



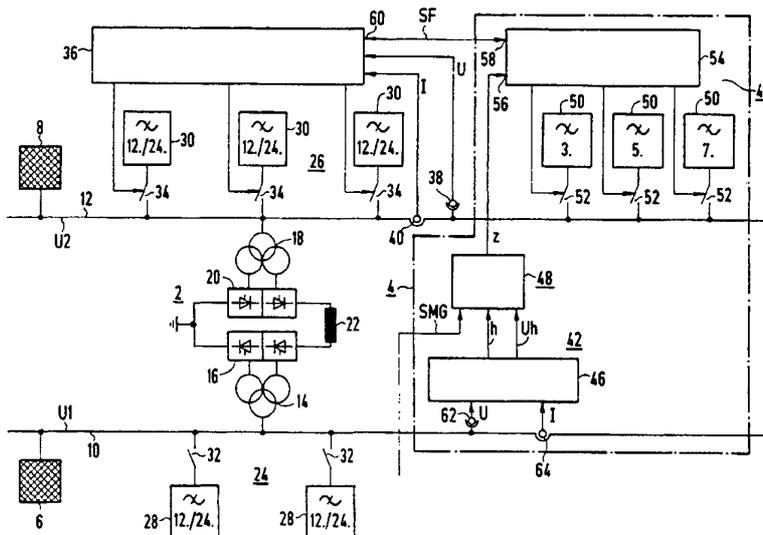
<p>(51) Internationale Patentklassifikation ⁵ : H02J 3/36, 3/01</p>	A1	<p>(11) Internationale Veröffentlichungsnummer: WO 94/14220</p> <p>(43) Internationales Veröffentlichungsdatum: 23. Juni 1994 (23.06.94)</p>
<p>(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE92/01063</p> <p>(22) Internationales Anmeldedatum: 10. December 1992 (10.12.92)</p> <p>(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten ausser US): SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT [DE/DE]; Wittelsbacherplatz 2, D-8000 München 2 (DE).</p> <p>(72) Erfinder; und (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): CHRISTL, Norbert [AT/DE]; Anna-Herrmann-Strasse 24, D-8522 Herzogenaurach (DE). LÜTZELBERGER, Peter [DE/DE]; Rotkappenweg 6, D-8520 Erlangen (DE). SADEK, Kadry [DE/DE]; Breiter Sand 17, D-8520 Erlangen (DE).</p>	<p>(81) Bestimmungsstaaten: CA, JP, US, europäisches Patent (AT, BE, CH, DE, DK, ES, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE).</p> <p>Veröffentlicht <i>Mit internationalem Recherchenbericht.</i></p>	

(54) Title: **PROCESS AND DEVICE FOR DETERMINING THE ORDINAL NUMBERS OF NON-CHARACTERISTIC HARMONIC CURRENTS AND FOR COMPENSATING THE SAME**

(54) Bezeichnung: **VERFAHREN UND VORRICHTUNG ZUR ERMITTLUNG VON ORDNUNGSZAHLEN VON NICHTCHARAKTERISTISCHEN OBERSCHWINGUNGSSTRÖMEN UND DEREN KOMPENSATION**

(57) Abstract

A process and device (4) are disclosed for determining the ordinal numbers (z) of non-characteristic harmonic currents (I_h) in a second energy supply network (8) coupled to a first energy supply network (6) by a HVDC system (2) and to compensate said non-characteristic harmonic currents (I_h) due to a harmonic distortion (U_h) of the supply voltage (U₁) caused when low-frequency harmonics in the first network (6) are transmitted through the close connection (2). The ordinal number (n) of the non-characteristic harmonics is determined by measuring the network (6) current and/or voltage (U₁). The ordinal number (z) of the generated non-characteristic harmonics in the second network (8) is then derived from the ordinal number (n) by means of a voltage symmetry signal (SMG) and is supplied to filtering logics (54) of a compensating device (44). The energy quality, in particular of non-rigid networks, is thus substantially improved.



(57) Zusammenfassung

Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren und eine Vorrichtung (4) zur Ermittlung von Ordnungszahlen (z) von nichtcharakteristischen Oberschwingungsströmen (I_h) eines mittels einer HGÜ-Anlage (2) mit einem ersten Energieversorgungsnetz (6) gekoppelten zweiten Energieversorgungsnetzes (8) und zu deren Kompensation, die aufgrund einer im ersten Netz (6) durch eine niederfrequente Harmonische vorhandene und durch die Kurzkupplung (2) hindurchtretende Verzerrung (U_h) der Speisespannung (U₁) erzeugt wird. Erfindungsgemäß wird mittels einer Spannungs- und/oder Strommessung der Spannung (U₁) des Netzes (6) die Ordnungszahl (n) der vorhandenen nichtcharakteristischen Harmonischen ermittelt, aus der dann mittels eines bereitgestellten Spannungssymmetrie-Signals (SMG) die Ordnungszahl (z) der generierten nichtcharakteristischen Harmonischen im zweiten Netz (8) ermittelt wird, wobei diese Ordnungszahl (z) einer Filterlogik (54) einer Kompensationsanlage (44) zugeführt wird. Somit wird die Energiequalität besonders von nicht starren Netzen wesentlich verbessert.

LEDIGLICH ZUR INFORMATION

Codes zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfbögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäss dem PCT veröffentlichen.

AT	Österreich	GA	Gabon	MR	Mauretanien
AU	Australien	GB	Vereinigtes Königreich	MW	Malawi
BB	Barbados	GE	Georgien	NE	Niger
BE	Belgien	GN	Guinea	NL	Niederlande
BF	Burkina Faso	GR	Griechenland	NO	Norwegen
BG	Bulgarien	HU	Ungarn	NZ	Neuseeland
BJ	Benin	IE	Irland	PL	Polen
BR	Brasilien	IT	Italien	PT	Portugal
BY	Belarus	JP	Japan	RO	Rumänien
CA	Kanada	KE	Kenya	RU	Russische Föderation
CF	Zentrale Afrikanische Republik	KG	Kirgisistan	SD	Sudan
CG	Kongo	KP	Demokratische Volksrepublik Korea	SE	Schweden
CH	Schweiz	KR	Republik Korea	SI	Slowenien
CI	Côte d'Ivoire	KZ	Kasachstan	SK	Slowakei
CM	Kamerun	LI	Liechtenstein	SN	Senegal
CN	China	LK	Sri Lanka	TD	Tschad
CS	Tschechoslowakei	LU	Luxemburg	TG	Togo
CZ	Tschechische Republik	LV	Lettland	TJ	Tadschikistan
DE	Deutschland	MC	Monaco	TT	Trinidad und Tobago
DK	Dänemark	MD	Republik Moldau	UA	Ukraine
ES	Spanien	MG	Madagaskar	US	Vereinigte Staaten von Amerika
FI	Finnland	ML	Mali	UZ	Usbekistan
FR	Frankreich	MN	Mongolei	VN	Vietnam

Verfahren und Vorrichtung zur Ermittlung von Ordnungszahlen von nichtcharakteristischen Oberschwingungsströmen und deren Kompensation

5 Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren und eine Vor-
richtung zur Ermittlung von Ordnungszahlen von nichtcharak-
teristischen Oberschwingungsströmen eines mittels einer Hoch-
spannungs-Gleichstrom-Übertragungs-Anlage mit einem ersten
10 Energieversorgungsnetz gekoppelten zweiten Energieversor-
gungsnetzes und zur Kompensation dieser nichtcharakteristi-
schen Oberschwingungsströme, die aufgrund einer im ersten
Energieversorgungsnetz durch eine niederfrequente Harmonische
vorhandenen und durch die Anlage hindurchtretenen Vorverzer-
rung der Speisespannung erzeugt wird.

15 Hochspannungs-Gleichstrom-Übertragungs-Kurzkupplungen werden
benutzt, um elektrische Leistung zwischen Verbundnetzen aus-
zutauschen, wodurch sich die Versorgungssicherheit in den
einzelnen Verbundnetzen verbessert. Außerdem erlaubt eine
20 Hochspannungs-Gleichstrom-Übertragungs-(HGÜ-)Kurzkupplung,
auch Gleichstrom-Netzkupplung (GNK) genannt, wichtige und
kostengünstige Stromgeschäfte im normalen Austausch und hat
zumindest aufschiebende Wirkung auf den Zubau notwendiger zu-
sätzlicher Kraftwerksleistung.

25 Aus der Zeitschrift "etz", Bd.110 (1989), Heft 14, Seiten 712
bis 714, ist der Kurzschaltplan der Gleichstrom-Netzkupplung
Etzenricht bekannt. Diese Gleichstrom-Netzkupplung Etzenricht
verbindet das westeuropäische Verbundnetz mit dem osteuropäi-
30 schen Verbundnetz. Beide Netzverbände nutzen zwar dieselbe
Nennfrequenz von 50 Hz, Frequenz und Spannung werden dabei in
beiden Netzen nach unterschiedlichen Konzepten geregelt, so
daß eine definierte Übertragungsleistung nur durch eine fre-
quenzmäßige Entkopplung erreicht werden kann.

35 Im Aufsatz "HGÜ: Technik, die Grenzen überwindet" von R.Walz
und J.Görke, abgedruckt in der Zeitschrift "Elektrie", Berlin
45 (1991) 3, Seiten 94 bis 96, sind Einzelheiten - Funktions-

weise und Aufbau, Leittechnik, Steuerung, Regelung und Schutz- und Meldesystem - näher dargestellt. Die an den Sammelschienen der Netze angeordneten Drehstromfilterkreise haben die Aufgabe, die durch die Stromrichter entstehenden
5 Oberschwingungen (charakteristische) abzusaugen und die benötigte kapazitive Blindleistung zur Kompensation der induktiven Stromrichter-Blindleistung zu erzeugen. Abhängig von der Blindleistungsbilanz im Netz und dem Arbeitspunkt der HGÜ werden die Filterkreise von der Steuerung zu- bzw. abgeschaltet.
10

Mit dem zunehmenden Begriff der Energiequalität wird in elektrischen Energieversorgungsnetzen vermehrt auf die Reduktion von Harmonischen geachtet, da durch Auftreten von Harmonischen die Elektroenergiequalität sich vermindert kann.
15

Aufgrund von Unsymmetrien der Betriebsmittelimpedanzen, der Netzspannung sowie der Unsymmetrie der Steuerwinkel der Gleich- und Wechselrichter der HGÜ-Anlage kommt es neben den charakteristischen Stromrichterharmonischen auch zum Auftreten nichtcharakteristischer Harmonischer.
20

Gemäß dem Aufsatz "Harmonische in Drehstromnetzen bei Betrieb einer HGÜ-Kupplung", von E.Bauer und G.Winkler, abgedruckt in der Zeitschrift "Elektrie", Berlin 45 (1991) 3, Seiten 97 bis 25 100, zeigt sich, daß die Amplituden der einzelnen nichtcharakteristischen Stromharmonischen wesentlich geringer als die der charakteristischen Stromharmonischen sind. Beim Projektieren von HGÜ-Anlagen ist besonders die Höhe der nichtcharakteristischen Harmonischen zu beachten, die unter der niedrigsten Abstimmfrequenz der Filter liegen, da die Filter für diese Harmonischen kapazitiv wirken und mit der Netzimpedanz einen Schwingkreis bilden. Hat dieser Schwingkreis eine Parallelresonanzstelle im Bereich der nichtcharakteristischen
30 Harmonischen, so wird er von dieser angeregt und es können unerwartet hohe Spannungsharmonische im Netz auftreten. Im Falle der Anregung sollte gemäß diesem Aufsatz auch für diese
35

niedrigsten Harmonischen ein Filter vorgesehen sein, der zweckmäßigerweise auf die tiefste, nichtcharakteristische - die dritte - Harmonische abgestimmt sein.

5 Neben den nichtcharakteristischen Harmonischen, die durch
Unsymmetrien erzeugt werden, weist das Energieversorgungsnetz
niederfrequente nichtcharakteristische Harmonische, wie z.B.
3., 5., 7., 9., usw., auf, die von industriellen Verbrau-
chern, z.B. Stromrichterantrieben, und Kleinverbrauchern,
10 z.B. Fernsehgeräten, verursacht werden. Während die charak-
teristischen Spannungsharmonischen hauptsächlich von der HGÜ-
Leistung abhängen, haben die nichtcharakteristischen Span-
nungsüberschwingungen einen ausgeprägten, von den Niederspan-
nungsnetzen her bekannten Tagesgang. Die verbraucherbedingte
15 Überschwingungsemission ist während der Nachtzeit relativ ge-
ring, und der Pegel der beispielsweise 5. Überschwingung er-
reicht lediglich 1 %. Während der Arbeitszeit bestimmen
hauptsächlich industrielle Verbraucher den Pegel, der nun bis
1,5 % erreicht. Dagegen steigt der Pegel in den Abendstunden
20 zur Fernsehzeit bis auf 2,3 % - und dies im Höchstspannungs-
netz - an. Diese nichtcharakteristischen Überschwingungen
treten durch die HGÜ-Anlage von dem einen Netz in das andere
Netz, wodurch sich die Elektroenergiequalität erheblich ver-
mindern kann.

25
Der Erfindung liegt nun die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren
und eine Vorrichtung für eine eingangs genannte Anlage anzu-
geben, das bzw. die es gestattet, den Durchtritt sowie die
Erzeugung von Stromüberschwingungen eines Umrichters, welcher
30 durch im ersten Netz bereits vorhandene Harmonische oder
Netzunsymmetrien verursacht werden, zu ermitteln und deren
Kompensation im zweiten Netz.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß gelöst durch die Merkmale
35 des Anspruchs 1 und 5.

Die Erfindung beruht dabei auf der Erkenntnis, daß nichtcharakteristische Harmonische unterschiedlicher Ordnungszahl in das zweite Netz übertragen werden, je nachdem, ob die verursachende Vorverzerrung im ersten Energieversorgungsnetz als
5 Mit- oder als Gegensystem auftritt. Es wurde herausgefunden, daß die nichtcharakteristischen Harmonischen im ersten Netz und die erzeugten nichtcharakteristischen Harmonischen im zweiten Energieversorgungsnetz einer gesetzmäßigen Regel unterliegen. Damit gegen die im zweiten Energieversorgungs-
10 netz erzeugten nichtcharakteristischen Harmonischen etwas unternommen werden kann, müssen zunächst deren Ordnungszahlen ermittelt werden.

Mittels dem erfindungsgemäßen Verfahren besteht nun die Möglichkeit, mittels einer Spannungs- und/oder Strommessung im
15 ersten Energieversorgungsnetz, die Ordnungszahlen der nichtcharakteristischen Harmonischen im zweiten Energieversorgungsnetz zu bestimmen. Dabei wird zunächst die Ordnungszahl der im ersten Netz vorhandenen niederfrequenten Harmonischen
20 ermittelt, mit deren Hilfe und eines bereitgestellten Spannungssymmetrie-Signals die Ordnungszahl der untersten nichtcharakteristischen Harmonischen auf der Gleichstromseite des Umrichters bzw. einer HGÜ-Anlage bestimmt wird. Diese dem Gleichstrom überlagerte Harmonische erzeugt wiederum nicht-
25 charakteristische harmonische Ströme auf der zweiten Drehstromseite des Umrichters, deren Ordnungszahlen in Abhängigkeit der Ordnungszahl der Harmonischen auf der Gleichstromseite des Umrichters und des Spannungssymmetrie-Signals bestimmt werden. Nachdem die Ordnungszahlen der aufgrund einer
30 im ersten Energieversorgungsnetz vorhandenen niederfrequenten Harmonischen erzeugten nichtcharakteristischen Harmonischen im zweiten Energieversorgungsnetz bestimmt sind, kann in Abhängigkeit dieser Ordnungszahlen Teile einer Kompensationsanlage für nichtcharakteristische Harmonische aktiviert
35 werden.

Somit besteht die Möglichkeit, erzeugte nichtcharakteristische Harmonische im zweiten Energieversorgungsnetz gezielt zu kompensieren, wodurch sich die Energiequalität des gekoppelten Netzes wesentlich verbessert, insbesondere bei nicht sehr starren Netzen.

Eine besonders vorteilhafte Vorrichtung zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens besteht aus einer Mikroprozessoreinrichtung und einer Kompensationsanlage für nicht charakteristische Harmonische mit zugehöriger Filterlogik. Dadurch besteht die Möglichkeit, die Mikroprozessoreinrichtung in die Steuerung des Umrichters zu integrieren.

Zur weiteren Erläuterung der Erfindung wird auf die Zeichnung Bezug genommen, in der eine Ausführungsform der Vorrichtung zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens schematisch veranschaulicht wird.

Figur 1 zeigt einen Kurzschaltplan einer Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung in Verbindung mit einer HGÜ-Anlage und in

Figur 2 ist ein Blockschaltbild einer Einrichtung zur Bestimmung der Ordnungszahlen nichtcharakteristischer Harmonischer auf der zweiten Drehstromseite des Umrichters dargestellt.

Die Figur 1 zeigt einen vereinfachten Schaltplan einer HGÜ-Anlage 2, auch HGÜ-Kurzkupplung oder Gleichstrom-Netzkupplung (GNK) genannt, mit einer Vorrichtung 4 zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens. Diese HGÜ-Kurzkupplung 2 koppelt die beiden Energieversorgungsnetze 6 und 8. Jedes Netz 6 und 8 speist eine Sammelschiene 10 und 12 mit einer Netzspannung U_1 und U_2 . Die Sammelschiene 10 ist über einen Stromrichtertransformator 14 mit einem Stromrichter 16 und die Sammelschiene 12 ist ebenfalls über einen Stromrichtertransformator 18 mit einem Stromrichter 20 verknüpft. Die beiden Stromrichter 16 und 20 sind mittels einer Glättungsdrossel 22

elektrisch leitend miteinander verbunden, wobei der Stromrichter 16 als Gleichrichter und der Stromrichter 20 als Wechselrichter betrieben wird. Die Sammelschiene 10 bzw. 12 weist noch eine Filteranlage 24 bzw. 26 auf, deren Filter 28 bzw. 30 mittels Schütze 32 bzw. 34 mit der Sammelschiene 10 bzw. 12 verbindbar sind. Bei der Filteranlage 26 ist noch deren Filterlogik 36 dargestellt, deren Eingänge mit einer Spannungs- und Strommeßeinrichtung 38 und 40 verknüpft sind, wobei deren Ausgänge jeweils mit einem Steuereingang der Schütze 34 verbunden sind.

Die Drehstromfilter 28 bzw. 30 saugen die Oberschwingungen, die durch die Stromrichter 16 und 20 entstehen, ab und erzeugen die nötige kapazitive Blindleistung zur Kompensation der induktiven Stromrichterblindleistung. Soweit keine erhöhten Anforderungen an den Oberschwingungsgehalt in dem jeweiligen Netz 6 bzw. 8 gestellt werden, werden die Drehstromfilter 28 bzw. 30 als doppelt abgestimmte Filter mit Hochpaßwiderstand ausgeführt. Abhängig von der Blindleistungsbilanz im Netz 6 bzw. 8 und dem Arbeitspunkt der HGÜ 2 werden die Filterkreise 28 und 30 zu- bzw. abgeschaltet. Diese Aufgabe wird von der Filterlogik 36 übernommen, deren Funktion im Aufsatz "Double Tuned Harmonic AC-Filters for HVDC-Converter Stations", abgedruckt in "IEEE/CSEE Joint Conference on High-Voltage Transmission Systems in China", Oct. 17.-22., 1987, BeiJing, Seiten 144 bis 153. Die Drehstromfilter 28 und 30 sind hier auf die 12. und 24. Harmonische (charakteristisch), die jeweiligen Mittelwerte der bei den tiefsten charakteristischen Harmonischen der Zwölfpuls-Brücke der beiden Stromrichter 16 und 20 abgestimmt.

Das allgemeine Funktionsprinzip einer HGÜ-Kurzkupplung 2 beruht darauf, daß bei zwei zu koppelnden Netzen 6 und 8 Strom bzw. Spannungen vom Netz 6 über den Stromrichtertransformator 14 auf die Gleichrichterstation 16 geführt und dort in Gleichspannung bzw. Gleichstrom umgewandelt werden. In der anderen Station 20, die als Wechselrichter betrieben wird,

erfolgt die Umwandlung dieser Gleichgrößen zurück in Wechselspannung bzw. Wechselstrom. Über den Stromrichtertransformator werden diese Wechselgrößen dann an das Netz 8 geliefert. Um möglichst wenige Oberschwingungen zu erzeugen, sind die beiden Stromrichter 16 und 20 12-pulsig ausgeführt.

Im Gleichstromzwischenkreis befindet sich die Glättungsdrossel 22, die auf das Betriebsverhalten der HGÜ 2 einen wesentlichen Einfluß hat. Sie dient einerseits der Glättung des Gleichstromes sowie andererseits der Überstrombegrenzung im Falle von Störungen. Damit ist mit einer richtig dimensionierten Glättungsdrossel 22 auch eine bessere Entkopplung der beiden Netze 6 und 8 verbunden, weil durch die Drossel 22 im stationären Betrieb gegenseitig Netzbeeinflussungen weitgehend verhindert werden. Aus Übersichtlichkeitsgründen ist die Steuerung und Regelung der Anlage 2 nicht dargestellt, mit der die Anlage 2 jederzeit in einem sicheren und definierten Betriebszustand betrieben wird. Zur Realisierung der Steuerabläufe und der Steuerungsfunktionen werden speicherprogrammierbare Steuerungen eingesetzt. Die Regelung erzeugt alle notwendigen Aktionen zur Gewährleistung definierter Übertragungsverhältnisse im stationären Betrieb sowie der Energieübertragung bei dynamischen und transienten Betriebsbedingungen. Zum Einsatz kommt ein digitales Regelungssystem, wobei einzelne Regelungsfunktionen entsprechend ihrer Prioritäten und Informationsgewinnungen den verschiedenen Ebenen des hierarchisch aufgebauten Regelungssystems zugeordnet werden.

Die Vorrichtung 4 zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens enthält einerseits eine Meß- und Recheneinrichtung 42 und andererseits eine Kompensationsanlage 44. Die Meß- und Recheneinrichtung 42 enthält eine Einrichtung 46 zur Bestimmung einer Ordnungszahl h einer Vorverzerrung U_h der Spannung U_1 des speisenden Energieversorgungsnetzes 6 und eine Einrichtung 48 zur Bestimmung der Ordnungszahl z einer untersten nichtcharakteristischen Harmonischen, die aufgrund einer vorhandenen nichtcharakteristischen Harmonischen im Netz 6 im

Energieversorgungsnetz 8 erzeugt wird. Diese Einrichtung 48 ist der Einrichtung 46 nachgeschaltet. Ein möglicher schematischer Aufbau der Einrichtung 48 ist in der Figur 2 näher dargestellt. Die Kompensationsanlage 44 besteht aus mehreren Drehstromfilterkreisen 50, die ausgangsseitig mittels Schütze 52 mit der Sammelschiene 12 des zweiten Energieversorgungsnetzes 8 verbindbar sind, und einer Filterlogik 54. Die Filter 50 sind hier auf die 3., 5. und 7. Harmonische (nichtcharakteristisch) abgestimmt. Es besteht auch die Möglichkeit Drehstromfilterkreise 50 für die 9. und 11. Harmonische hinzuzufügen. Außerdem können diese Filter 50 auch als doppelt abgestimmte Filter mit Hochpaßwiderstand ausgeführt sein, wodurch sich die Anzahl der Saugkreise und die Anzahl der Bauelemente (komplexe Bauweise) verringert. Ein erster Steuereingang 56 der Filterlogik 54 ist mit dem Ausgang der Einrichtung 48 zur Bestimmung der Ordnungszahl z nichtcharakteristische Harmonischer im Netz 8 und ein zweiter Steuereingang 58 ist mit einem Signalausgang 60 der Filterlogik 36 der Filteranlage 26 der HGÜ-Kurzkupplung 2 verbunden.

20

Die Vorrichtung 4 ist eingangsseitig mittels einer Spannungs- und/oder Strommeßeinrichtung 62 und 64 mit der Sammelschiene 10 des ersten Energieversorgungsnetzes 6 verknüpft. Außerdem wird von einer nicht näher dargestellten Steuerung und Regelung der HGÜ 2 ein Spannungssymmetrie-Signal SMG der Einrichtung 48 zur Bestimmung der Ordnungszahl z der nichtcharakteristischen Harmonischen des Netzes 8, die aufgrund vorhandener nichtcharakteristischer Harmonischer des Netzes 6 erzeugt werden, bereitgestellt.

30

Im folgenden soll nun das erfindungsgemäße Verfahren näher erläutert werden:

Durch industrielle Verbraucher, z.B. Stromrichterantriebe und Fernsehgeräte, weist das Energieversorgungsnetz Anteile niederfrequenter Harmonischer wie z.B. 3., 5., 7. und 9., auf. Diese Spannungsüberschwingungen U_h , auch Vorverzerrungen U_h

35

der Spannung U_1 genannt, haben einen ausgeprägten, von den Niederspannungsnetzen her bekannten Tagesgang. Insbesondere die Summe der Fernsehempfänger-Netzteile verursachen einen höheren Oberschwingungspegel als die Gesamtheit der industriellen Verbraucher. Diese niederfrequenten Harmonischen sind für eine 12-pulsige HGÜ-Kurzkupplung 2 nichtcharakteristische Harmonische, die durch die HGÜ-Kurzkupplung 2 hindurchtreten. D.h., diese nichtcharakteristischen Oberschwingungen U_h erzeugen wiederum durch Modulation nichtcharakteristische Harmonische im zweiten Energieversorgungsnetz 8. Dem erfindungsgemäßen Verfahren liegt nun die Erkenntnis zugrunde, daß die Ordnungszahl z der im zweiten Netz 8 bewirkten nichtcharakteristischen Harmonischen verschieden sind, je nachdem, wie die verursachende Vorverzerrung U_h im ersten Netz 6 als Mit- oder als Gegen-System auftritt.

Tritt beispielsweise eine Vorverzerrung U_h durch eine Harmonische mit der Ordnungszahl $h=5$ im Mit-System des ersten Energieversorgungsnetzes 6 auf, so findet man als unterste, nichtcharakteristische Oberschwingung auf der Gleichstromseite der HGÜ-Kurzkupplung 2 die höhere Nachbar-Harmonische mit der Ordnungszahl $n=h+1=6$. Tritt dagegen diese Vorverzerrung U_h im Gegen-System des ersten Energieversorgungsnetzes 6 auf, so findet man auf der Gleichstromseite als unterste Oberschwingung die niedere Nachbar-Harmonische mit der Ordnungszahl $n=h-1=4$. Die durch die Netzvorverzerrung U_h erzeugte Harmonische Spannung U_{nh} im Gleichstromkreis, wird einen zusätzlichen harmonischen Stromanteil I_{dh} verursachen, deren Amplitude von der harmonischen Spannung U_{nh} , der Induktivität L der Drossel 22, der Ordnungszahl n der nichtcharakteristischen Harmonischen auf der Gleichstromseite und der Frequenz ω abhängt. Diese, dem Gleichstrom überlagerte Harmonische erzeugt wiederum nichtcharakteristische harmonische Ströme I_h auf der zweiten Drehstromseite der HGÜ-Kurzkupplung 2 mit der Ordnungszahl $z=n+/-1$. D.h., eine nichtcharakteristische Harmonische mit der Ordnungszahl $h=5$ im ersten Energieversor-

gungsnetz 6 erzeugt auf der zweiten Netzseite nichtcharakteristische Harmonische der Ordnungszahlen $z=5$ und $z=7$.

Würde man diese nichtcharakteristischen Harmonischen nicht
5 mittels Drehstromfilterkreise 50 absaugen, so würde diese
unter der niedrigsten Abstimmfrequenz der Filter 30 der HGÜ 2
liegende nichtcharakteristischen Harmonischen, da die Filter
30 für diese Harmonischen kapazitiv wirken, mit der Netzimpedanz einen Schwingkreis bilden. Hat dieser Schwingkreis eine
10 Parallelresonanzstelle im Bereich dieser nichtcharakteristischer Harmonischen, so wird er von diesen angeregt und es
können unerwartet hohe Spannungsharmonische im Netz 8 auftreten. Diese Spannungsharmonischen würden die Energiequalität des Netzes 8 erheblich reduzieren.

15 Gemäß dem erfindungsgemäßen Verfahren wird zunächst die Ordnungszahl und ggf. auch die Amplitude der Vorverzerrung U_h der Spannung U_1 des Netzes 6 mittels der Einrichtung 46 bestimmt. Als Einrichtung 46 kann ein bekannte Oberschwingungs-
20 Meßgerät ("Elektrie", Berlin 46 (1992) 3, Seiten 114 bis 121) verwendet werden. Die nachfolgende Einrichtung 48 ermittelt zunächst in Abhängigkeit der ermittelten Ordnungszahl h und eines bereitgestellten Spannungssymmetrie-Signals SMG die
25 Ordnungszahl n der nichtcharakteristischen Harmonischen auf der Gleichstromseite der HGÜ 2. Dann ermittelt die Einrichtung 48 die Ordnungszahl z der nichtcharakteristischen Harmonischen auf der zweiten Drehstromseite der HGÜ 2. Entsprechend dieser ermittelten Ordnungszahlen $z=n\pm 1$ erzeugt die
30 Filterlogik 54 Steuersignale für die Schütze 52, so daß entsprechend der Ordnungszahlen z Drehstromfilterkreise an das Netz 8 geschaltet werden, die die Oberschwingungsströme I_h mit den Ordnungszahlen z absaugen. Da die Filter 50 jeweils auf eine geringe Blindleistung ausgelegt sind, ist eine Vor-
sichtsmaßnahme installiert. Dabei wird von der Filterlogik 36
35 der Filteranlage 26 ein Freigabesignal SF generiert, sobald eines seiner Filter 30 an das Netz 8 geschaltet wird.

In der Figur 2 ist beispielsweise eine Ausführungsform der Einrichtung 48 zur Bestimmung der Ordnungszahl z der nichtcharakteristischen Harmonischen im Netz 8 dargestellt. Diese Einrichtung 48 weist eingangsseitig einen Speicher 66 auf, der ausgangsseitig jeweils mit einem Plus-Eingang eines Addierers 68 und 70 verbunden ist. Eingangsseitig wird dem Speicher 66 die Ordnungszahl h der nichtcharakteristischen Harmonischen des Netzes 6 und das Spannungssymmetrie-Signal SMG zugeführt. Das Spannungssymmetrie-Signal SMG gibt an, ob die Vorverzerrung U_h der Spannung U_1 des Netzes 6 im Mit- oder Gegen-System auftritt. Für jedes Spannungssystem ist im Speicher 66 eine Tabelle harmonischer Spannungen mit den Ordnungszahlen n und die zugehörigen Amplituden abgespeichert. Nachdem mittels des Spannungssymmetrie-Signals SMG eine Tabelle ausgewählt wurde, wird mittels der Ordnungszahl h die zugehörige Ordnungszahl n der nichtcharakteristischen Harmonischen auf der Gleichstromseite der HGÜ 2 ausgelesen und jeweils dem Plus-Eingang der Addierer 68 und 70 zugeführt. Am zweiten Eingang des Addierers 68 (Plus-Eingang) und des Addierers 70 (Minus-Eingang) steht die Konstante "1" an. An den Ausgängen der Addierer 68 und 70 steht jeweils eine Ordnungszahl $z=n+1$ und $z=n-1$ der nichtcharakteristischen Harmonischen des Netzes 8 an, die aufgrund einer nichtcharakteristischen Harmonischen im Netz 6 erzeugt sind.

Eine nichtcharakteristischen Harmonische mit Ordnungszahlen $h=5$ im Mit-System des ersten Netzes 6 generiert im zweiten Netz 8 nichtcharakteristische Harmonische der Ordnungszahlen $z=5$ und $z=7$. Eine nichtcharakteristische Harmonische mit der Ordnungszahl $h=5$ im Gegen-System des ersten Netzes 6 generiert im zweiten Netz 8 nichtcharakteristische Harmonische der Ordnungszahlen $z=3$ und $z=5$.

Mittels des erfindungsgemäßen Verfahrens besteht die Möglichkeit, jeweils jede nichtcharakteristische Harmonische im ersten Netz 6 nach Ordnungszahl h und Amplitude der Vorverzerrung U_h zu ermitteln und die Ordnungszahlen z der generierten

nichtcharakteristischen Harmonischen im zweiten Netz 8 bestimmen, so daß entsprechend dieser Ordnungszahlen z entsprechende Drehstromfilterkreise 50 ans zweite Netz geschaltet werden können, die die Oberschwingungsströme Ih absaugen.

5 Dadurch wird die Energiequalität des zweiten Netzes 8 verbessert. Dieses Verfahren und diese Vorrichtung können besonders bei nicht starren Netzen deren Energiequalität erheblich verbessern.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Ermittlung von Ordnungszahlen (z) von nicht-
charakteristischen Oberschwingungsströmen (Ih) eines mittels
5 einer Hochspannungs-Gleichstrom-Übertragungs-Anlage (2) mit
einem ersten Energieversorgungsnetz (6) gekoppelten zweiten
Energieversorgungsnetzes (8) und zur Kompensation dieser
nichtcharakteristischen Oberschwingungsströme (Ih), die auf-
grund einer im ersten Energieversorgungsnetz (6) durch eine
10 niederfrequente Harmonische vorhandenen und durch die Kurz-
kupplung (2) hindurchtretenden Verzerrung (Uh) der Speise-
spannung (U1) erzeugt wird, mit folgenden Verfahrensschrit-
ten:

- 15 a) Ermittlung der Ordnungszahl (h) einer Vorverzerrung (Uh)
der Spannung (U1) des speisenden Energieversorgungsnetzes
(6) aufgrund einer Spannungs- und/oder Strommessung;
- b) Ermittlung der Ordnungszahl (n) einer untersten nicht-
charakteristischen Oberschwingung auf der Gleichstromseite
20 der Anlage (2) in Abhängigkeit der ermittelten Ordnungs-
zahl (h) und eines bereitgestellten Spannungssymmetrie-
Signals (SMG);
- c) Ermittlung der Ordnungszahl (z) einer untersten nicht-
charakteristischen Oberschwingung auf der zweiten Dreh-
25 stromseite der Anlage (2) in Abhängigkeit der ermittelten
Ordnungszahl (n) der nichtcharakteristischen Oberschwin-
gung auf der Gleichstromseite der Kurzkupplung (2) und des
bereitgestellten Spannungssymmetrie-Signals (SMG) und
- d) Aktivierung wenigstens eines Teils einer Kompensations-
30 anlage (44) aufgrund der ermittelten Ordnungszahlen (z)
von nichtcharakteristischen Oberschwingungsströmen (Ih)
im zweiten Energieversorgungsnetz (8).

2. Verfahren nach Anspruch 1, wobei der Kompensationsanlage
35 (44) für die nichtcharakteristischen Oberschwingungsströme
(Ih) ein Freigabesignal (SF) zugeführt wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1, wobei die Ordnungszahl (n) einer untersten nichtcharakteristischen Oberschwingung auf der Gleichstromseite der Anlage mittels $n = h+1$, wenn die verursachende Netzverzerrung (Uh) im Mit-System, bzw. mittels
5 $n = h-1$, wenn die verursachende Netzverzerrung (Uh) im Gegen-System auftritt, berechnet wird, mit $h =$ Ordnungszahl einer Netzverzerrung (Uh).

4. Verfahren nach Anspruch 1, wobei die Ordnungszahl (z) einer untersten nichtcharakteristischen Oberschwingung auf
10 der zweiten Drehstromseite der Anlage (2) mittels $z = n+1$ berechnet wird, mit $n =$ Ordnungszahl einer nichtcharakteristischen Oberschwingung auf der Gleichstromseite der Kurz-
kupplung (2).

15 5. Vorrichtung (4) zur Durchführung des Verfahrens nach Anspruch 1 für zwei durch eine Hochspannungs-Gleichstrom-Übertragungs-Anlage (2) miteinander verbundenen Energieversorgungsnetzen (6,8), wobei das speisende Energieversorgungsnetz
20 (6) eine Vorverzerrung (Uh) der Spannung (U1) durch eine niederfrequente Harmonische aufweist, die durch die Kurz-
kupplung (2) tritt, bestehend aus einer Einrichtung (46) zur Bestimmung einer Ordnungszahl (h) einer Vorverzerrung (Uh) der Spannung (U1) des speisenden Energieversorgungsnetzes (6),
25 der eingangsseitig ein Spannungs- und/oder Strommeßwert (62, 64) zugeführt ist, einer Einrichtung (48) zur Bestimmung der Ordnungszahl (z) einer untersten nichtcharakteristischen
Oberschwingung auf der zweiten Drehstromseite der Anlage (2) in Abhängigkeit des ermittelten Betrags und der ermittelten
30 Ordnungszahl (h) der Vorverzerrung (Uh), eines Spannungssymmetrie-Signals (SMG) und einer zwischendurch bestimmten Ordnungszahl (n) einer untersten nichtcharakteristischen
Oberschwingung auf der Gleichstromseite der Anlage (2), wobei diese Einrichtung (48) der Einrichtung (46) zur Bestimmung
35 der Vorverzerrung (Uh) nachgeschaltet ist, und einer Kompensationsanlage (44) für die nichtcharakteristischen Oberschwingungsströme (Ih) im zweiten Energieversorgungsnetz (8), deren Steuereingang (56) mit dem Ausgang der Einrichtung (48)

zur Bestimmung der Ordnungszahl (z) einer untersten nichtcharakteristischen Oberschwingung verbunden ist, wobei die Ausgänge dieser Kompensationsanlage (44) mit dem zweiten Energieversorgungsnetz (8) verbindbar sind.

5

6. Vorrichtung (4) nach Anspruch 5, wobei einem zweiten Steuereingang (58) der Kompensationsanlage (44) für die nichtcharakteristischen Oberschwingungsströme (Ih) ein Freigabesignal (SF) von einer Filterlogik (36) der HGÜ-Anlage (2) zugeführt ist.

10

7. Vorrichtung (4) nach Anspruch 5, wobei als Einrichtung (46) zur Bestimmung der Vorverzerrung (Uh) nach Betrag und Ordnungszahl (h) ein Oberschwingungsmeßgerät vorgesehen ist.

15

8. Vorrichtung (4) nach Anspruch 5, wobei als Einrichtung (48) zur Bestimmung der Ordnungszahl (z) einer nichtcharakteristischen Oberschwingung ein Speicher (66) mit nachgeschalteter Logik (68,70) vorgesehen ist.

20

9. Vorrichtung (4) nach Anspruch 5, wobei die Kompensationsanlage (44) für die nichtcharakteristischen Oberschwingungsströme (Ih) mehrere Filter (50) unterschiedliche niederfrequente Ordnungszahlen (z) aufweist.

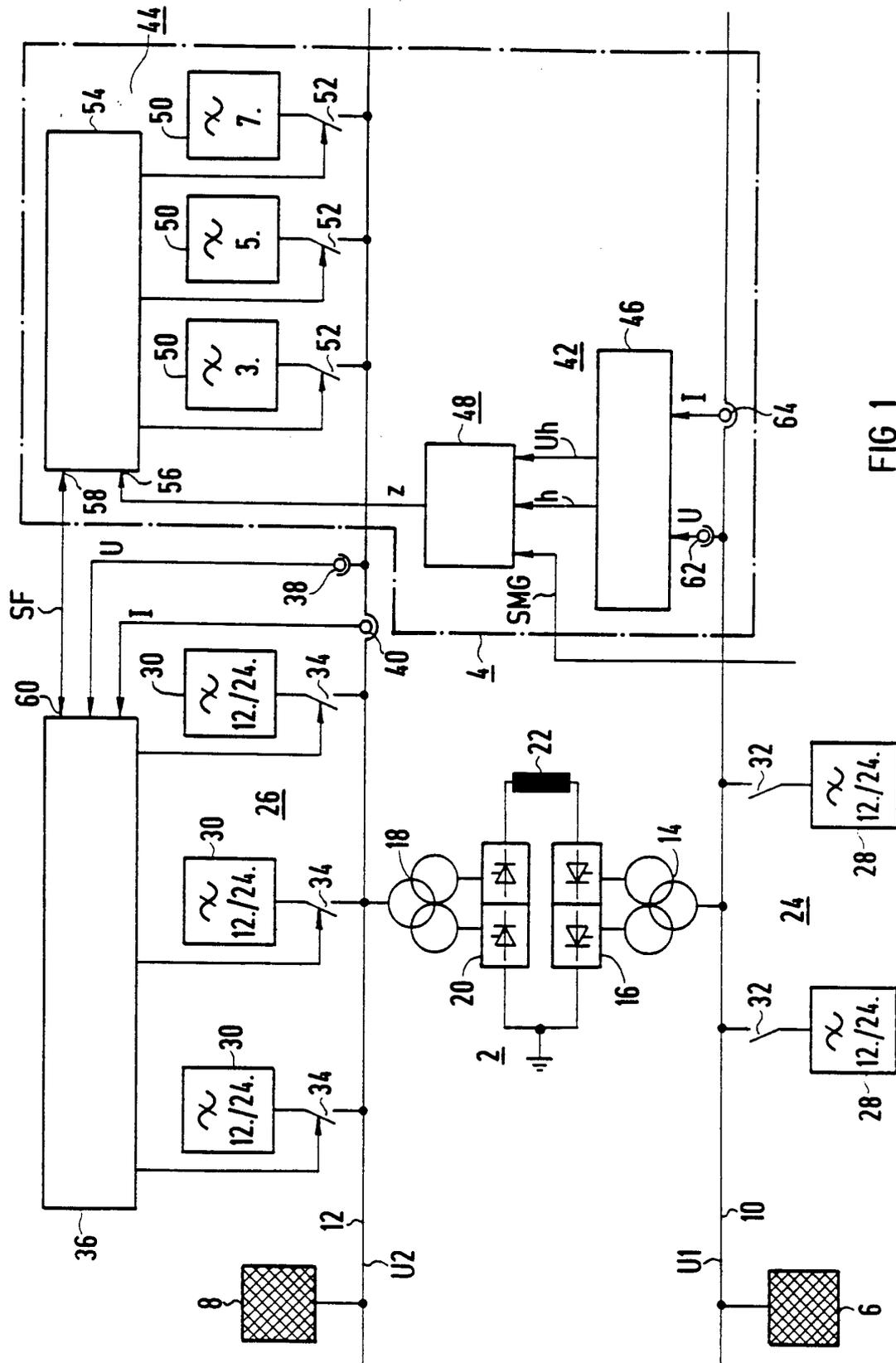


FIG 1

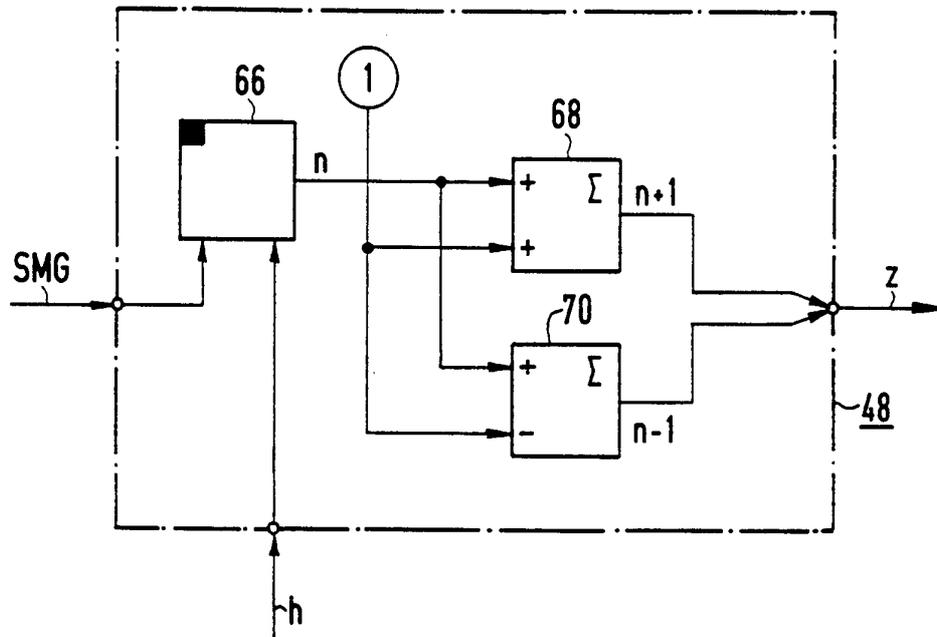


FIG 2

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/DE 92/01063

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl. 5 H02J3/36; H02J3/01

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)

Int.Cl. 5 H02J ; H02M

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 practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	EP,A,0 212 172 (BBC) 4 March 1987 see page 3, line 10 - page 13, line 18; figures 1-6	1,3,5
A	ELEKTRIE No. 46, March 1992, BERLIN pages 114 - 121 GRETSCH ET AL 'eisatz eines oberschwingungs-mess-gerATES AN EINER HGU-KURZKUPPLUNG' cited in the application see the whole document	1,5,7
	- / - -	

 Further documents are listed in the continuation of Box C.
 See patent family 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

9 August 1993 (09.08.93)

Date of mailing of the international search report

25 August 1993 (25.08.93)

Name and mailing address of the ISA/

European Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/DE 92/01063

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	IEEE/CSEE JOINT CONFERENCE ON HIGH-VOLTAGE TRANSMISSION SYSTEMS IN CHINA 17 October 1987, BEIJING, CHINA pages 148 - 153 CHRISTL ET AL 'double tuned harmonic ac-filters for hvdc-converter stations' cited in the application see the whole document --	1
A	ELEKTRIE Vol. 45, March 1992, BERLIN pages 97 - 100 BAUER ET AL 'HARMONISCHE IN DREHSTROM-NETZEN BEI BETRIEB EINER HGU-KURZKUPPLUNG' cited in the application see the whole document -- -.-.-.-.-	1

ANNEX TO THE INTERNATIONAL SEARCH REPORT
ON INTERNATIONAL PATENT APPLICATION NO.

DE 9201063
SA 68379

This annex lists the patent family members relating to the patent documents cited in the above-mentioned international search report.
The members are as contained in the European Patent Office EDP file on
The European Patent Office is in no way liable for these particulars which are merely given for the purpose of information. 09/08/93

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
EP-A-0212172	04-03-87	CA-A- 1292511	26-11-91
		JP-A- 62040058	21-02-87
		US-A- 4639846	27-01-87

EPO FORM P0479

For more details about this annex : see Official Journal of the European Patent Office, No. 12/82

I. KLASSIFIKATION DES ANMELDUNGSGEGENSTANDS (bei mehreren Klassifikationssymbolen sind alle anzugeben) ⁶		
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC Int.Kl. 5 H02J3/36; H02J3/01		
II. RECHERCHIERTE SACHGEBIETE		
Recherchierter Mindestprüfstoff ⁷		
Klassifikationssystem	Klassifikationssymbole	
Int.Kl. 5	H02J ; H02M	
Recherchierte nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Sachgebiete fallen ⁸		
III. EINSCHLAGIGE VERÖFFENTLICHUNGEN ⁹		
Art. ⁹	Kennzeichnung der Veröffentlichung ¹¹ , soweit erforderlich unter Angabe der maßgeblichen Teile ¹²	Betr. Anspruch Nr. ¹³
A	EP,A,0 212 172 (BBC) 4. März 1987 siehe Seite 3, Zeile 10 - Seite 13, Zeile 18; Abbildungen 1-6 ---	1,3,5
A	ELEKTRIE Nr. 46, März 1992, BERLIN Seiten 114 - 121 GRETSCHE ET AL 'Einsatz eines überschwingungs-mess-gerÄTES AN EINER HGÜ-KURZKUPPLUNG' in der Anmeldung erwähnt siehe das ganze Dokument --- -/--	1,5,7
<p>⁹ Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen ¹⁰ :</p> <p>"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist</p> <p>"E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist</p> <p>"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)</p> <p>"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht</p> <p>"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist</p> <p>"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</p> <p>"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden</p> <p>"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 nahelegend ist</p> <p>"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist</p>		
IV. BESCHEINIGUNG		
Datum des Abschlusses der internationalen Recherche		Absenddatum des internationalen Recherchenberichts
09. AUGUST 1993		2 5. 08. 93
Internationale Recherchenbehörde EUROPAISCHES PATENTAMT		Unterschrift des bevollmächtigten Bediensteten CALARASANU

III. EINSCHLAGIGE VERÖFFENTLICHUNGEN (Fortsetzung von Blatt 2)		
Art °	Kennzeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der maßgeblichen Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	<p>IEEE/CSEE JOINT CONFERENCE ON HIGH-VOLTAGE TRANSMISSION SYSTEMS IN CHINA 17. Oktober 1987, BEIJING, CHINA Seiten 148 - 153 CHRISTL ET AL 'double tuned harmonic ac-filters for hvdc-converter stations' in der Anmeldung erwähnt siehe das ganze Dokument ---</p>	1
A	<p>ELEKTRIE Bd. 45, März 1992, BERLIN Seiten 97 - 100 BAUER ET AL 'HARMONISCHE IN DREHSTROM-NETZEN BEI BETRIEB EINER HGÜ-KURZKUPPLUNG' in der Anmeldung erwähnt siehe das ganze Dokument -----</p>	1

**ANHANG ZUM INTERNATIONALEN RECHERCHENBERICHT
 ÜBER DIE INTERNATIONALE PATENTANMELDUNG NR.**

DE 9201063
 SA 68379

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten internationalen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.

Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
 Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

09/08/93

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP-A-0212172	04-03-87	CA-A- 1292511 JP-A- 62040058 US-A- 4639846	26-11-91 21-02-87 27-01-87

EPO FORM P0473

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82