

(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
22. März 2001 (22.03.2001)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 01/20745 A1

(51) Internationale Patentklassifikation⁷: H02J 3/01, 3/18

(74) Anwalt: KLINGHARDT, Jürgen; Eisenführ, Speiser & Partner, Martinistrasse 24, 28195 Bremen (DE).

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP00/08745

(22) Internationales Anmeldedatum:
7. September 2000 (07.09.2000)

(81) Bestimmungsstaaten (*national*): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CR, CU, CZ, DK, DM, DZ, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NO, NZ, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SI, SK, SL, TJ, TM, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VN, YU, ZA, ZW.

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
199 43 847.1 13. September 1999 (13.09.1999) DE
100 20 635.2 27. April 2000 (27.04.2000) DE

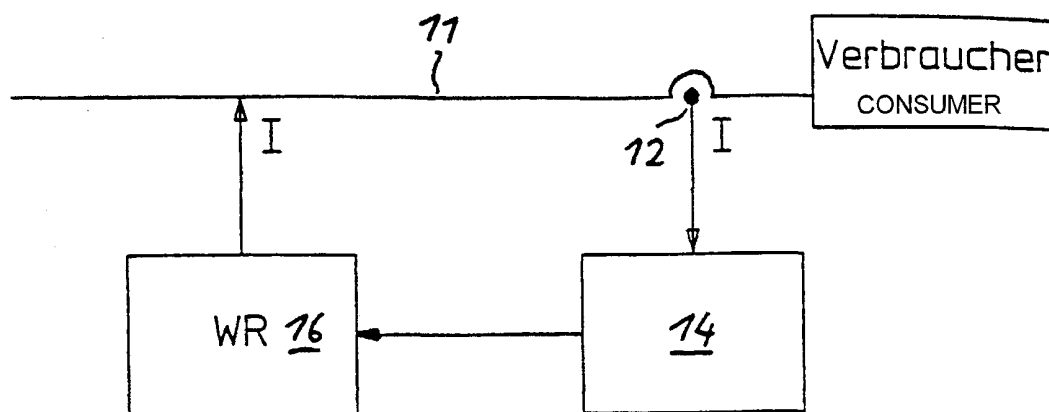
(84) Bestimmungsstaaten (*regional*): ARIPO-Patent (GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZW), eurasisches Patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE), OAPI-Patent (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

(71) Anmelder und
(72) Erfinder: WOBEN, Aloys [DE/DE]; Argestrasse 19, 26607 Aurich (DE).

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

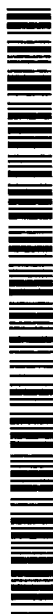
(54) Title: METHOD FOR CONTROLLING THE REACTIVE POWER AND DEVICE FOR GENERATING ELECTRICAL ENERGY IN AN ELECTRICAL NETWORK

(54) Bezeichnung: VERFAHREN ZUR LINDLEISTUNGSREGELUNG SOWIE VORRICHTUNG ZUR ERZEUGUNG ELEKTRISCHER ENERGIE IN EINEM ELEKTRISCHEN NETZ



(57) Abstract: The invention relates to a method for controlling the reactive power in an electrical network during which electrical power is generated by an electric generator that is preferably driven by the rotor of a wind power plant, and the electrical power is accordingly modulated with the aid of a compensation device which is arranged between the generator and the network and which is provided for compensating reactive power. The invention also relates to a device for generating electrical energy in an electrical network comprising an electric generator that is preferably driven by the rotor of a wind power plant. Said device also comprises a compensation device which is arranged between the generator and the network and which is provided for compensating reactive power. The invention is characterized in that the compensation device is controlled in such a manner that the electrical power output to the consumer has a reactive power portion that, with regard to its phase, amplitude and/or frequency, is adapted to the consumer in order to compensate the reactive power in the consumer.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]



WO 01/20745 A1

**Veröffentlicht:**

— Mit internationalem Recherchenbericht.

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes, und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Blindleistungsregelung in einem elektrischen Netz, bei welchem elektrische Leistung von einem, vorzugsweise vom Rotor einer Windenergieanlage angetriebenen, elektrischen Generator erzeugt und mit Hilfe einer zwischen Generator und Netz vorgesehenen Kompensationseinrichtung zur Kompensation von Blindleistung entsprechend moduliert wird, sowie eine Vorrichtung zur Erzeugung elektrischer Energie in einem elektrischen Netz, mit einem, vorzugsweise vom Rotor einer Windenergieanlage angetriebenen, elektrischen Generator und einer zwischen Generator und Netz vorgesehenen Kompensationseinrichtung zur Kompensation von Blindleistung. Das Besondere der Erfindung besteht darin, dass die Kompensationseinrichtung so geregelt wird, dass die an den Verbraucher abgegebene elektrische Leistung einen Blindleistungsanteil aufweist, der hinsichtlich seiner Phase, Amplitude und/oder Frequenz an den Verbraucher angepasst ist, um die Blindleistung in dem Verbraucher zu kompensieren.

Verfahren zur Blindleistungsregelung sowie Vorrichtung zur Erzeugung elektrischer Energie in einem elektrischen Netz

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Blindleistungsregelung in einem elektrischen Netz, bei welchem elektrische Leistung von einem, vorzugsweise vom Rotor einer Windenergieanlage angetriebenen, elektrischen Generator erzeugt und mit Hilfe einer zwischen Generator und Netz vorgesehenen Kompensationseinrichtung zur Kompensation von Blindleistung entsprechend moduliert wird. Die Erfindung betrifft ferner eine Vorrichtung zur Erzeugung elektrischer Energie in einem elektrischen Netz, mit einem, vorzugsweise vom Rotor einer Windenergieanlage angetriebenen, elektrischen Generator und einer zwischen Generator und Netz vorgesehenen Kompensationseinrichtung zur Kompensation von Blindleistung.

Viele am elektrischen Netz angeschlossene Verbraucher benötigen induktive Blindleistung. Zur Kompensation eines solchen induktiven Blindleistungsanteils können Kondensatoren verwendet werden, die auch als Phasenschieberkondensatoren bezeichnet werden, deren kapazitiver Blindwiderstand etwa so groß ist wie

der induktive Blindwiderstand. Eine vollständige Kompensation der induktiven Blindleistung mit Hilfe von Phasenschieberkondensatoren ist in der Praxis gerade bei hohen Leistungsschwankungen aber nicht möglich. Ferner ist nachteilig, dass die benötigten Phasenschieberkondensatoren, die häufig zu sogenannten Kondensatorbatterien zusammengefasst sind, die im übrigen viel Platz benötigen, sich negativ auf die Stabilität des elektrischen Netzes auswirken.

Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht darin, die zuvor erwähnten Nachteile des Standes der Technik zu vermeiden und die Blindleistung in einem elektrischen Netz auf einfache Weise zu kompensieren.

Diese Aufgabe wird bei einem Verfahren und einer Vorrichtung der eingangs genannten Art dadurch gelöst, dass die Kompensationseinrichtung so geregelt wird, dass die an den Verbraucher abgegebene elektrische Leistung einen Blindleistungsanteil aufweist, der hinsichtlich seiner Phase, Amplitude und/oder Frequenz an den Verbraucher derart angepasst ist, um die Blindleistung in dem Verbraucher zu kompensieren.

Erfindungsgemäß wird mit Hilfe der Kompensationseinrichtung eine Blindleistung 'erzeugt', die in der Lage ist, die Blindleistung in dem Verbraucher zu kompensieren. Beispielsweise kann mit Hilfe der erfindungsgemäßen Kompensationseinrichtung ein kapazitiver Blindleistungsanteil erzeugt werden, der an den vom Verbraucher benötigten induktiven Blindleistungsanteil so angepasst ist, dass er den induktiven Blindleistungsanteil im Verbraucher im wesentlichen vollständig kompensiert. Der Vorteil der Erfindung besteht somit im wesentlichen darin, dass eine Regelung zur Verfügung gestellt wird, die insbesondere auf häufig auftretende hohe Leistungsschwankungen schnell reagiert, so dass die vollständige Blindleistungskompensation im wesentlichen erhalten bleibt. Demnach kann wahlweise induktive oder kapazitive Blindleistung in das elektrische Netz eingespeist werden, was erfindungsgemäß durch die Regelung der Kompensationseinrichtung realisiert wird.

Mit Hilfe der erfindungsgemäßen Regelung ist es dabei vorzugsweise auch möglich, dass die abgegebene elektrische Leistung eine Frequenz aufweist, die der Frequenz des Verbrauchers entspricht oder auch ein Vielfaches der Verbraucherfrequenz darstellt. Im ersteren Fall kann demnach Blindleistung mit der Frequenz des Verbrauchers oder der Netzfrequenz des elektrischen Netzes geliefert werden. Im letzteren Fall kann beispielsweise nach Wunsch Oberschwingungsblindleistung in das elektrische Netz eingespeist werden. Beispielsweise kann die fünfte Oberschwingung mit einer Frequenz von 250 Hz als kapazitive Oberschwingung in das Netz eingespeist werden. Diese kompensiert dann die Oberschwingungsblindleistung von elektrischen Verbrauchern, die an das elektrische Netz angeschlossen sind, wie beispielsweise Fernseher, Energiesparlampen usw..

Zweckmäßigerweise weist die Kompensationseinrichtung einen Wechselrichter auf, mit dem sich Phase, Amplitude und/oder Frequenz der Spannungs- und/oder Stromverläufe besonders einfach einstellen bzw. regeln lassen, um einen Blindleistungsanteil zu erzeugen, der geeignet ist, die Blindleistung in dem Verbraucher entsprechend zu kompensieren.

Vorzugsweise weist die Kompensationseinrichtung eine Messeinrichtung zur Erfassung der Spannungs- und/oder Stromverläufe im elektrischen Netz, vorzugsweise am Einspeisepunkt, auf. Bei einer Weiterbildung der Ausführung bei welcher die Kompensationseinrichtung einen Wechselrichter enthält, steuert die Kompensationseinrichtung in Abhängigkeit von den Messergebnissen der Messeinrichtung den Wechselrichter.

Die vom elektrischen Generator erzeugte Spannung wird vorzugsweise unter entsprechender Anpassung des Blindleistungsanteiles in der an den Verbraucher abgegebenen elektrischen Leistung im wesentlichen auf einem vorgegebenen Sollwert geregelt. Dabei kann die Anpassung des Blindleistungsanteiles durch entsprechende Steuerung des Leistungsfaktors ($\cos\phi$) oder der Phase des vom elektrischen Generator abgegebenen Stromes stattfinden. Wenn der elektrische

Generator über eine Leitung und/oder einen Transformator an ein elektrisches Netz angeschlossen ist, wird zweckmäßigerweise die vom elektrischen Generator erzeugte Spannung so geregelt, dass deren Betrag in der Größenordnung des Betrages der Netzspannung liegt oder diesem entspricht. Dadurch werden unerwünscht hohe oder niedrige Spannungen generatorseitig vermieden. Üblicherweise ist die Netzspannung im wesentlichen konstant, wenn es sich um ein im wesentlichen starres Netz handelt.

Nachfolgend werden bevorzugte Ausführungsbeispiele der Erfindung anhand der beiliegenden Zeichnungen näher erläutert. Es zeigen:

Figuren 1 bis 4	verschiedene Spannungs- und Stromverläufe;
Figur 5	den Oberschwingungsanteil aus dem Stromverlauf von Figur 4;
Figur 6	schematisch einen Netzausläufer, an dem eine Windenergieanlage und Verbraucher angeschlossen sind;
Figur 7	ein Ersatzschaltbild einer elektrischen Leitung;
Figur 8	ein Ersatzschaltbild eines elektrischen Netzes mit einem Transformator und einer elektrischen Freileitung (a), an die ein elektrischer Generator einer Windenergieanlage angeschlossen ist, sowie verschiedene Betriebszustände darstellende Zeigerdiagramme (b bis e);
Figur 9	ein schematisches Schaltbild einer Anordnung zur Kompensation von Oberschwingungsströmen in einer Stichleitung; und
Figur 10	ein schematisches Schaltbild einer Anordnung zur Kompensation von Oberschwingungsströmen in einem elektrischen Netz.

Das Auftreten von Grundschiebungsbindleistungen in einem elektrischen Netz ist schon sehr lange bekannt. Die Figuren 1 bis 3 zeigen verschiedene Spannungs- und Stromverläufe.

In Figur 1 ist ein Fall dargestellt, in dem keine Blindleistung auftritt, d.h. Spannung U und Strom I sind nicht phasenverschoben. Der Strom eilt weder der Spannung vor noch nach. Es ist also keine Grundschiebungsbindleistung vorhanden.

Figur 2 zeigt den Fall, in dem der Strom I zeitlich der Spannung U nacheilt. Hierbei wird induktive Blindleistung benötigt, was bei den meisten elektrischen Verbrauchern der Fall ist, da sie - wie beispielsweise Elektromotoren - Induktivitäten aufweisen.

Figur 3 zeigt den Fall, in dem der Strom I zeitlich der Spannung U vorseilt. Hierbei wird kapazitive Blindleistung benötigt.

In Figur 6 ist eine Anordnung dargestellt, bei welcher eine Windenergieanlage 2 an einem Netzausläufer angeschlossen ist. Vom Anfang (Punkt A) bis zum Ende (Punkt E) des Netzausläufers bzw. der elektrischen Leitung 4 sind Verbraucher 6 angeschlossen. Wenn die Windenergieanlage 2 nicht in das Netz einspeist, fällt die Spannung vom Anfang (Punkt A) bis zum Ende (Punkt E) der Leitung 4 immer mehr ab; die Spannung an dem Punkt E und diesem nächstliegenden letzten Verbraucher 6 ist somit kleiner als an dem Punkt A und dem diesem Punkt A nächstliegenden ersten Verbraucher 6 an dieser elektrischen Leitung 4. Wenn nun die Windenergieanlage 2 oder ein größerer Windpark am Ende der elektrischen Leitung 4 bei Punkt E in Figur 6 angeschlossen wird und Strom in die elektrische Leitung 4 einspeist, steigt die Anschlussspannung am Punkt E der elektrischen Leitung 4 extrem an. Nun stellt sich die Situation umgekehrt als im Fall ohne am Ende der elektrischen Leitung 4 angeschlossener Windenergieanlage 2 dar.

Für den Fall, dass die elektrische Leitung als freie Leitung (kein Erdkabel) vorgesehen ist, stellt eine solche Leitung im wesentlichen tatsächlich eine Induktivität dar. Demgegenüber stellen Erdkabel in der Regel eine gedämpfte Kapazität dar. Hierzu wird auf das in Figur 7 dargestellte Ersatzschaltbild einer Leitung verwiesen.

Mit Hilfe einer Blindleistungsregelung an der Windenergieanlage kann die Spannung am Einspeisepunkt (Punkt E gemäß Figur 6) geregelt werden. Hierzu wird vorzugsweise ein Wechselrichter verwendet.

In Figur 8a ist ein Ersatzschaltbild gezeigt, wonach der elektrische Generator 3 der Windenergieanlage 2 über eine Leitung und einen Transformator an ein (nicht näher dargestelltes) elektrisches Netz angeschlossen ist, bei welchem es sich üblicherweise um ein starres Netz handelt. In den Figuren 8b bis e sind Zeigerdiagramme zu verschiedenen Betriebszuständen dargestellt. Im Fall A gemäß Figur 8b speist der Generator 3 der Windenergieanlage 2 nur Wirkleistung in das elektrische Netz 10; man erkennt sofort, dass die Spannung U_{Leitung} am Einspeisepunkt/Punkt E höher ist als die Spannung U_{Netz} am Punkt A. Im Fall B gemäß Figur 8c wird ein Anteil an induktiver Blindleistung zusätzlich zur Wirkleistung eingespeist, und man erkennt, dass die Spannungen U_{Leitung} und U_{Netz} am Ende gemäß Punkt E und am Anfang gemäß Punkt A gleich groß sind. Der Fall C gemäß Figur 8d zeigt demgegenüber, dass zuviel induktive Blindleistung eingespeist wird; dies hat zur Folge, dass die Spannung U_{Leitung} am Punkt E zu niedrig wird. Der Fall D gemäß Figur 8e zeigt die Situation, wenn überhöhte kapazitive Blindleistung eingespeist wird; folglich steigt die Spannung U_{Leitung} am Einspeisepunkt/Punkt E gegenüber der Spannung U_{Netz} sehr stark an. Letzteres muss unbedingt vermieden werden.

Zur Blindleistungskompensation wird ein (nicht dargestellter) Wechselrichter zwischen dem Generator 3 und dem Punkt E gemäß Figur 8a geschaltet. Die Funktion eines solchen Wechselrichters besteht nun darin, exakt einem vorgegebenen Spannungswert zu folgen, indem der $\cos \phi$ des Ausgangsstromes entsprechend schnell und dynamisch geregelt wird.

Außerdem treten im elektrischen Netz Oberschwingungsblindleistungen auf. Immer mehr elektrische Verbraucher nämlich benötigen einen Strom, der Oberschwingungen enthält, oder erzeugen im elektrischen Netz Oberschwingungen, wie z.B. Fernsehgeräte, die am Eingang einen Gleichrichter besitzen, oder Industriebetriebe, die geregelte Stromrichter-Antriebe betreiben. Figur 4 zeigt einen Fall, bei dem Oberschwingungsblindleistung benötigt wird. Der Spannungsverlauf U ist nahezu sinusförmig, während der Strom I neben der Grundschwingung auch noch Oberschwingungen enthält. Deutlich zu erkennen ist hier die fünfte Oberschwingung. Figur 5 zeigt die benötigte fünfte Oberschwingung als separaten Anteil in des Stromes I .

Solche Oberschwingungen im Stromverlauf (Stromoberschwingungen) verursachen im elektrischen Netz Spannungsoberschwingungen, die die Qualität der Spannung im elektrischen Netz beeinträchtigen. Es ist daher erforderlich, auch solche Oberschwingungsblindleistungen zu kompensieren.

In Figur 9 ist schematisch eine Stichleitung 11 dargestellt, die mit ihrem einen (gemäß Figur 9 linken) Ende an ein (nicht dargestelltes) elektrisches Netz angeschlossen ist und an deren anderem (gemäß Figur 9 rechtem) Ende Verbraucher 6 angeschlossen sind. Eine solche Stichleitung 11 kann beispielsweise ein Industriegelände oder ein oder mehrere Dörfer mit elektrischem Strom versorgen. Der zu den Verbrauchern 6 fließende Strom wird mit Hilfe eines Stromwandlers 12 gemessen. Das Messsignal des Stromwandlers 12 wird an eine Auswertungsschaltung 14 übermittelt, die kontinuierlich on-line analysiert, welche Stromoberschwingungen im Strom auf der Stichleitung 11 enthalten sind. Dieses Messergebnis dient als Sollwert, der als Ausgangssignal einem Wechselrichter 16 zugeführt wird, der dann im wesentlichen zeitgleich die benötigten Oberschwingungen erzeugt und vor dem Stromwandler 12 in die elektrische Stichleitung 11 einspeist. Damit wird sichergestellt, dass die benötigte Oberschwingungsblindleistung zur Kompensation der im elektrischen Netz vorhandenen Oberschwingungsblindleistung vom Wechselrichter 16 erzeugt wird und nicht aus dem elektrischen Netz entnommen wird.

In Figur 10 ist schematisch das elektrische Netz 10 gezeigt, deren Spannung mit Hilfe eines Spannungswandlers 18 gemessen wird. Das Messsignal des Spannungswandlers 18 wird einer Auswerteeinrichtung 20 zugeführt. Ferner ist eine Sollwerteinrichtung 22 vorgesehen, die den gewünschten Spannungsverlauf vorgibt. Das Ausgangssignal der Auswerteeinrichtung 20 wird von einer Subtrahiereinrichtung 24 vom Ausgangssignal der Sollwerteinrichtung 22 abgezogen und das daraus resultierende Differenz-Ausgangssignal der Subtrahiereinrichtung 24 wird dem Wechselrichter 10 zugeführt, der dann im wesentlichen zeitgleich die benötigten Oberschwingungen erzeugt, um die Oberschwindungsblindleistung im elektrischen Netz zu kompensieren. Bei dieser Anordnung wird also die Netzspannung mit Hilfe des Spannungswandlers 18 gemessen, und es wird in der Auswerteeinrichtung 20 festgestellt, welche Oberschwingungen im Spannungsverlauf enthalten sind. Die Oberschwingungsströme im elektrischen Netz 10 erzeugen nämlich an der Netzimpedanz Spannungsabfälle entsprechend ihrer Frequenz und Amplitude. Die so gemessenen und berechneten Werte werden dem Wechselrichter 16 als Strom-Sollwerte vorgegeben. Der Wechselrichter 16 erzeugt dann entsprechend der Sollwerte die Stromoberschwingungen mit den benötigten Frequenzen, Amplituden und Phasenlagen.

A n s p r ü c h e

1. Verfahren zur Blindleistungsregelung in einem elektrischen Netz (10), bei welchem elektrische Leistung von einem, vorzugsweise vom Rotor einer Windenergieanlage (2) angetriebenen, elektrischen Generator (3) erzeugt und mit Hilfe einer zwischen Generator (3) und Netz (10) vorgesehenen Kompensationseinrichtung (16) zur Kompensation von Blindleistung entsprechend moduliert wird, dadurch gekennzeichnet, dass die Kompensationseinrichtung (16) so geregelt wird, dass die an den Verbraucher (6) abgegebene elektrische Leistung einen Blindleistungsanteil aufweist, der hinsichtlich seiner Phase, Amplitude und/oder Frequenz an den Verbraucher (6) derart angepasst ist, um die Blindleistung in dem Verbraucher (6) zu kompensieren.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Kompensationseinrichtung (16) so geregelt wird, dass der elektrische Generator (3) kapazitive Blindleistung erzeugt, um die induktive Blindleistung im Verbraucher (6) zu kompensieren.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die abgegebene elektrische Leistung eine Frequenz aufweist, die der Frequenz des Verbrauchers (6) entspricht oder ein Vielfaches der Verbraucherfrequenz darstellt.
4. Verfahren nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Kompensationseinrichtung als Wechselrichter (16) arbeitet.
5. Verfahren nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Kompensationseinrichtung (16) die Spannungs- und/oder Stromverläufe im elektrischen Netz (10), vorzugsweise am Einspeisepunkt

(E), misst und in Abhängigkeit von den Messergebnissen den Blindleistungsanteil in der vom elektrischen Generator (3) erzeugten elektrischen Leistung regelt.

6. Verfahren nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass die vom elektrischen Generator (3) erzeugte Spannung unter entsprechender Anpassung des Blindleistungsanteiles in der an den Verbraucher (6) abgegebenen elektrischen Leistung im wesentlichen auf einem vorgegebenen Sollwert geregelt wird.

7. Verfahren nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Anpassung des Blindleistungsanteiles durch entsprechende Steuerung des Leistungsfaktors ($\cos\phi$) oder der Phase des von dem elektrischen Generator (3) abgegebenen Stromes stattfindet.

8. Verfahren nach Anspruch 6 oder 7, bei welchem der elektrische Generator (3) über eine Leitung und/oder einen Transformator an ein elektrisches Netz angeschlossen ist, dadurch gekennzeichnet, dass die vom elektrischen Generator (3) erzeugte Spannung so geregelt wird, dass deren Betrag in der Größenordnung des Betrages der Netzspannung liegt oder diesem entspricht.

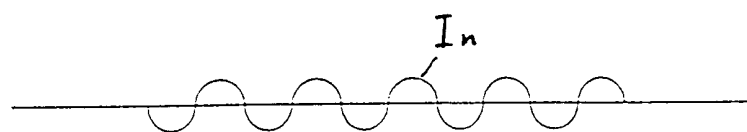
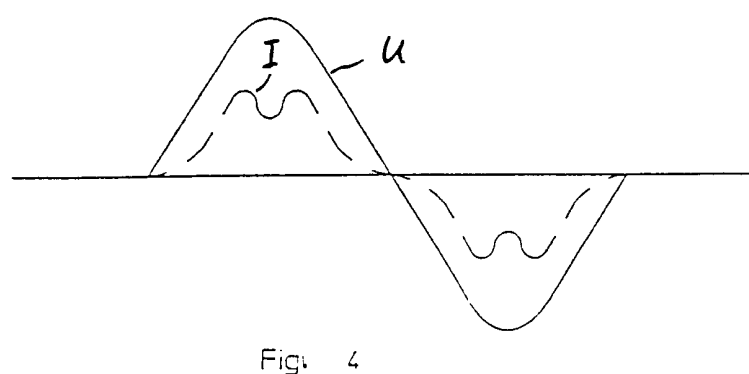
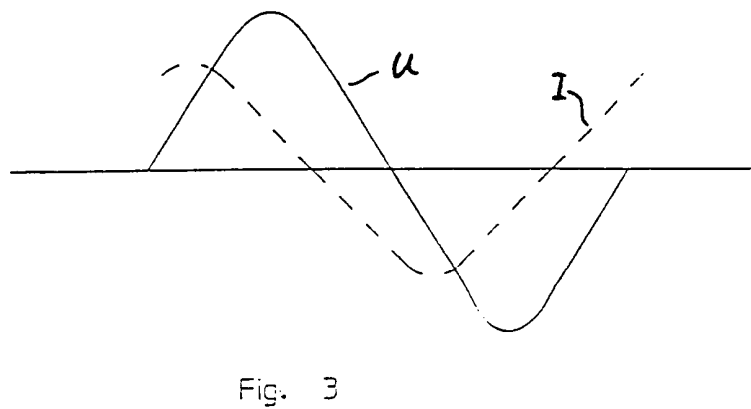
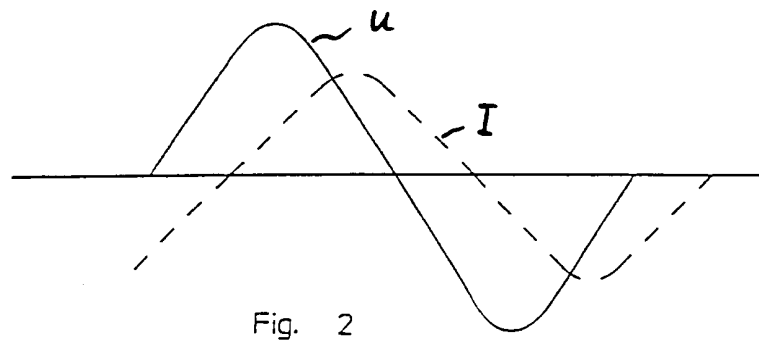
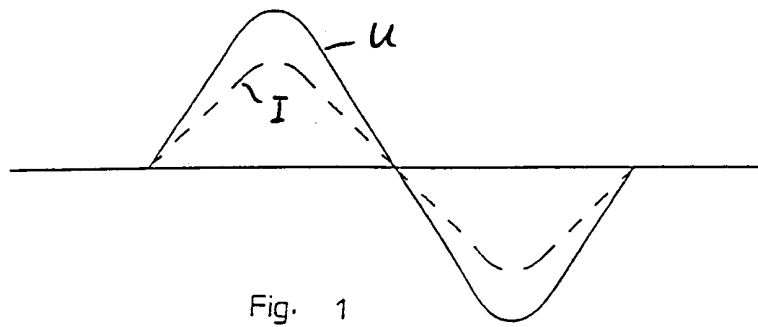
9. Vorrichtung zur Erzeugung elektrischer Energie in einem elektrischen Netz (10), mit einem, vorzugsweise vom Rotor einer Windenergieanlage (2) angetriebenen, elektrischen Generator (3), einer zwischen Generator (3) und Netz (10) vorgesehenen Kompensationseinrichtung (16) zur Kompensation von Blindleistung, gekennzeichnet durch eine Regelungseinrichtung (14; 20, 22, 24), die die Kompensationseinrichtung (16) so regelt, dass die an den Verbraucher (6) abgegebene elektrische Leistung einen Blindleistungsanteil aufweist, der hinsichtlich seiner Phase, Amplitude und/oder Frequenz an den Verbraucher (6) angepasst ist, um Blindleistung in dem Verbraucher (6) zu kompensieren.

10. Vorrichtung nach Anspruch 9,
dadurch gekennzeichnet, dass die Regelungseinrichtung (14; 20, 22, 24) die Kompensationseinrichtung (16) so regelt, dass der elektrische Generator (3) kapazitive Blindleistung derart erzeugt, um die induktive Blindleistung im Verbraucher (6) zu kompensieren.
11. Vorrichtung nach Anspruch 9 oder 10,
dadurch gekennzeichnet, dass die abgegebene elektrische Leistung eine Frequenz aufweist, die der Frequenz des Verbrauchers (6) entspricht und ein Vielfaches der Verbraucherfrequenz darstellt.
12. Vorrichtung nach mindestens einem der Ansprüche 9 bis 11,
dadurch gekennzeichnet, dass die Kompensationseinrichtung (16) einen Wechselrichter (16) aufweist.
13. Vorrichtung nach mindestens einem der Ansprüche 9 bis 12,
dadurch gekennzeichnet, dass die Regelungseinrichtung (14; 20, 22, 24) eine Messeinrichtung (12; 18) zur Erfassung der Spannungs- und/oder Stromverläufe im elektrischen Netz (10), vorzugsweise am Einspeisepunkt, aufweist.
14. Vorrichtung nach den Ansprüchen 12 und 13,
dadurch gekennzeichnet, dass die Regelungseinrichtung (14; 20, 22, 24) in Abhängigkeit von den Messergebnissen der Messeinrichtung (12; 18) den Wechselrichter (16) steuert.
15. Vorrichtung nach mindestens einem der Ansprüche 9 bis 14,
dadurch gekennzeichnet, dass die Regelungseinrichtung (14; 20, 22, 24) die vom elektrischen Generator (3) erzeugte Spannung durch Steuerung des Blindleistungsanteiles in der an den Verbraucher (6) abgegebenen elektrischen Leistung im wesentlichen auf einen vorgegebenen Sollwert regelt.

16. Vorrichtung nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, dass die Regelungseinrichtung (14; 20, 22, 24) die Anpassung des Blindleistungsanteiles durch entsprechende Steuerung des Leistungsfaktors ($\cos\Phi$) oder der Phase des vom elektrischen Generator (3) abgegebenen Stromes vornimmt.

17. Vorrichtung nach Anspruch 15 oder 16, bei welcher der elektrische Generator (3) über eine Leitung und/oder einen Transformator an ein elektrisches Netz angeschlossen ist, dadurch gekennzeichnet, dass die Regelungseinrichtung die vom elektrischen Generator (3) erzeugte Spannung so regelt, dass deren Betrag in der Größenordnung des Betrages der letzten Spannung liegt oder diesem entspricht.

1 / 4



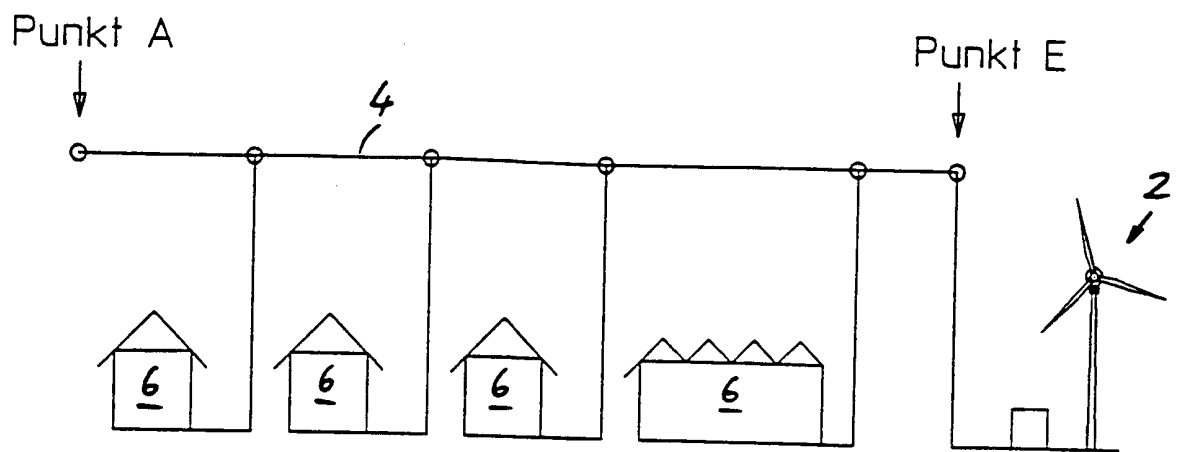


Fig. 6

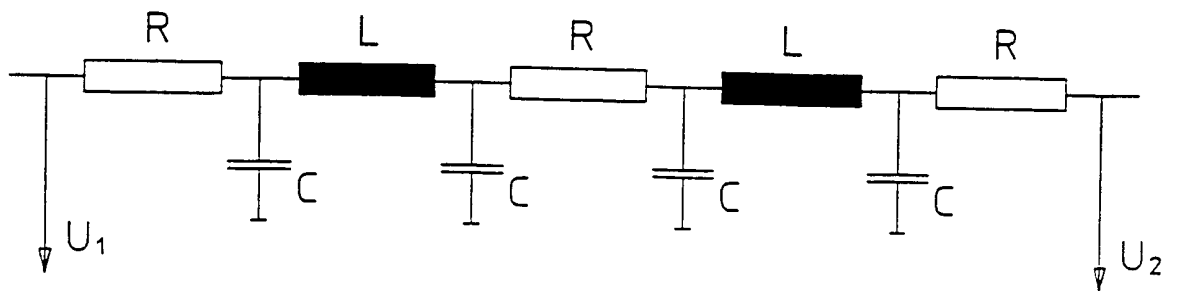


Fig. 7

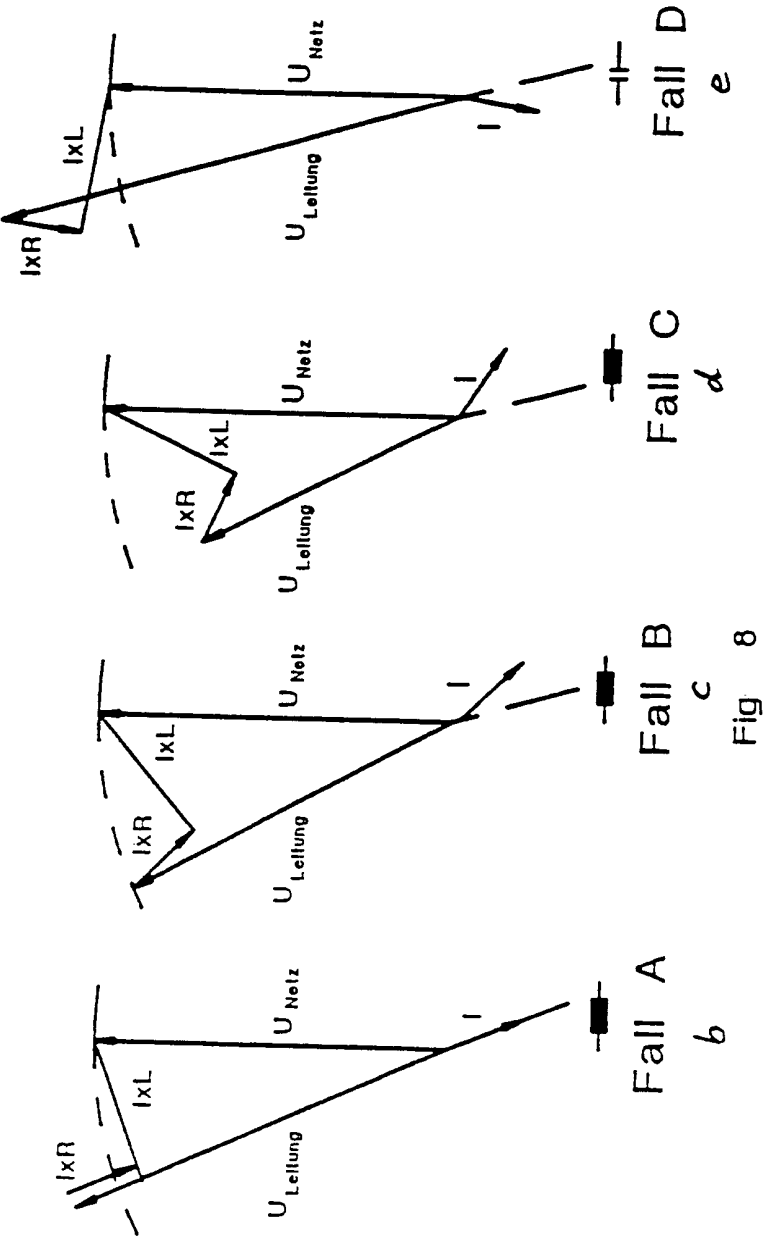
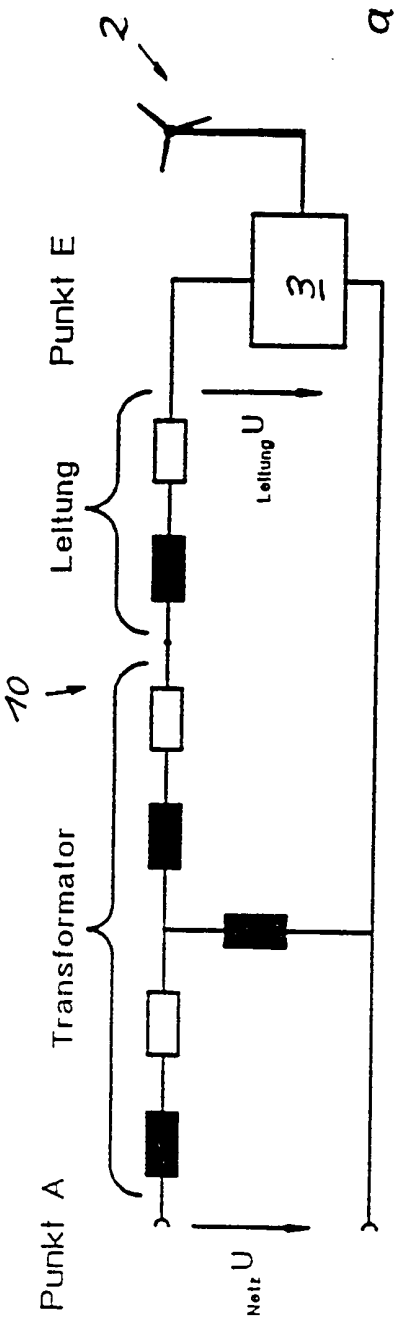


Fig 8

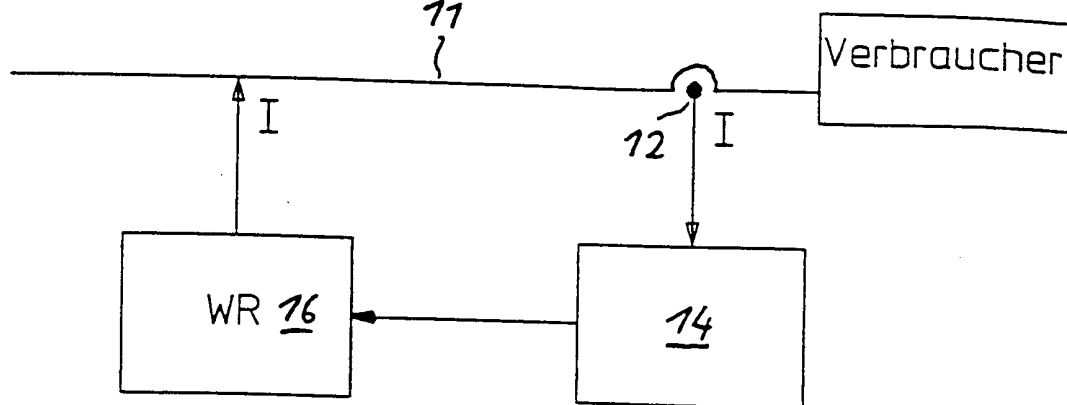


Fig 9

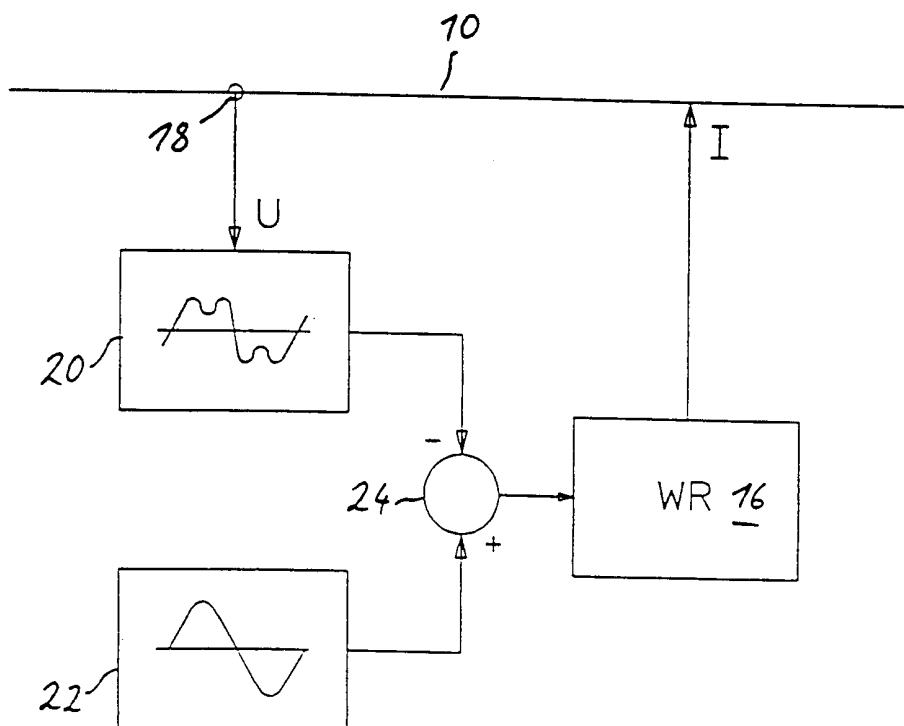


Fig 10

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Intern: al Application No
PCT/EP 00/08745

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 7 H02J3/01 H02J3/18

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 H02J

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category °	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 5 225 712 A (ERDMAN WILLIAM L) 6 July 1993 (1993-07-06) column 3, line 14 -column 4, line 11; figure 2	1-16
A	US 5 513 090 A (BHATTACHARYA SUBHASHISH ET AL) 30 April 1996 (1996-04-30) the whole document	1,9
A	US 4 451 777 A (GYUGYI LASZLO) 29 May 1984 (1984-05-29) abstract; figure 1	1,9

☐ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

° Special categories of cited documents:

- *A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- *E* earlier document but published on or after the international filing date
- *L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- *P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- *T* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- *X* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- *Y* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- *&* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

8 December 2000

Date of mailing of the international search report

18/12/2000

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Gentili, L

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/EP 00/08745

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 5225712 A	06-07-1993	US 5083039 A AU 3148893 A WO 9311604 A AU 1554292 A CA 2100672 A DE 9219171 U DE 69228053 D DE 69228053 T DK 569556 T EP 0569556 A EP 0884833 A ES 2127216 T JP 6505618 T WO 9214298 A	21-01-1992 28-06-1993 10-06-1993 07-09-1992 02-08-1992 19-11-1998 11-02-1999 27-05-1999 30-08-1999 18-11-1993 16-12-1998 16-04-1999 23-06-1994 20-08-1992
US 5513090 A	30-04-1996	NONE	
US 4451777 A	29-05-1984	AU 557496 B AU 8695282 A BR 8205257 A CA 1191895 A DE 3233202 A GB 2105885 A, B JP 58054834 A MX 152209 A SE 8205077 A	24-12-1986 17-03-1983 16-08-1983 13-08-1985 17-03-1983 30-03-1983 31-03-1983 07-06-1985 07-09-1982

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationale Aktenzeichen
PCT/EP 00/08745

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES IPK 7 H02J3/01 H02J3/18		
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK		
B. RECHERCHIERTE GEBIETE Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole) IPK 7 H02J		
Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen		
Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe) EPO-Internal, WPI Data, PAJ		
C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 5 225 712 A (ERDMAN WILLIAM L) 6. Juli 1993 (1993-07-06) Spalte 3, Zeile 14 - Spalte 4, Zeile 11; Abbildung 2	1-16
A	US 5 513 090 A (BHATTACHARYA SUBHASHISH ET AL) 30. April 1996 (1996-04-30) das ganze Dokument	1,9
A	US 4 451 777 A (GYUGYI LASZLO) 29. Mai 1984 (1984-05-29) Zusammenfassung; Abbildung 1	1,9
☐ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen ☒ Siehe Anhang Patentfamilie		
* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen : *A* Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist *E* älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist *L* Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt) *O* Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht *P* Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist *T* Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist *X* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden *Y* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist *&* Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist		
Datum des Abschlusses der internationalen Recherche 8. Dezember 2000		Absendedatum des internationalen Recherchenberichts 18/12/2000
Name und Postanschrift der internationalen Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040. Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31-70) 340-3016		Bevollmächtigter Bediensteter Gentili, L

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP 00/08745

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 5225712 A	06-07-1993	US 5083039 A	21-01-1992
		AU 3148893 A	28-06-1993
		WO 9311604 A	10-06-1993
		AU 1554292 A	07-09-1992
		CA 2100672 A	02-08-1992
		DE 9219171 U	19-11-1998
		DE 69228053 D	11-02-1999
		DE 69228053 T	27-05-1999
		DK 569556 T	30-08-1999
		EP 0569556 A	18-11-1993
		EP 0884833 A	16-12-1998
		ES 2127216 T	16-04-1999
		JP 6505618 T	23-06-1994
		WO 9214298 A	20-08-1992
US 5513090 A	30-04-1996	KEINE	
US 4451777 A	29-05-1984	AU 557496 B	24-12-1986
		AU 8695282 A	17-03-1983
		BR 8205257 A	16-08-1983
		CA 1191895 A	13-08-1985
		DE 3233202 A	17-03-1983
		GB 2105885 A, B	30-03-1983
		JP 58054834 A	31-03-1983
		MX 152209 A	07-06-1985
		SE 8205077 A	07-09-1982