

(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
4. April 2002 (04.04.2002)

PCT

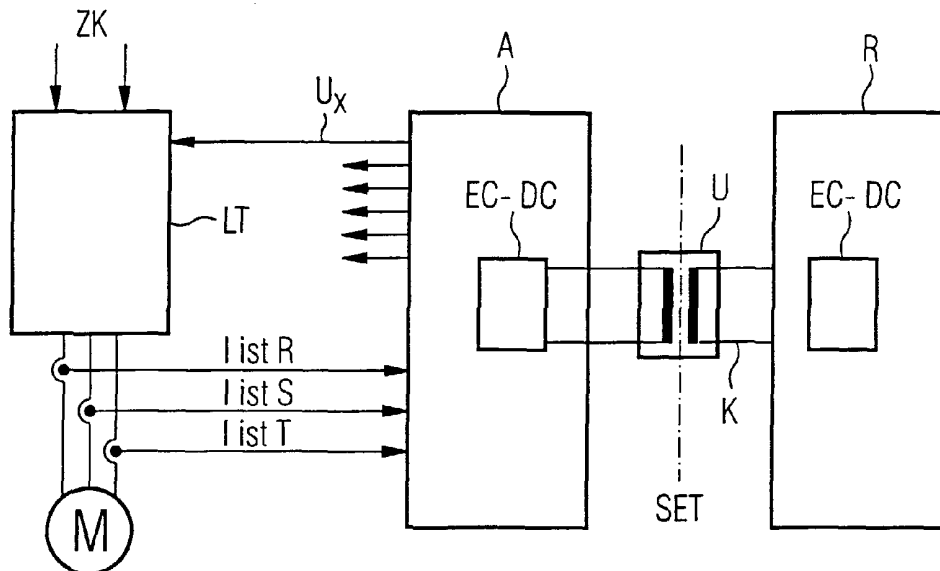
(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 02/27913 A1

- (51) Internationale Patentklassifikation⁷: **H02P 7/63** (72) Erfinder; und
(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **GAKSCH, Susanne** [DE/DE]; Gebbertstr. 129, 91056 Erlangen (DE). **GÖPFRICH, Kurt** [DE/DE]; Rosenau 21, 91058 Erlangen (DE). **HEIDRICH, Peter** [DE/DE]; Lamprechtstr. 1a, 90478 Nürnberg (DE). **IMRICH, Franz** [DE/DE]; Gerhart-Hauptmann-Str. 6, 91058 Erlangen (DE). **JÄNICKE, Peter** [DE/DE]; Keltischstr. 4, 91058 Erlangen (DE).
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE01/03575
- (22) Internationales Anmeldedatum:
17. September 2001 (17.09.2001)
- (25) Einreichungssprache: Deutsch
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (30) Angaben zur Priorität:
100 48 353.4 29. September 2000 (29.09.2000) DE
- (74) Gemeinsamer Vertreter: **SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT**; Postfach 22 16 34, 80506 München (DE).
- (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): **SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT** [DE/DE]; Wittelsbacherplatz 2, 80333 München (DE).
- (81) Bestimmungsstaaten (national): CN, US.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: DRIVE CONTROL FOR AN ELECTRIC DRIVE WITH A SECURE ELECTRICAL SEPARATION OF POWER ELEMENT AND CONTROL ELEMENT

(54) Bezeichnung: ANTRIEBSSTEUERUNG FÜR EINEN ELEKTRISCHEN ANTRIEB MIT SICHERER ELEKTRISCHER TRENNUNG VON LEISTUNGSTEIL UND REGELUNGSEINHEIT



(57) Abstract: The invention relates to a drive control for an electric drive with a secure electrical separation of power element and control element. The aim of the invention is to reduce the number of components such as optic couplers and buffer amplifiers between the power element and a control electronics. To this end, a suitable electrical transformer (U) is inserted in a digital communication interface (K) between the control unit (R) and the control electronics (A) for the purpose of providing a secure electrical separation. To make use of a transformer (U) possible, a non-zero frequency encoding, for example a Manchester encoding, is carried out. Alternatively, an Ethernet physics can be used to provide a suitable communication interface. The transformer electrically insulates the two communication paths from each other that are provided in an Ethernet physics and preferably has little coupling capacity and a low attenuation factor.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]



WO 02/27913 A1



(84) Bestimmungsstaaten (*regional*): europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, TR).

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.

Veröffentlicht:

- *mit internationalem Recherchenbericht*
- *vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen eintreffen*

(57) Zusammenfassung: Um Aufwand bezüglich Optokopplern und Trennverstärkern zwischen Leistungsteil und einer Ansteuerelektronik zu vermeiden, wird zu sicheren elektrischen Trennung nur ein geeigneter elektrischer Übertrager (U) in eine digitale Kommunikationsschnittstelle (K) zwischen der Regelungseinheit (R) und der Ansteuerelektronik (A) geschaltet. Um einen Übertrager (U) einsetzen zu können, wird eine gleichanteilsfreie Codierung durchgeführt. Hier bietet sich eine Manchestercodierung an. Eine Alternative besteht in der Verwendung einer Ethernet-Physik zur Realisierung einer geeigneten Kommunikationsschnittstelle, wobei der Übertrager beide bei einer Ethernet-Physik vorgesehenen Kommunikationsstrecken galvanisch trennt und vorzugsweise eine geringe Koppelkapazität und Dämpfung aufweist.

Beschreibung

Antriebssteuerung für einen elektrischen Antrieb mit sicherer elektrischer Trennung von Leistungsteil und Regelungseinheit

5

Die Erfindung bezieht sich auf eine Antriebssteuerung für einen elektrischen Antrieb mit einem Leistungsteil, das auf einem vergleichsweise hohen elektrischen Potential liegt, mit einer Ansteuerelektronik, die dem Leistungsteil Ansteuersignale liefert und von diesem Phasenstromwerte erhält, und mit einer Regelungseinheit, die auf einem vergleichsweise niedrigen elektrischen Potential liegt und mit der Ansteuerelektronik über eine digitale Kommunikationsschnittstelle verbunden ist, wobei zwischen dem Leistungsteil und der Regelungseinheit eine galvanische Trennung besteht.

15

Bei einer solchen Antriebssteuerung muss aus Sicherheitsgründen die Hochvoltseite des Leistungsteils (bis zu 720 Volt) von der Niedervoltseite der Regelungseinheit (in der Regel ca. 5 Volt) sicher elektrisch getrennt sein. Dazu ist an einer Stelle eine galvanische Trennung erforderlich, wobei einschlägige Normen eine Luft- und Kriechstrecke von z.B. 8 mm erfordern. Dazu müssen die verwendeten elektrischen Bauteile die Anforderungen dieser speziellen Normen erfüllen.

25

Heutige Lösungen zu einer solchen sicheren elektrischen Trennung nehmen diese Trennung zwischen einer Ansteuerelektronik und dem Leistungsteil vor. Eine solche bekannte Anordnung einer Antriebssteuerung ist in Form eines Blockschaltbildes in FIG 3 dargestellt.

30

Das Leistungsteil LT bezieht seine Energie aus einem Zwischenkreis ZK eines Umrichters (nicht gezeigt) und liefert die drei Phasenspannungen zur Ansteuerung eines Motors M. Die Ansteuerelektronik A liefert sechs Ansteuersignale U_x über sechs jeweilige Optokoppler OK (der besseren Übersichtlichkeit halber ist exemplarisch nur ein solcher Optokoppler ge-

35

zeigt), die zur Ansteuerung von in dem Leistungsteil angeordneten Stromventilen, insbesondere einer Brückenschaltung von IGBT-Transistoren, dienen. Zusätzlich ist eventuell ein weiterer solcher Pfad Ubr für die Ansteuerung eines Bremschoppers erforderlich.

In den drei Phasen R, S, T des Motors M werden die jeweiligen Phasenstromistwerte I_{istR} , I_{istS} , I_{istT} gemessen und über jeweilige Trennverstärker TV an die Ansteuerelektronik geführt.

10 In einzelnen Fällen sind auch nur zwei Trennverstärker vorgesehen, da der Strom in der dritten Phase aus den beiden erfassten Phasenstromistwerten gewonnen werden kann. Zusätzlich ist ein Trennverstärker TV für die Erfassung der Zwischenkreisspannung U_{zk} erforderlich. Die Ansteuerelektronik ist

15 über eine Kommunikationsschnittstelle K mit der Regelungseinheit R verbunden.

Damit müssen nach dem Stand der Technik die sechs oder sieben (mit Bremschopper) Optokoppler OK und die Trennverstärker TV

20 die Anforderungen an eine sichere elektrische Trennung erfüllen. Solche Bauelemente sind vergleichsweise teuer, weshalb die Tatsache, dass eine Vielzahl dieser genannten Bauelemente benötigt wird, sehr kostenintensiv ist.

25 Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es daher, eine einfachere und damit kostengünstigere Antriebssteuerung für einen elektrischen Antrieb mit sicherer elektrischer Trennung von Leistungsteil und Regelungseinheit zu schaffen.

30 Gemäß der vorliegenden Erfindung wird diese Aufgabe dadurch gelöst, dass eine Antriebssteuerung der eingangs geschilderten Art dadurch weitergebildet wird, dass zur galvanischen Trennung ausschließlich ein geeigneter elektrischer Überträger in die Kommunikationsschnittstelle zwischen der Regelungseinheit und der Ansteuerelektronik geschaltet ist.

35

Der Übertrager wird dabei vorzugsweise so ausgestaltet, dass die durch den elektrischen Übertrager gewährleistete galvanische Trennung die Anforderungen an eine sichere elektrische Trennung erfüllt.

5

Häufig ist auch eine bidirektionale Übertragung zu ermöglichen. Dazu wird eine Lösung mit Bauteilen nach dem aus der Bürokommunikationstechnik weit verbreiteten Ethernet-Standard vorgeschlagen, indem die digitale Kommunikationsschnittstelle auf Basis einer Ethernet-Physik ausgeführt ist, wobei der Übertrager beide bei einer Ethernet-Physik vorgesehenen Kommunikationsstrecken galvanisch trennt.

10

Dabei hat es sich als vorteilhaft erwiesen, wenn der Übertrager in die Ansteuerlektronik integriert ist.

15

Bei Ethernet kann somit eine bidirektionale Übertragung über einen Kanal nicht realisiert werden, man braucht zwei getrennte Kanäle, verbunden mit erhöhtem Aufwand. Eine weitere Einschränkung besteht darin, dass der Übertrager für Ethernet standardmäßig keine ausreichende Störfestigkeit gegenüber hohen Spannungsänderungen über die Zeit (du/dt) gewährleistet, insbesondere aber keine sichere Trennung für Spannungen über 720V. Aus diesem Grund wird erfindungsgemäß extra ein geeigneter Übertrager geschaffen, welcher diese Anforderungen erfüllt.

20

25

Eine weitere vorteilhafte Ausgestaltung der Antriebssteuerung für einen elektrischen Antrieb nach der Erfindung zeichnet sich dadurch aus, dass ein Codierer zur gleichanteilsfreien Codierung eines binären Datenstroms auf der Sendeseite vorgesehen ist, wodurch der codierte Datenstrom über die digitale Kommunikationsschnittstelle mit dem elektrischen Übertrager übertragbar ist, und mit einem Decoder zur Decodierung des Datenstroms auf der Empfangsseite.

30

35

Dadurch wird eine Übertragung von binären Informationen zwischen der Regelungseinheit und der Ansteuerelektronik ermöglicht, wobei auftretende Gleichanteile im Datenstrom über die Kommunikationsschnittstelle, die der Übertrager nicht verarbeiten könnte, vermieden werden.

Dabei hat es sich als günstig erwiesen, wenn durch den Codierer auf der Sendeseite Erzeugung von künstlichen Signalwechseln durch Übertragung von Binärwerten des Datenstroms als definierte Folge von Signalwechseln durchführbar ist und durch den Decoder die ursprünglichen Binärwerte des Datenstroms durch Zuordnung der zugehörigen Binärwerte zu den auf der Empfangsseite eintreffenden Folgen von Signalwechseln rückgewinnbar sind.

Besonders vorteilhaft ist es hierbei, wenn der Codierer und der Decoder eine Manchesterkodierung durchführen, weil dafür eine Vielzahl von günstigen Standardkomponenten zur Verfügung steht.

Mit besonders geringem Aufwand lässt sich auf der Grundlage der Erfindung eine serielle Kommunikationsschnittstelle zur Übertragung realisieren, wobei eine Übertragung im Halbduplex-Betrieb durchführbar ist.

Um eine synchrone digitale Kommunikation zwischen der Regelungseinheit und der Ansteuerelektronik mit einem Datensignal und einem Taktsignal durchzuführen, hat es sich als vorteilhaft erwiesen, wenn der Codierer zur logischen Verknüpfung von Datensignal und Taktsignal auf der Sendeseite derart dient, dass ein gleichanteilsfreies codiertes Datensignal resultiert, welches über eine erste Kommunikationsstrecke der Kommunikationsschnittstelle übertragbar ist. Eine zweite Kommunikationsstrecke der Kommunikationsschnittstelle dient dann zur Übertragung des Taktsignals und der elektrische Übertrager ist derart ausgestaltet, dass er beide Kommunikationsstrecken galvanisch trennt, wobei durch den Decodierer auf

der Empfangsseite durch erneute logische Verknüpfung von codiertem Datensignal und Taktsignal das ursprüngliche Datensignal wiedergewinnbar ist.

5 Um Laufzeitdifferenzen zwischen Datensignal und Taktsignal zu vermeiden, empfiehlt es sich, dass die Mittel zur Codierung und Decodierung des Taktsignals mit derselben logischen Verknüpfung mit einem konstanten Binärwert dienen und das codierte Taktsignal über die zweite Kommunikationsstrecke
10 bertragbar ist.

Besonders einfach und damit kostengünstig lässt sich dies realisieren, wenn der Codierer zur Exklusiv-Oder-Verknüpfung von Datensignal und Taktsignal auf der Sendeseite dient, und
15 der Decoder auf der Empfangsseite zur erneuten Exklusiv-Oder-Verknüpfung von codiertem Datensignal und Taktsignal dient.

Für das Taktsignal und zur Vermeidung unterschiedlicher Laufzeiten kann dann erfindungsgemäß der Codierer zur Exklusiv-
20 Oder-Verknüpfung des Taktsignals mit einem konstanten binären Wert, insbesondere mit dem Wert Null, auf der Sendeseite dienen, wobei das so codierte Taktsignal über die zweite Kommunikationsstrecke übertragbar ist, wobei durch den Decoder eine erneute Exklusiv-Oder-Verknüpfung von codiertem Taktsig-
25 nal und dem gleichen konstanten binären Wert, insbesondere mit dem Wert Null, auf der Empfangsseite durchführbar ist.

Für alle diese Maßnahmen hat es sich als günstig erwiesen, wenn ein Übertrager mit einer geringen Koppelkapazität zwischen dessen Primärkreis und Sekundärkreis, insbesondere mit
30 einer Koppelkapazität kleiner als 1 pF, vorgesehen ist.

Außerdem sollte vorteilhafterweise ein Übertrager mit einer geringen Dämpfung vorgesehen sein, insbesondere um die hohen
35 Datenübertragungsraten zu verarbeiten, die auf Basis einer Ethernet-Physik erreichbar sind.

Weitere Vorteile und Details der vorliegenden Erfindung ergeben sich anhand des im folgenden dargestellten Ausführungsbeispiels und in Verbindung mit den Figuren. Dabei sind Elemente mit gleicher Funktionalität mit den gleichen Bezugszeichen gekennzeichnet. Es zeigt:

- FIG 1 ein Blockschaltbild einer Antriebssteuerung mit einfacher und sicherer elektrischer Trennung nach der Erfindung,
- 10 FIG 2 ein Blockschaltbild einer Antriebssteuerung nach FIG auf Basis einer Ethernet-Physik und
- FIG 3 ein Blockschaltbild einer Antriebssteuerung mit sicherer elektrischer Trennung nach dem Stand der Technik.

15

In der Darstellung nach FIG 1 ist ein Blockschaltbild einer Antriebssteuerung mit einfacher und sicherer elektrischer Trennung nach der Erfindung gezeigt. Die Anordnung entspricht im wesentlichen der bereits einleitend dargestellten nach dem

20 Stand der Technik gemäß FIG 3. Der entscheidende erfindungsgemäße Unterschied besteht darin, dass die Kommunikationsschnittstelle K einen Übertrager U aufweist, der die sichere elektrische Trennung SET übernimmt.

25 Die im folgenden erläuterten Kommunikationsverfahren ermöglichen eine galvanische Trennung der Datenleitungen der Kommunikationsschnittstelle K und damit die Möglichkeit, die sichere elektrische Trennung SET auf die Kommunikationsschnittstelle K zu verschieben.

30

Dadurch wird es ermöglicht, auf die Mehrzahl an teuren Optokopplern OK und Trennverstärkern TV zu verzichten, wie sie nach dem Stand der Technik in FIG 3 benötigt werden. Da nur noch eine funktionale Trennung von Hochvoltseite und Nieder-

35 voltseite notwendig ist, ist nur noch eine Luft- und Kriechstrecke von z.B. 4 mm erforderlich. Dadurch lässt sich eine beträchtliche Kostenersparnis erreichen.

Nach der Erfindung wird der Datenstrom zunächst geeignet aufbereitet und dann über den Übertrager U übertragen. Dieser Übertrager sollte eine sehr geringe Koppelkapazität zwischen Primär- und Sekundärseite besitzen (typischerweise $<1\text{pF}$), um
5 Probleme mit dem hohen Spannungs-Zeit-Änderungen du/dt zu vermeiden. Außerdem sollte dieser eine geringe Dämpfung besitzen, um hohe Datenraten übertragen zu können und für eine sichere Trennung SET geeignet zu sein.

10 Eine Möglichkeit zur Kommunikation über eine durch einen solchen Übertrager U abgesicherte Kommunikationsschnittstelle K besteht in der Verwendung von Kommunikationskomponenten nach dem weit verbreiteten Ethernet-Standard, indem die digitale Kommunikationsschnittstelle auf Basis einer Ethernet-Physik
15 ausgeführt ist, wobei der Übertrager beide bei einer Ethernet-Physik vorgesehenen Kommunikationsstrecken galvanisch trennt.

Eine solche Möglichkeit ist ausschnittsweise in der Darstellung nach FIG 2 gezeigt. Dazu weisen die Ansteuerelektronik A
20 und die Regelungseinheit R Leitungstreiber PL auf Basis des Ethernet-Physical-Layer auf, die mit einem geeigneten Übertragungsprotokoll betrieben werden. Die eigentliche Übertragung erfolgt über den Übertrager U, der die beiden Kommunikationsstrecken galvanisch trennt.
25

Da, wie bereits weiter oben erwähnt, bei Ethernet keine bidirektionale Übertragung über einen Kanal realisiert werden kann, braucht man zwei getrennte Kanäle RX1 und TX1. Daher
30 wird ein Übertrager für Ethernet, der standardmäßig keine ausreichende Störfestigkeit gegenüber hohen Spannungsänderungen über die Zeit (du/dt) gewährleistet, insbesondere aber keine sichere Trennung für Spannungen über 720V, durch einen erfindungsgemäßen Übertrager ersetzt. Dieser wird so ausgeführt, dass er für beide Kommunikationsstrecken bzw. Kanäle
35 eine sichere galvanische Trennung gewährleistet.

Bei Einsatz der geschilderten Ethernet-Physik stellt sich kein Problem mit Gleichanteilen bei der Übertragung von binären Daten über den Übertrager, da nach dem Ethernet-Standard mit den darin realisierten drei Spannungszuständen mit einer positiven und negativen Spannung sowie Null Volt keine Sättigungszustände im Übertrager zu befürchten sind.

Ein Beispiel für ein geeignetes synchrones Übertragungssystem stellt ein Kommunikationsnetzwerk auf Basis einer Ethernet-Physik dar, welches über ein geeignetes digitales Übertragungsprotokoll zu einem deterministischen Übertragungssystem ertüchtigt wird.

Da es bei der in FIG 1 gezeigten Anwendung in der Regel sowohl auf eine hochgenaue Einhaltung der Echtzeitbedingung als auch auf eine hohe Sicherheit der Übertragung ankommt, wird beispielsweise die genormte Übertragungsschicht 2 (Telegrammrahmen und Zugriffsverfahren) des (Fast)-Ethernet, die diese Anforderungen nicht erfüllt, durch ein neues Daten-Protokoll und eine neue Zugriffsteuerung vollständig neu definiert und damit die Ethernet-Physik als Basis für eine Echtzeitkommunikation zwischen beispielsweise Antriebskomponenten genutzt. Damit kann die Kommunikation zwischen der Regelungseinheit R und dem Leistungsteil LT realisiert werden.

Bezüglich einer Synchronisation zwischen einem Master, z.B. der Regelungseinheit R, und Slaveeinheiten, z.B. mehreren Leistungsteilen LT eines dezentralen Antriebsverbandes, erweist es sich als vorteilhaft, wenn eine Synchronisierung der Slaveeinheiten auf die Mastereinheit erfolgt, indem jede Slaveeinheit über einen jeweiligen Zeitzähler mit einer vorgegebenen Gesamtzykluszeit getaktet wird, der zyklisch durch den Empfang einer jeweiligen von der Mastereinheit bestimmten Slave-spezifischen Synchronisationsinformation gesetzt wird.

Es kann somit eine Master-Slave-Kommunikationsarchitektur zum Einsatz kommen. Um einen zyklischen Datenaustausch mit

gleichen Abtastzeitpunkten realisieren zu können, wird eine gemeinsame Zeitbasis für den Master und alle Slaves hergestellt. Die Synchronisierung der Slaves auf den Master erfolgt durch speziell ausgezeichnete, zeitlich definierten Telegramme des Masters an die Slaves und individuell parametrisierte Zeitähler in den Slaves.

Dabei können Nutzdatentelegramme und spezielle Synchronisationstelegramme, die die jeweiligen Synchronisationsinformationen beinhalten, übertragen werden. Alternativ kann die Synchronisationsinformation auch in ein ausgezeichnetes Nutzdatentelegramm integriert sein.

Dabei lässt sich die Stabilität des Kommunikationssystems weiter steigern, wenn jeder Zeitähler einer Slaveeinheit auch bei Ausbleiben der jeweiligen Synchronisationsinformation nach Ablauf der vorgegebenen Gesamtzykluszeit selbstständig einen neuen Zyklus startet.

Für den Sende- und Empfangsbetrieb bei der zyklischen Datenübertragung kommt beispielsweise ein Zeitschlitz-Zugriffsverfahren zum Einsatz, das vom Master im Netzwerk initialisiert wird und eine totzeit-optimale Datenübertragung erlaubt. Dadurch können die Telegramme bzgl. gestörter, verfrühter oder verspäteter Übertragung präzise überwacht werden.

Dazu besitzt zur Initialisierung ausschließlich die Master-
einheit Sendeberechtigung auf der Kommunikationsstrecke und teilt jeder Slaveeinheit, die ausschließlich Antwortberechtigung besitzt, über ein entsprechendes Slave-spezifisches Telegramm neben der Gesamtzykluszeit mit, in welchen Zeitschlitz innerhalb der Gesamtzykluszeit die jeweilige Slaveeinheit welche Telegramme von der Mastereinheit empfangen wird und in welchen Zeitschlitz sie ihre Telegramme senden soll.

Dabei hat es sich als vorteilhaft erwiesen, wenn jeder Slaveeinheit in der Initialisierungsphase der jeweilige Synchronisationszeitpunkt mitgeteilt wird.

5 Wenn in jeder Slaveeinheit, eben dem jeweiligen Leistungsteil LT mit dessen Ansteuerelektronik A, zu einem gemeinsamen Zeitpunkt, insbesondere zu einem Zyklusbeginn, jeweilige Augenblickswerte (z.B. Phasenstromistwerte eines angeschlossenen Motors M etc.) gespeichert werden, lässt sich eine
10 gleichzeitige und äquidistante Abtastung für die Regelungseinheit R erreichen.

Außerdem lassen sich in jedem von der Mastereinheit an eine Slaveeinheit übermittelten Telegramm Kontrollinformationen
15 vorsehen, mit denen sich direkt in der Slaveeinheit vorgesehene sicherheitsgerichtete Funktionen aktivieren lassen.

Die Nutzdaten können in einem Telegrammrahmen transportiert werden, der neben der Slave-Adressierung und Telegrammlängeninformation die Absicherung der Datenintegrität mittels beispielsweise einer CRC-Prüfsumme und weitere sicherheitsrelevante Datenbereiche zur Verfügung stellt. Die Daten im Telegrammrahmen können nicht nur von einem Applikationsprozessor, sondern auch von einem Kommunikationsbaustein KOM ausgewertet
25 werden.

Dazu sendet jede Slaveeinheit mit jedem Telegramm ein Signal an die Mastereinheit aus. Die Mastereinheit setzt dann bei Ausbleiben dieses Signals die entsprechende Slaveeinheit kontrolliert still.
30

Obwohl die zur Anwendung kommende Übertragungstechnik nach dem Ethernet-Standard prinzipiell nur Punkt-zu-Punkt-Verbindungen erlaubt, kann wie bei (Fast) Ethernet Netzen auch
35 durch die Verwendung von Netzknoten (sogenannte HUBs) die Bildung von Netzwerken ermöglicht werden, indem mehrere oder jeder Kommunikationsteilnehmer über einen Schaltungsteil zur

Bildung von Netzknoten verfügt, der zur Weiterleitung der Telegramme in Richtung einer anderen Mastereinheit oder weiterer Slaveeinheiten dient, wobei eine Kommunikation zwischen Kommunikationsteilnehmern über Netzknoten ebenfalls nach der vorangehend beschriebenen Vorgehensweise erfolgt. Erfindungsgemäß wird dann jede Kommunikationsschnittstelle K mittels eines geeigneten Übertragers U sicher elektrisch von der Hochvoltseite des Leistungsteils LT getrennt.

10 Mit Hilfe der im vorangehenden beschriebenen Vorgehensweise lässt sich auf Basis eines Kommunikationssystems mit Ethernet-Physik eine Echtzeitkommunikation erreichen. Dabei können auch hierarchische Netzwerke mit über Netzknoten verbundenen Punkt-zu-Punkt-Verbindungen mit Ethernet-Physik zur Durchführung einer Echtzeitkommunikation in größeren Netztopologien
15 erstellt werden.

Selbstverständlich lassen sich zur Realisierung der erfindungsgemäßen sicheren elektrischen Trennung SET von Leistungsteilen LT und deren Vernetzung mit einer Regelungseinheit R auch andere Kommunikationsnetzwerke als das vorangehend beispielhaft beschriebene verwenden, vorausgesetzt, dass die Bandbreite der Übertragung die Kommunikation im Stromregelungstakt gewährleistet.

25 Dabei ist zu beachten, dass für den Einsatz eines Übertragers auch bei anderen digitalen Kommunikationsverfahren zunächst eine gleichanteilsfreie Codierung durchgeführt wird, wobei sich hier beispielsweise die Manchestercodierung anbietet.
30 Dadurch kann vermieden werden, dass aufgrund einer Folge mehrerer gleicher Binärwerte quasi ein Gleichspannung am Übertrager U anliegt, welche dieser nicht verarbeiten kann.

Dazu sind in der nach FIG 1 dargestellten Antriebssteuerung sowohl in der Regelungseinheit R und der Ansteuerelektronik A, also an den beiden Ende der Kommunikationsstrecke, jeweilige Encoder/Decoder EC_DC vorgesehen. Damit werden die Daten

gleichanteilsfrei codiert, z.B. manchestercodiert, und stehen als codierte Daten zur Verfügung.

Selbstverständlich sind eine Vielzahl anderer Codierungsmöglichkeiten ebenfalls einsetzbar, sofern eine gleichanteilsfreie Signalübertragung ermöglicht wird.

Ein weiteres Ausführungsbeispiel ermöglicht eine Übertragung von synchronen Daten, wobei eine geeignete Codierung der Signale zur Vermeidung der Entstehung von Gleichanteilen durch eine EXOR-Verknüpfung von Taktsignal und Daten erfolgt.

Dafür müssen zwei Datenströme übertragen werden, nämlich ein Datensignal und das zur synchronen Übertragung erforderliche Taktsignal. Daher werden zwei Kommunikationsstrecken vorgesehen, welche durch einen Übertrager ähnlich dem in FIG 2 gezeigten mit sicherer galvanischer Trennung geschützt sind.

Das Datensignal ist zunächst nicht gleichanteilsfrei. Um es dennoch mit einem Übertrager übertragen zu können, wird es zunächst mit dem Taktsignal Exklusiv-Oder- bzw. EXOR-verknüpft. Es resultiert ein codiertes Datensignal. Das Taktsignal kann zur Vermeidung unterschiedlicher Lautzeiten mit einem konstanten binären Wert wie etwa ‚Null‘ EXOR-verknüpft.

Durch die logische Verknüpfung von Datensignal und Taktsignal ist somit gewährleistet, dass ein gleichanteilsfreies codiertes Datensignal über den Übertrager U übertragen werden kann. Das Taktsignal selbst ist stets gleichanteilsfrei.

Danach erfolgt die Übertragung beider codierter Signale über die jeweilige Kommunikationsstrecke sowie die Rückgewinnung des Originaldatenstromes durch nochmalige EXOR-Verknüpfung beider codierter Signale. Zur Rückgewinnung des ursprünglichen Taktsignals wird dieses erneut mit dem konstanten Binärwert EXOR-verknüpft.

Selbstverständlich sind weitere Möglichkeiten zur logischen Verknüpfung von Datensignal und Taktsignal möglich, die eine gleichanteilsfreie Übertragung des Datensignals ermöglichen. Die vorangehend erläuterte EXOR-Verknüpfung zeichnet sich für
5 die Erfindung durch deren besonders einfache und effektive Realisierung aus.

Patentansprüche

1. Antriebssteuerung für einen elektrischen Antrieb mit einem Leistungsteil (LT), das auf einem vergleichsweise hohen elektrischen Potential liegt, mit einer Ansteuerelektronik (A), die dem Leistungsteil (LT) Ansteuersignale (Ux) liefert und von diesem Phasenstromistwerte (IistR, IistS, IistT) erhält, und mit einer Regelungseinheit (R), die auf einem vergleichsweise niedrigen elektrischen Potential liegt und mit der Ansteuerelektronik (A) über eine digitale Kommunikationsschnittstelle (K) verbunden ist, wobei zwischen dem Leistungsteil (LT) und der Regelungseinheit (R) eine galvanische Trennung (GT) besteht,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, dass
zur galvanischen Trennung (GT) ausschließlich ein geeigneter elektrischer Übertrager (U) in die Kommunikationsschnittstelle (K) zwischen der Regelungseinheit (R) und der Ansteuerelektronik (A) geschaltet ist.
2. Antriebssteuerung für einen elektrischen Antrieb nach Anspruch 1,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, dass
die durch den elektrischen Übertrager (U) gewährleistete galvanische Trennung die Anforderungen an eine sichere elektrische Trennung (SET) erfüllt.
3. Antriebssteuerung für einen elektrischen Antrieb nach Anspruch 1 oder 2,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, dass
die digitale Kommunikationsschnittstelle (K) auf Basis einer Ethernet-Physik ausgeführt ist, wobei der Übertrager (U) beide bei einer Ethernet-Physik vorgesehenen Kommunikationsstrecken (RX1, TX1) galvanisch trennt.
4. Antriebssteuerung für einen elektrischen Antrieb nach Anspruch 3,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, dass

der Übertrager (U) in die Ansteuerelektronik (A) integriert ist.

5 5. Antriebssteuerung für einen elektrischen Antrieb nach Anspruch 1 oder 2,

dadurch gekennzeichnet, dass
ein Codierer zur gleichanteilsfreien Codierung (EC_DC) eines
binären Datenstroms auf der Sendeseite vorgesehen ist, wo-
durch der codierte Datenstrom über die digitale Kommunikati-
10 onsschnittstelle (K) mit dem elektrischen Übertrager (U)
übertragbar ist, und mit einem Decoder (EC_DC) zur Decodie-
rung des Datenstroms auf der Empfangsseite.

15 6. Antriebssteuerung für einen elektrischen Antrieb nach Anspruch 5,

dadurch gekennzeichnet, dass
durch den Codierer (EC_DC) auf der Sendeseite eine Erzeugung
von künstlichen Signalwechseln durch Übertragung von Binär-
werten des Datenstroms als definierte Folge von Signalwech-
20 seln durchführbar ist und durch den Decoder (EC_DC) die ur-
sprünglichen Binärwerte des Datenstroms durch Zuordnung der
zugehörigen Binärwerte zu den auf der Empfangsseite eintref-
fenden Folgen von Signalwechseln rückgewinnbar sind.

25 7. Antriebssteuerung für einen elektrischen Antrieb nach Anspruch 6,

dadurch gekennzeichnet, dass
der Codierer und der Decoder (EC_DC) zu einer Manchester-
codierung dienen.

30

8. Antriebssteuerung für einen elektrischen Antrieb nach ei-
nem der vorangehenden Ansprüche,

dadurch gekennzeichnet, dass
eine serielle Kommunikationsschnittstelle (K) zur Übertragung
35 vorgesehen ist.

9. Antriebssteuerung für einen elektrischen Antrieb nach Anspruch 8,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, dass
wobei eine Übertragung im Halbduplex-Betrieb durchführbar
5 ist.

10. Antriebssteuerung für einen elektrischen Antrieb nach Anspruch 5, mit einer synchronen digitalen Kommunikation zwischen der Regelungseinheit (R) und der Ansteuer Elektronik (A)
10 mit einem Datensignal (DATA) und einem Taktsignal (CLK)

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, dass
der Codierer zur logischen Verknüpfung von Datensignal (DATA) und Taktsignal (CLK) auf der Sendeseite derart dient, dass ein gleichanteilsfreies codiertes Datensignal (DATA') resultiert,
15 welches über eine erste Kommunikationsstrecke der Kommunikationsschnittstelle (K) übertragbar ist, wobei eine zweite Kommunikationsstrecke der Kommunikationsschnittstelle (K) zur Übertragung des Taktsignals (CLK) vorgesehen ist und der elektrische Übertrager (U) derart ausgestaltet ist, dass
20 er beide Kommunikationsstrecken galvanisch trennt, wobei durch den Decodierer auf der Empfangsseite durch erneute logische Verknüpfung von codiertem Datensignal (DATA') und Taktsignal (CLK) das ursprüngliche Datensignal (DATA) wieder-
gewinnbar ist.

25 11. Antriebssteuerung für einen elektrischen Antrieb nach Anspruch 10,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, dass
Mittel zur Codierung und Decodierung des Taktsignals (CLK)
30 mit derselben logischen Verknüpfung mit einem konstanten Binärwert (M) vorgesehen sind und das codierte Taktsignal (CLK') über die zweite Kommunikationsstrecke (K2) übertragbar ist.

35 12. Antriebssteuerung für einen elektrischen Antrieb nach Anspruch 10 oder 11,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, dass

der Codierer (EC_DC) zur Exklusiv-Oder-Verknüpfung von Datensignal und Taktsignal auf der Sendeseite dient, und der Decoder (EC_DC) auf der Empfangsseite zur erneuten Exklusiv-Oder-Verknüpfung von codiertem Datensignal und Taktsignal dient.

5

13. Antriebssteuerung für einen elektrischen Antrieb nach Anspruch 12,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, dass

10 der Codierer (EC_DC) zur Exklusiv-Oder-Verknüpfung des Taktsignals mit einem konstanten binären Wert, insbesondere mit dem Wert Null, auf der Sendeseite dient, wobei das so codierte Taktsignal über die zweite Kommunikationsstrecke übertragbar ist, wobei durch den Decoder (EC_DC) eine erneute Exklusiv-Oder-Verknüpfung von codiertem Taktsignal und dem gleichen konstanten binären Wert, insbesondere mit dem Wert Null,
15 auf der Empfangsseite durchführbar ist.

14. Antriebssteuerung für einen elektrischen Antrieb nach einem der vorangehenden Ansprüche,

20 d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, dass

ein Übertrager (U) mit einer geringen Koppelkapazität zwischen dessen Primärkreis und Sekundärkreis, insbesondere mit einer Koppelkapazität kleiner als 1 pF, vorgesehen ist.

25 15. Antriebssteuerung für einen elektrischen Antrieb nach einem der vorangehenden Ansprüche,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, dass

ein Übertrager (U) mit einer geringen Dämpfung vorgesehen ist.

FIG 1

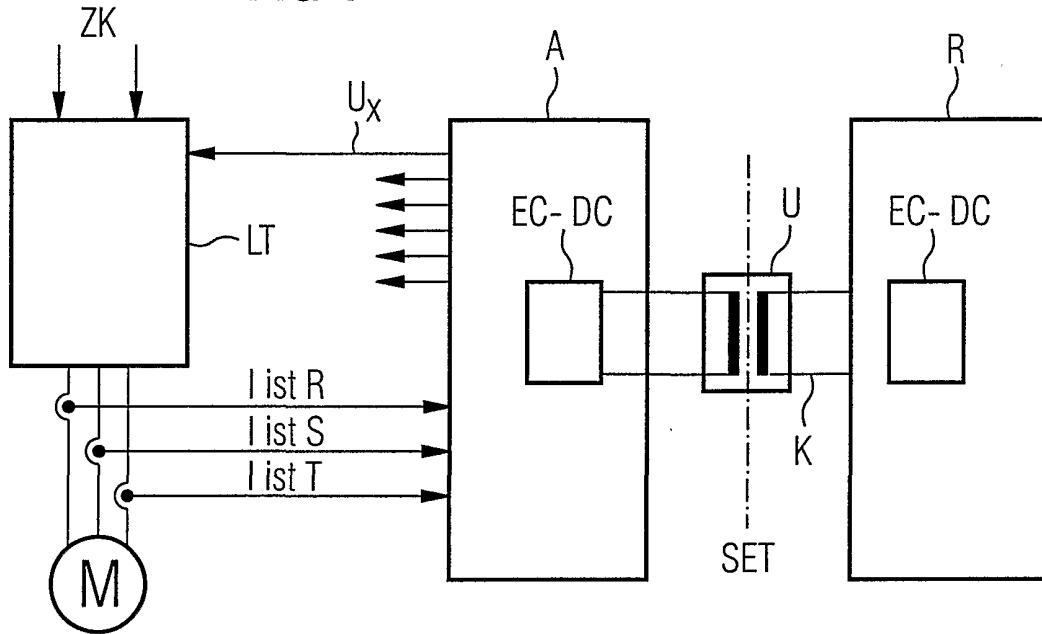


FIG 2

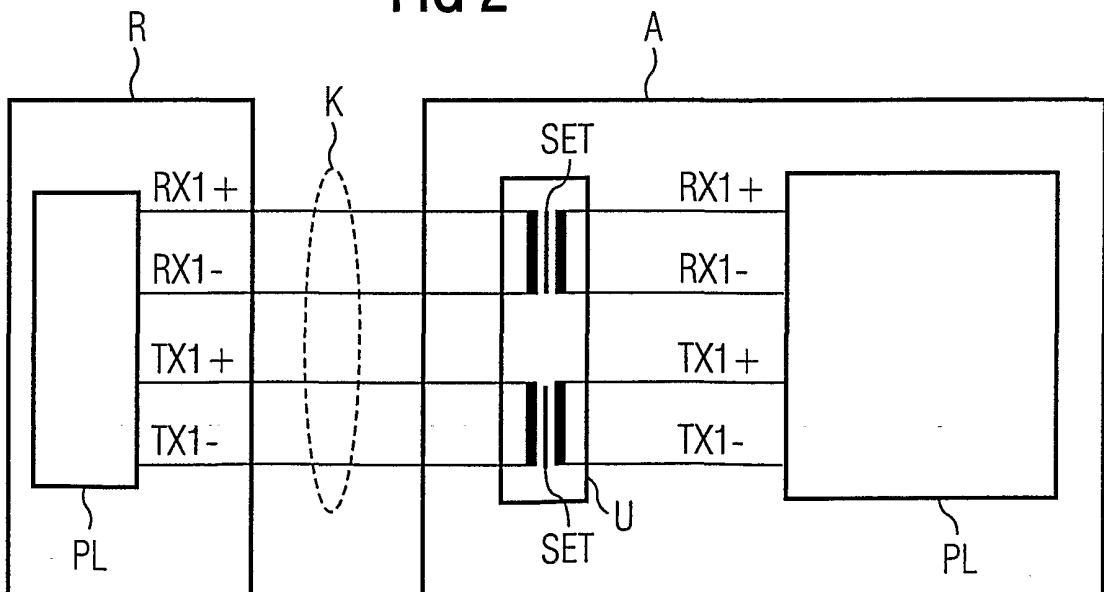
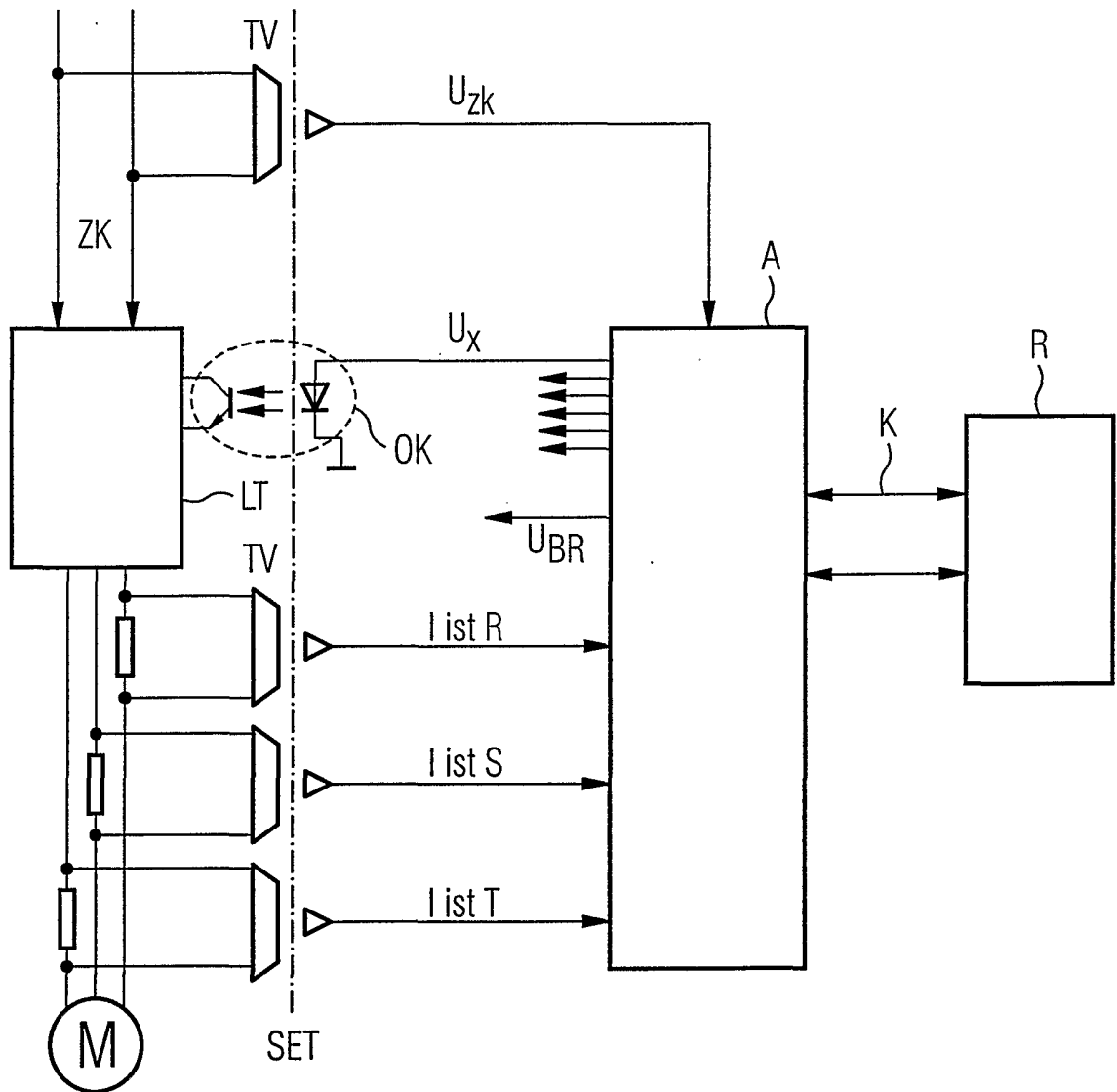


FIG 3



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/DE 01/03575

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 7 H02P7/63

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 H02P 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 practical, search terms used)

WPI Data, PAJ, EPO-Internal

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category °	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	DE 196 37 580 A (INSTA ELEKTRO GMBH & CO KG) 19 March 1998 (1998-03-19) the whole document	1, 2
A	EP 0 747 914 A (KOLLMORGEN CORP) 11 December 1996 (1996-12-11) abstract; figure 1	1, 2, 14, 15
	-/--	

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

18 February 2002

Date of mailing of the international search report

22/02/2002

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

Beyer, F

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/DE 01/03575

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category °	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	BISWAS S K ET AL: "GATE DRIVE METHODS FOR IGBTs IN BRIDGE CONFIGURATIONS" CONFERENCE RECORD OF THE INDUSTRY APPLICATIONS CONFERENCE. DENVER, OCT. 2 - 5, 1994, CONFERENCE RECORD OF THE INDUSTRY APPLICATIONS CONFERENCE IAS ANNUAL MEETING, NEW YORK, IEEE, US, vol. 2 CONF. 29, 2 October 1994 (1994-10-02), pages 1310-1316, XP000512513 ISBN: 0-7803-1994-X figures 2,3 -----	1
A	US 5 699 609 A (WIELOCH CHRISTOPHER J) 23 December 1997 (1997-12-23) column 5, line 1 - line 25; figures 3,4 -----	1
A	DE 41 36 514 A (HERAEUS SEPATECH) 13 May 1993 (1993-05-13) abstract; figure 2 -----	1

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/DE 01/03575

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE 19637580	A	19-03-1998	DE 19637580 A1	19-03-1998
EP 0747914	A	11-12-1996	US 5736916 A	07-04-1998
			DE 69612526 D1	23-05-2001
			DE 69612526 T2	22-11-2001
			EP 0747914 A2	11-12-1996
			GB 2301946 A , B	18-12-1996
			IL 118263 A	14-07-1999
			JP 9168276 A	24-06-1997
US 5699609	A	23-12-1997	US 5774353 A	30-06-1998
DE 4136514	A	13-05-1993	DE 4136514 A1	13-05-1993

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
IPK 7 H02P7/63

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
IPK 7 H02P H02M

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)

WPI Data, PAJ, EPO-Internal

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	DE 196 37 580 A (INSTA ELEKTRO GMBH & CO KG) 19. März 1998 (1998-03-19) das ganze Dokument ---	1,2
A	EP 0 747 914 A (KOLLMORGEN CORP) 11. Dezember 1996 (1996-12-11) Zusammenfassung; Abbildung 1 --- -/--	1,2,14, 15

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

Z Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

18. Februar 2002

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

22/02/2002

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

Beyer, F

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	<p>BISWAS S K ET AL: "GATE DRIVE METHODS FOR IGBTs IN BRIDGE CONFIGURATIONS" CONFERENCE RECORD OF THE INDUSTRY APPLICATIONS CONFERENCE. DENVER, OCT. 2 - 5, 1994, CONFERENCE RECORD OF THE INDUSTRY APPLICATIONS CONFERENCE IAS ANNUAL MEETING, NEW YORK, IEEE, US, Bd. 2 CONF. 29, 2. Oktober 1994 (1994-10-02), Seiten 1310-1316, XP000512513 ISBN: 0-7803-1994-X Abbildungen 2,3</p>	1
A	<p>US 5 699 609 A (WIELOCH CHRISTOPHER J) 23. Dezember 1997 (1997-12-23) Spalte 5, Zeile 1 - Zeile 25; Abbildungen 3,4</p>	1
A	<p>DE 41 36 514 A (HERAEUS SEPATECH) 13. Mai 1993 (1993-05-13) Zusammenfassung; Abbildung 2</p>	1

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE 01/03575

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 19637580	A	19-03-1998	DE 19637580 A1	19-03-1998
EP 0747914	A	11-12-1996	US 5736916 A	07-04-1998
			DE 69612526 D1	23-05-2001
			DE 69612526 T2	22-11-2001
			EP 0747914 A2	11-12-1996
			GB 2301946 A ,B	18-12-1996
			IL 118263 A	14-07-1999
			JP 9168276 A	24-06-1997
US 5699609	A	23-12-1997	US 5774353 A	30-06-1998
DE 4136514	A	13-05-1993	DE 4136514 A1	13-05-1993