgesehen sein.

30

Vorteilhafterweise ist das Modell eine Kennlinie oder eine Kennlinienschar. Diese Kennlinie oder Kennlinien-

schar kann entsprechend der Anzahl der von der Messeinrichtung 15 gelieferten Eingangsparameter und der an den Regelverstärker 14 abgegebenen Ausgangsparameter auch mehrdimensional sein.

5

In einer besonders vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung erfolgt die Modellierung der Kennlinie aufgrund der Ergebnisse einer Schaltungssimulation, wobei vorzugsweise die Abhängigkeit der Spannung an der Last 22 als Funktion der Schaltfrequenz des Leistungsgenerators 11 und des Stromes in die Primärseite 12 des Leistungsübertragers dargestellt wird.

10

In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung bildet das Modell das Verhalten der Anordnung aufgrund eines vereinfachten Ersatzschaltbildes nach. Hierbei werden vorzugsweise nur die resistiven Anteile der Schalttransistoren und Leitungen, die parasitären Anteile der Wicklungen und Induktivitäten sowie bewusst 20 eingebrachter Widerstände berücksichtigt. Ferner wird das induktive Ersatzschaltbild des Leistungsübertragers mit der Primärseite 12 und der Sekundärseite 13 herangezogen. Schließlich wird noch die Kapazität von eventuell vorhandenen Resonanzkondensatoren berücksichtigt.

25

In einer anderen Ausgestaltung erfolgt die Modellierung aufgrund von wenigstens einer durch Messung gewonnenen Übertragungskennlinie. Es stellt vorteilhafter Weise den Zusammenhang der Abhängigkeit der Ausgangsspannung 30 von der Schaltfrequenz des Leistungsgenerators 11 und dem in die Primärseite 12 des Leistungsübertragers eingespeisten Strom zu der von der Last 22 aufgenomme-

nen Leistung beziehungsweise dem Widerstand der Last 22 dar.

In einer weiteren Ausgestaltung nähert das Modell
5 zumindest einen Bereich der Übertragungsfunktion der Anordnung als lineare Funktion durch eine Gerade an. Dies ist besonders dann sinnvoll, wenn die Last eine bekannte und vorzugsweise begrenzte Dynamik hat. Ist ein minimaler und ein maximaler Lastwiderstand bekannt,
10 so kann meist die Kennlinie vorzugsweise durch eine gerade in diesem Bereich angenähert und optimiert werden.

Eine andere Ausgestaltung sieht ein Modell in Form
15 einer Nachbildung der Übertragungsfunktion durch analoge, passive Bauteile vor. Diese könnten Bauteile mit entsprechenden elektrischen werden der Bauteile im Leistungspfad zwischen Leistungsgenerator 11 und Last 22 sein, wobei deren Belastbarkeit wesentlich geringer
20 sein kann.

Eine andere Ausgestaltung sieht vor, dass das Modell zumindest einen Bereich der Übertragungsfunktion mittels eines Widerstands- und Diodennetzwerks annähert.
25 Ein solches Netzwerk kann beispielsweise in der Beschaltung eines Operationsverstärkers vorgesehen sein.

Alternativ hierzu ist auch eine Annäherung der Übertragungsfunktion mittels eines logarithmischen Verstärkers
30 möglich.

Vorteilhafterweise wird in das Modell auch wenigstens eine mechanische Größe, wie der Abstand zwischen rotierendem Teil 1 und stationärem Teil 2, die Größe des Luftspalts zwischen der Primärseite 12 des Leistungsübertragers und der Sekundärseite 21 des Leistungsübertragers, oder einer Winkelposition zwischen rotierendem Teil 1 und stationärem Teil 2 mit einbezogen, wobei im Letzteren Falle beispielsweise die Übertragungsfunktion durch Summierung verschiedener mechanischer Parameter und Toleranzen positionsabhängig ist. Das Heranziehen einer mechanischen Größe ist besonders sinnvoll, da ein direkter Zusammenhang zwischen der Streuinduktivität und dem Luftspalt, das heißt dem Abstand zwischen der Wicklungen beziehungsweise dem Kern der Primärseite 12 des Leistungsübertragers und der Sekundärseite 21 des Leistungsübertragers besteht. Die Messung einer solchen mechanischen Größe erfolgt vorzugsweise durch einen Weggeber oder Positionencoder, kann aber auch beispielsweise im Falle der Winkelposition durch Zeitmessung der Bewegung ab einem Referenzpunkt ermittelt werden. Ebenso ist eine Messung durch Auswertung der Kapazität zwischen Kondensatorplatten, welche am rotierenden Teil 1 und am stationären Teil 2 angebracht sind, oder der Kapazität zwischen Primärseite und Sekundärseite des Leistungsübertragers möglich. Alternativ kann eine solche mechanische Größe auch durch eine übergeordnete Steuereinheit, welche den kompletten Systemstatus der Anlage, wie beispielsweise eines Computertomographen steuert, signalisiert werden.

Weiterhin ist es vorteilhaft, wenn die Funktionseinheit einen digitalen Rechner, vorzugsweise einen digitalen Signalprozessor aufweist.

- 5 Wahlweise kann das Modell als mathematisches Modell in der Funktionseinheit 17 hinterlegt sein, so dass die Übertragungsfunktion jeweils zur Laufzeit in Abhängigkeit von den Eingangsparametern berechnet wird.
- 10 Wahlweise kann auch das Modell in Form einer Tabelle, mit oder ohne Interpolation, in einem Speicher wie beispielsweise in einem ROM abgelegt sein.

- Eine andere vorteilhafte Ausgestaltung sieht vor, dass
- 15 die Funktionseinheit 17 Mittel zum Einmessen beziehungsweise Einlernen der Modellparameter besitzt. So können beispielsweise die genauen Parameter des Modells in einem speziellen Betriebszustand bei oder vor der Inbetriebnahme der Vorrichtung ermittelt werden. So
- 20 könnte beispielsweise hilfsweise ein Messkabel oder auch eine digitale Datenstrecke zur Messung der Spannung an der Last 22 zur Funktionseinheit 17 geführt werden, so dass diese für verschiedene Zustände des Leistungsgenerators die jeweiligen Zustände an der Last
- 25 ermitteln kann. Weiterhin könnten zusätzlich unterschiedliche Lasten zur Ermittlung der Kennlinie anstelle der Last 22 geschaltet werden. Dieses Einmessen kann beispielsweise ohne Ausführen einer Drehbewegung durch Überbrückung des Drehübertragers mit einem Kabel erfolgen.
- 30 Alternativ kann mit einem Kabel auch eine beschränkte Drehbewegung, beispielsweise um 360° ausgeführt werden, um die Winkelabhängigkeit zu erfassen. Es

könnte auch hilfsweise ein weiterer Drehübertrager angebracht werden, um mehrere Umdrehungen oder einen rotierenden Betrieb zu erfassen.

- 5 Besonders günstig ist es, wenn bestimmte Betriebszustände, wie Kurzschluss oder Leerlauf zur Ermittlung der Parameter herangezogen werden können. Derartige Betriebszustände ergeben sich beispielsweise beim Hochfahren der Schaltung, sie können jedoch auch ge-
10 steuert durch Schalter gezielt herbeigeführt werden (Leerlauf, Kurzschluss). So besteht ein niederohmiger, kurzschlussähnlicher Betriebszustand, wenn die Filterkondensatoren hinter einem Gleichrichter für die Versorgungsspannung der Last 22 noch nicht aufgeladenen
15 sind. Ein hochohmiger Betriebszustand könnte sich einstellen, wenn sich die Last 22 erst mit einer gewissen Zeitverzögerung, oder erst ab einer vorgegebenen Eingangsspannung zuschaltet. Aus diesen Zuständen können weitere Parameter ermittelt werden. Die Ursachen
20 für der Art besondere Betriebszustände können auch gezielt beeinflusst werden, so das diese Betriebszustände für eine längere Zeit, ausreichend zur Messung bestehen. So könnten beispielsweise die Filterkondensatoren vergrößert oder auch eine Zeitverzögerung verlängert werden.
25

Durch zusätzliche weitere Schutzschaltungen kann die Zuverlässigkeit erhöht werden. So kann beispielsweise eine Spannung wie die Spannung an der Last 22 oder eine
30 Spannung an der Primärseite 12 des Leistungsübertragers überwacht werden. Weiterhin ist eine Abschätzung des Wertes der Spannung an der Last 22 unter Zuhilfenahme

der Funktionseinheit 17 möglich. Alternativ hierzu könnte auch ein Signalübertrager 24, 13 für die Spannungsüberwachung eingesetzt werden. Bei Überschreiten eines Grenzwertes kann für den Fall, dass der Leistungsübertrager als Serienresonanzkreis geschaltet ist, ein Kurzschluss der Sekundärseite 21 des Leistungsübertragers erfolgen. Ebenso kann für den Fall, dass der Leistungsübertrager als Parallelresonanzkreises geschaltet ist, die Sekundärseite 21 des Leistungsübertragers von der Last 22 getrennt werden. Besonders günstig ist es in diesem Fall, dass die Last 22 von der Sekundärseite 21 des Leistungsübertragers vollständig getrennt bleibt, bis sich die Kapazitäten in der Anordnung hinreichend entladen haben.

Zur Veranschaulichung des Funktionsprinzips wird hier eine Drehübertragung von einem feststehenden Teil (Stator) auf ein rotierendes Teil (Rotor) erläutert. Ebenso ist auch eine Übertragung zwischen einem rotierenden Teil und einem feststehenden Teil möglich, da dies ohnehin nur eine Frage des Ortsbezugs ist. Weiterhin ist entsprechend der Erfindung auch eine induktive Übertragung zwischen linear gegeneinander beweglichen Teilen realisierbar. Die Erfindung betrifft die induktive Kopplung zwischen gegeneinander beweglichen Teilen in allgemeiner Form und ist unabhängig von der Art der Bewegung dieser Teile gegeneinander. So ist sie nicht nur auf Drehübertrager sondern beispielsweise auch auf lineare Übertrager anwendbar.

Ein erfindungsgemäßer Computertomograph umfasst wenigstens einen induktiven Drehübertrager, wie er oben beschrieben ist.

Beschreibung der Zeichnungen

Die Erfindung wird nachstehend ohne Beschränkung des allgemeinen Erfindungsgedankens anhand eines Ausführungsbeispiels unter Bezugnahme auf die Zeichnung exemplarisch beschrieben.

Figur 1 zeigt in allgemeiner Form schematisch einen Computertomographen

10

Figur 2 zeigt schematisch eine Ausführungsform nach dem Stand der Technik

Figur 3 zeigt schematisch eine erfindungsgemäße Ausführungsform eines kontaktlosen Drehübertragers

Fig. 1 zeigt beispielhaft eine erfindungsgemäße Vorrichtung. Der Computertomograph (CT-Scanner) besteht aus zwei mechanischen Hauptbestandteilen. Ein stationäres Teil 2 dient als Basis und Träger des ganzen Gerätes, in denen sich das rotierende Teil 1 dreht. Der Patient 104 wird auf einer Liege 107 in der Öffnung des rotierenden Teils positioniert. Zur Abtastung des Patienten mittels Röntgenstrahlen 102 ist eine Röntgenröhre 101 sowie ein dieser gegenüberliegend angeordneter Detektor 103 vorgesehen. Röntgenröhre 101 und Detektor 103 sind auf dem rotierenden Teil 1 drehbar angeordnet. Ein Drehübertrager 3 dient zur elektrischen Verbindung zwischen dem rotierenden Teil 1 und dem stationären Teil 2. Hierbei werden einerseits die hohe elektrische Leistung zur Speisung der Röntgenröhre 101 in Richtung des rotierenden Teils 1 und gleichzeitig

die Rohdaten des Bildes in der entgegengesetzten Richtung übertragen. Parallel hierzu ist eine Kommunikation von Steuerinformationen in beiden Richtungen vorgesehen. Eine Auswerte- und Steuereinheit 106 dient zur
5 Bedienung des Computertomographen sowie zur Anzeige der erzeugten Bilder. Die Kommunikation mit dem Computertomographen erfolgt über eine bidirektionale Verbindung 105.

10 Fig. 2 zeigt schematisch einen kontaktlosen Drehübertrager entsprechend dem Stand der Technik. Es wird Energie von einem stationären Teil 2 zu einem rotierenden Teil 1 übertragen. Im stationären Teil 2 befinden sich ein Leistungsgenerator 11, der die Primärseite
15 eines Leistungsübertragers 12 mit einem Wechsignalsignal oder einem pulsierenden Gleichsignal speist. Der Leistungsgenerator ist vorzugsweise ein Schaltverstärker beziehungsweise eine Schaltstufe. Diese weist vorzugsweise eine Halbbrücken- oder Vollbrückenschaltung,
20 vorzugsweise mit IGBTs oder MOSFets auf. Die Versorgung dieser Stufe erfolgt vorzugsweise aus dem Wechselspannungsnetz, beispielsweise über einen Gleichrichter, bevorzugt über eine Leistungsfaktorkorrekturschaltung.

25 Die Primärseite 12 des Leistungsübertragers ist magnetisch mit der Sekundärseite 21 des Leistungsübertragers zur Speisung der Last 22 verkoppelt. Ein Messverstärker ermittelt vorbestimmte Messgrößen, die die Last beziehungsweise einen Betriebszustand der Last charakteri-
30 sieren. Eine solche Messgröße ist beispielsweise die an der Last anliegende Spannung oder der durch die Last fließende Strom. Typischerweise wird eine Last 22 mit

Gleichstrom versorgt. Aus diesem Grunde ist zwischen Last 22 und der Sekundärseite 21 des Leistungsübertragers ein Gleichrichter mit optionaler Glättungs- und optionaler Regelschaltung vorgesehen. In diesem Falle
5 wäre die Messgröße eine Gleichspannung an der Last oder ein Gleichstrom durch die Last.

Das Ausgangssignal des Messverstärkers 23 wird mittels eines Signalübertragers mit einer Primärseite 24 und
10 einer Sekundärseite 13 an einen Regelverstärker 14 zur Ansteuerung des Leistungsgenerators 11 übermittelt. Der Regelverstärker 14 vergleicht die Eingangsgröße, das heißt die mittels des Messverstärker 23 gemessene Messgröße mit einem Sollwert und stellt ein Differenz-
15 signal an seinem Ausgang zur Verfügung. Durch diese Anordnung ergibt sich eine geschlossene Regelschleife, die eine Messgröße der Last, wie beispielsweise die Spannung an der Last oder den Strom durch die Last konstant hält. Anstelle der zuvor beschriebenen Mess-
20 größe sind selbstverständlich auch mehrere Messgrößen zur Regelung heranziehbar. Entsprechend sind auch mehrere Signalübertrager notwendig. Alternativ kann ein Signalübertrager im Multiplexverfahren betrieben werden. Nachteilig an dieser Anordnung ist, dass ein
25 zusätzlicher Signalübertrager benötigt wird.

Fig. 3 zeigt schematisch einen erfindungsgemäßen Drehübertrager. Im Leistungspfad befindet sich auf der Primärseite ein Leistungsgenerator 11 zur Erzeugung
30 eines hochfrequenten Wechsignals oder eines pulsierenden Gleichsignals, welches in die Primärseite 12 des Leistungsübertragers eingespeist wird. Zwischen dem

Leistungsgenerator und der Primärseite ist eine Messeinrichtung 15 vorgesehen. Diese Messeinrichtung ermittelt wenigstens eine, vorteilhafterweise mehrere elektrische Kenngrößen des Signals. So kann beispielsweise
5 der Strom in die Primärseite 12 des Leistungsübertragers, die Spannung an der Primärseite 12 des Leistungsübertragers, ein Phasenwinkel oder eine andere Größe ermittelt werden. Die eine oder mehrere der ermittelten Größen werden über einen Messverstärker 16 weiter
10 verstärkt und einer Funktionseinheit 17 zugeführt. Diese stellt wiederum ein Stellsignal für den Leistungsgenerator 11 zur Verfügung. Erfindungsgemäß steuert die Funktionseinheit 17 in Abhängigkeit von den Messgrößen den Leistungsgenerator. Hierzu besitzt sie
15 ein Funktionsmodell der Übertragungsfunktion der Last transformiert auf die Primärseite 12 des Leistungsübertragers. Dieses Funktionsmodell leitet die Übertragungsfunktion der Last in Abhängigkeit von verschiedenen gemessenen Parametern her. So könnte beispielsweise
20 durch das Funktionsmodell die an der Last anliegende Spannung in Abhängigkeit von der durch die Messeinrichtung 15 gemessenen Spannungs- beziehungsweise Stromwerte abgeschätzt werden. Ebenso könnte auch der in die Last fließende Strom oder die von der Last aufgenommene
25 Leistung abgeschätzt werden.

Auf der Lastseite wird eine Last 22 durch die Sekundärseite 21 des Leistungsübertragers gespeist.

Bezugszeichenliste

	1	Rotierendes Teil
	2	Stationäres Teil
5	3	Drehübertrager
	11	Leistungsgenerator
	12	Leistungsübertrager (Primärseite)
	13	Signalübertrager (Sekundärseite)
	14	Regelverstärker
10	15	Messeinrichtung
	16	Messverstärker
	17	Funktionseinheit
	21	Leistungsübertrager (Sekundärseite)
	22	Last
15	23	Messverstärker
	24	Signalübertrager (Primärseite)
	101	Röntgenröhre
	102	Röntgenstrahlung
	103	Detektor
20	104	Patient
	105	bidirektionale Verbindung
	106	Auswerte- und Steuereinheit
	107	Patientenliege

PATENTANSPRÜCHE

1. Induktiver Drehübertrager zur berührungslosen Ü-
bertragung elektrischer Energie zwischen einem
stationären und einem rotierenden Teil, umfassend
einen Leistungsgenerator (11) zur Erzeugung einer
Wechselspannung oder eines Wechselstromes,
einen induktiven Leistungsübertrager umfassend ei-
ne Primärseite (12) und eine Sekundärseite (21),
wobei die Primärseite durch den Leistungsgenerator
(11) gespeist wird und die Sekundärseite (21) zur
Speisung einer Last (22) dient,
dadurch **gekennzeichnet**, dass
eine Messeinrichtung (15) vorgesehen ist, welche
zumindest eine elektrische Kenngröße, wie eine
Spannung, einen Strom, ein Phasenwinkel der von
dem Leistungsgenerator (11) in die Primärseite
(12) des Leistungsübertragers eingespeisten elekt-
rischen Energie ermittelt, und
eine Funktionseinheit (17) vorgesehen ist, welche
unter Zuhilfenahme der zumindest einen elektri-
schen Kenngröße den Leistungsgenerator (11) derart
steuert, dass zumindest eine weitere elektrische
Kenngröße an der Last (22), wie eine Spannung, ei-
nen Strom, ein Phasenwinkel näherungsweise kon-
stant gehalten wird, wobei die Funktionseinheit
(17) ein Modell zur Nachbildung der Übertragungs-
funktion, das heißt des Zusammenhangs zwischen der
beziehungsweise den elektrischen Kenngrößen an der
Last (23) und der beziehungsweise den elektrischen
Kenngrößen an der Primärseite (12) aufweist.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1,
dadurch **gekennzeichnet**, dass
das Modell eine Kennlinie oder eine Kennlinien-
schar ist, welche entsprechend der Anzahl der von
5 der Messeinrichtung (15) gelieferten Eingangspara-
meter und der an den Regelverstärker (14) abgege-
benen Ausgangsparameter auch mehrdimensional sein
kann.

10

3. Vorrichtung nach Anspruch 2,
dadurch **gekennzeichnet**, dass
die Kennlinie aufgrund der Ergebnisse einer Schal-
tungssimulation erzeugt wurde, wobei die Kennlinie
15 vorzugsweise die Abhängigkeit der Spannung an der
Last (22) als Funktion der Schaltfrequenz des
Leistungsgenerators (11) und des Stromes in die
Primärseite (12) des Leistungsübertragers be-
schreibt.

20

4. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprü-
che,
dadurch **gekennzeichnet**, dass
das Modell das Verhalten der Anordnung unter der
25 Annahme eines vereinfachten Ersatzschaltbildes
nachbildet.

25

5. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprü-
che,
30 dadurch **gekennzeichnet**, dass
das Modell auf wenigstens einer durch Messung ge-
wonnenen Übertragungskennlinie basiert.

30

6. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch **gekennzeichnet**, dass
5 das Modell zumindest einen Bereich der Übertragungsfunktion als lineare Funktion durch eine Gerade annähert.
7. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
10 dadurch **gekennzeichnet**, dass
das Modell eine Nachbildung der Übertragungsfunktion durch analoge, passive Bauteile aufweist.
8. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
15 dadurch **gekennzeichnet**, dass
das Modell zumindest einen Bereich der Übertragungsfunktion mittels eines Widerstands- und Diodennetzwerks annähert.
20
9. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch **gekennzeichnet**, dass
25 das Modell zumindest einen Bereich der Übertragungsfunktion mittels eines logarithmischen Verstärkers annähert.

10. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch **gekennzeichnet**, dass
das Modell auch wenigstens eine mechanische Größe,
5 wie der Abstand zwischen rotierendem Teil (1) und stationärem Teil (2), die Größe des Luftspalts zwischen der Primärseite (12) des Leistungsübertragers und der Sekundärseite (21) des Leistungsübertragers, oder einer Winkelposition
10 zwischen rotierendem Teil (1) und stationärem Teil (2) einbezieht.
11. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
15 dadurch **gekennzeichnet**, dass die Funktionseinheit einen digitalen Rechner, vorzugsweise einen digitalen Signalprozessor aufweist.
- 20 12. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch **gekennzeichnet**, dass das Modell als mathematisches Modell in der Funktionseinheit (17) hinterlegt ist und die Übertragungsfunktion zur Laufzeit berechnet wird.
25
13. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch **gekennzeichnet**, dass
30 das Modell als Tabelle in einem Speicher abgelegt ist.

14. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch **gekennzeichnet**, dass
die Funktionseinheit (17) Mittel zum Einmessen beziehungsweise Einlernen der Modellparameter aufweist.

15. Computertomograph umfassend einen induktiven Drehübertrager nach einem der vorhergehenden Ansprüche.

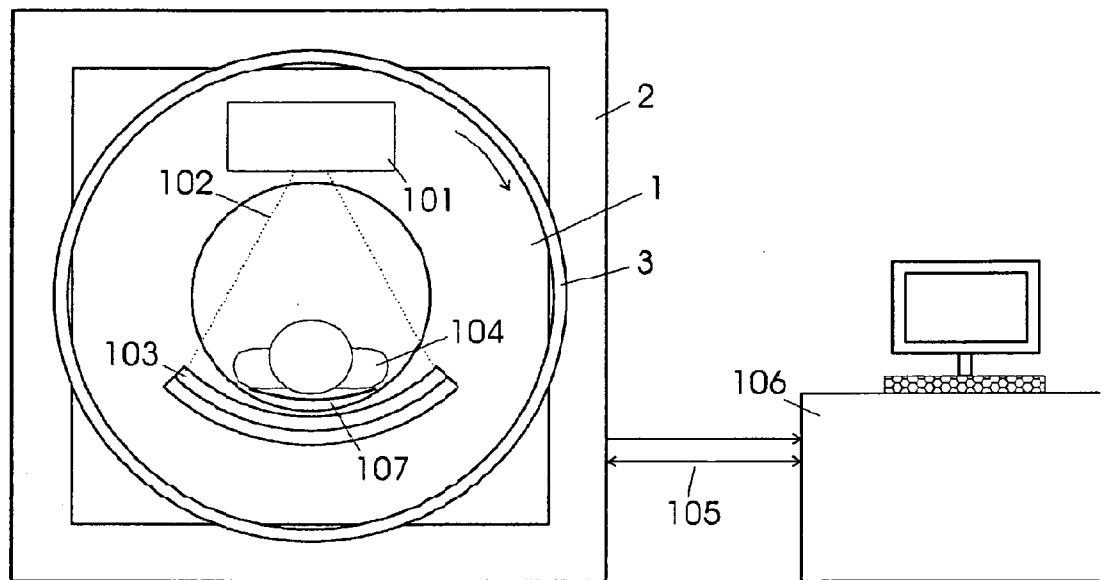
Fig. 1

Fig. 2

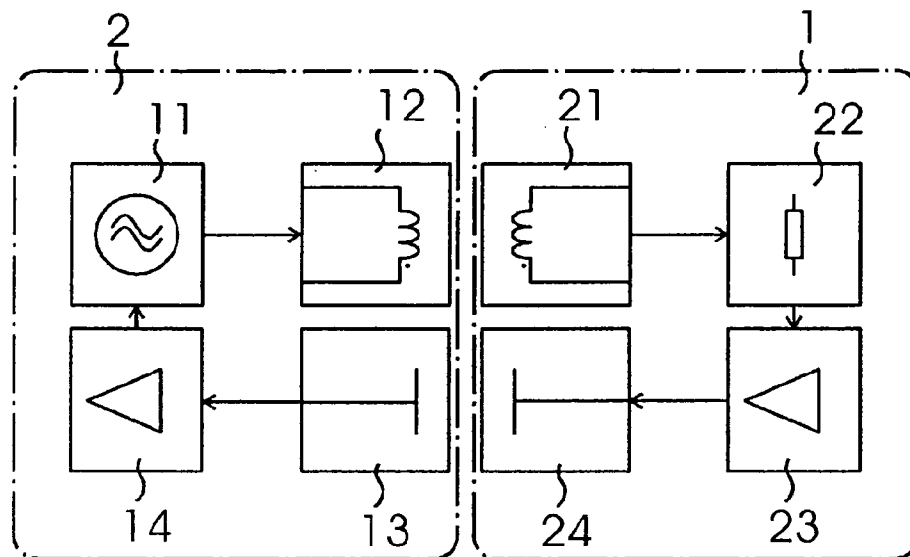


Fig. 3

