

(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
7. Dezember 2000 (07.12.2000)

PCT

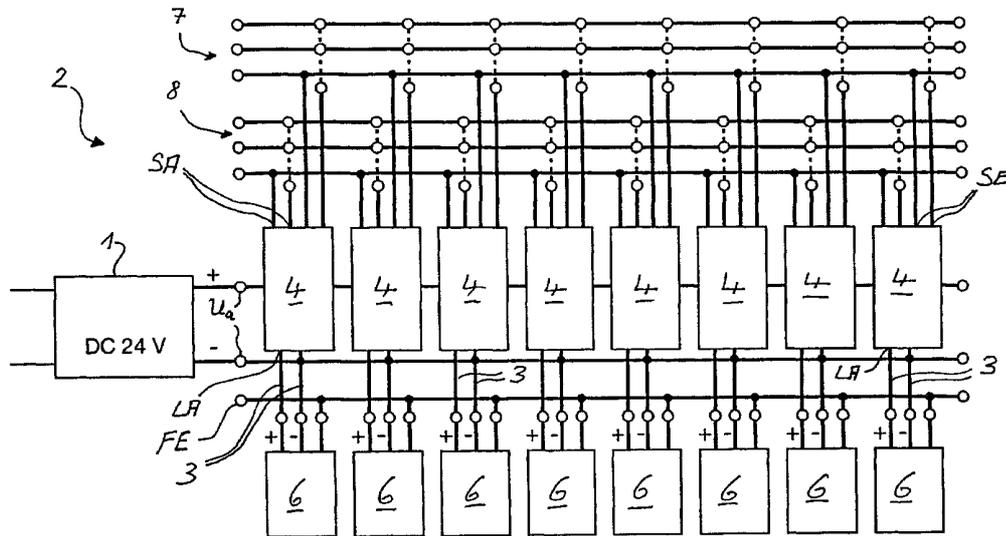
(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 00/74196 A1

- (51) Internationale Patentklassifikation⁷: H02H 7/26, (72) Erfinder; und
H02J 1/14
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP00/04451 (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): FISCHER, Erich [DE/DE]; Neumarkterstrasse 22, D-90518 Altdorf (DE). NAUMANN, Michael [DE/DE]; Jahnstrasse 21, D-90537 Feucht (DE).
- (22) Internationales Anmeldedatum: 17. Mai 2000 (17.05.2000) (74) Anwalt: TERGAU & POHL; Mögeldorf Hauptstrasse 51, D-90482 Nürnberg (DE).
- (25) Einreichungssprache: Deutsch
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch (81) Bestimmungsstaaten (national): AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, CA, CH, CN, CU, CZ, DE, DK, 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, MD, MG, MK, MN, MW, MX, NO, NZ, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SI, SK, SL, TJ, TM, TR, TT, UA, UG, US, UZ, VN, YU, ZW.
- (30) Angaben zur Priorität: 299 09 206.2 28. Mai 1999 (28.05.1999) DE
- (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): ELLENBERGER & POENSGEN GMBH [DE/DE]; Industriestrasse 2-8, D-90518 Altdorf (DE).

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: CURRENT DISTRIBUTION SYSTEM

(54) Bezeichnung: STROMVERTEILUNGSSYSTEM



(57) Abstract: The invention relates to a current distribution system (2) which operates in the low-voltage range, in particular in the 24V DC range. In said system, a number of electric circuits (3) are mutually supplied with current by a clocked power supply unit (1), whereby an electronic circuit breaker (4), preferably with an adjustable current limiter, is allocated to each electric circuit (3), to protect against a short-circuit and/or an overload.

(57) Zusammenfassung: Es wird ein im Niedervoltbereich, insbesondere im 24V DC-Bereich, arbeitendes Stromverteilungssystem (2) vorgeschlagen, bei dem eine Anzahl von Stromkreisen (3) mittels eines getakteten Netzteils (1) gemeinsam gespeist sind, wobei jedem Stromkreis (3) ein elektronischer Schutzschalter (4), vorzugsweise mit einstellbarer Strombegrenzung, als Kurzschluss- und/oder Überlastschutz zugeordnet ist.



WO 00/74196 A1



(84) **Bestimmungsstaaten** (*regional*): ARIPO-Patent (GH, GM, KE, LS, MW, 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).

Veröffentlicht:

— *Mit internationalem Recherchenbericht.*

— *Vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen eintreffen.*

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.

Beschreibung

Stromverteilungssystem

Die Erfindung bezieht sich auf ein im Niedervoltbereich, insbesondere im 24V DC-
5 Bereich, arbeitendes Stromverteilungssystem mit einer Anzahl von mittels eines Netz-
teils gemeinsam gespeisten Stromkreisen.

Bei einem Stromverteilungs- oder Energieversorgungssystem mit mehreren, von einem
Niedervoltnetzteil gemeinsam gespeisten Stromkreisen sind an die Betriebssicherheit
10 hohe Anforderungen gestellt. In den zueinander parallel geschalteten und vom Netzteil
gemeinsam gespeisten Stromkreisen oder Strompfaden liegen im hauptsächlichen An-
wendungsfall des Anlagenbaus Verbraucher, z. B. in Form von Aktoren oder Sensoren.
Dabei sind in jedem Stromkreis oder Strang üblicherweise hintereinanderliegend ein
mechanischer Schutzschalter, ggf. ein Schaltorgan (Relais) und der eigentliche Ver-
15 braucher bzw. der Aktor oder der Sensor angeordnet. Der mechanische Schutzschalter
kann dabei nach einer thermischen oder nach einer thermischen und einer magneti-
schen Abschaltkennlinie arbeiten.

Bei einem in der Praxis zur Energie- oder Stromversorgung üblicherweise eingesetzten
20 linear geregelten Netzteil oder Trafo-Netzteil mit einem Nennstrom von z. B. 30A und
einem Kurzschlussstrom von ca. 300A ist im Falle eines Kurzschlusses innerhalb z. B.
eines einzelnen Stromkreises sichergestellt, dass die Sicherung in diesem Stromkreis
auch auslöst. Grund hierfür ist, dass der Kurzschlussstrom stets hoch genug ist (z. B.
100A), um den Schutzschalter schnell genug auszulösen. Auch für den durchaus übli-
25 chen Fall, dass zwanzig oder mehr Stromkreise gleichzeitig von einem einzelnen derar-
tigen Netzteil versorgt werden, ist zudem sichergestellt, dass im genannten Kurz-
schlussfall die vom linearen oder linear geregelten Netzteil gelieferte Ausgangsspan-
nung nicht oder nur unwesentlich zusammenbricht. Dies bedeutet, dass die nicht be-
troffenen Stromkreise ungestört und insbesondere funktionssicher weiterhin mit der
30 erforderlichen Energie versorgt werden.

Anders verhält es sich bei getakteten Netzteilen, die aufgrund deren vergleichsweise
geringen Abmessungen für den genannten Anwendungsfall im Anlagenbau zunehmend

eingesetzt werden sollen. Diese getakteten Netzteile liefern ebenfalls die gewünschte Ausgangsspannung von z. B. 24V DC, jedoch nur einen Kurzschlussstrom von z. B. 33A. Dieser ist somit häufig nur um 10% höher als der Nennstrom des getakteten Netzteils von z. B. 30A. Im Gegensatz zum linear geregelten Netzteil ist bei einem getakteten Netzteil nicht sichergestellt, dass im Kurzschlussfall, d. h. bei einem Kurzschluss innerhalb eines einzelnen Stromkreises hinter dem Schutzschalter dieser auch zuverlässig auslöst. Grund hierfür ist, dass das getaktete Netzteil, das sich durch Begrenzung seiner Leistung selbst schützt, entsprechend die Spannung herunterregelt, oder dass bei langen Lastleitungen aufgrund des ohm'schen Anteils der Leitung der zum Auslösen notwendige Kurzschluss-Strom nicht fließen kann.

Im Extremfall, d. h. auch im Falle eines Kurzschluss in nur einem Stromkreis, kann somit die Ausgangsspannung des getakteten Netzteils und damit die Versorgungsspannung für die parallelliegenden Stromkreise zumindest annähernd bis auf Null Volt (0V) heruntergeregelt werden. Dies wiederum bedeutet, dass über den eigentlichen Schutzschalter in dem betroffenen Stromkreis praktisch kein (Kurzschluss-) Strom mehr fließt. Zumindest ist dieser aber häufig zu gering, um den mechanischen Schutzschalter auszulösen. Ein herkömmlicher Schutzschalter als Sicherung in dem betroffenen Stromkreis löst daher ggf. lediglich thermisch aus. Dies bedeutet jedoch, dass die Auslösung aufgrund der üblichen thermischen Kennlinie eines derartigen Schutzschalters erst nach z. B. 20s erfolgt. Während dieser Zeit ist die Versorgungsspannung für die übrigen Stromkreise oder Strompfade zu niedrig, um deren zuverlässigen Betrieb zu gewährleisten (Power-Reset). Somit ist der gesamte Anlagenteil, der von diesem getakteten Netzteil versorgt wird, gestört und daher nicht mehr funktionsfähig. Mit anderen Worten: Im Kurzschlussfall auch nur eines einzelnen Stromkreises oder Strompfades ist damit eine Rückwirkung auf die übrigen, intakten Stromkreise gegeben, in dessen Folge diese ebenfalls gestört sind. Die Betriebssicherheit ist daher nicht zuverlässig gewährleistet, da nicht sichergestellt ist, dass im Kurzschluss- oder auch im Überlastfall die übrigen, parallel zu dem betroffenen Stromkreis liegenden und ebenfalls von diesem getakteten Netzteil versorgten Stromkreise die erforderliche Energie erhalten, wenn das getaktete Netzteil seine Leistung und damit die Versorgungsspannung herunterregelt.

Da zudem der mechanische Schutzschalter im betroffenen Stromkreis nicht oder nur extrem verzögert auslöst, ist praktisch nicht feststellbar, welcher Stromkreis betroffen ist, zumal aufgrund der Rückwirkung auch die übrigen Stromkreise gestört sind. Sind in den einzelnen Stromkreisen oder -pfaden sogenannte „Power-Fail-Resets“ eingebaut, so schalten in einem solchen „Worst Case“ alle Stromkreise ab. Ist kein derartiger Reset eingebaut, so ist die Leistung in den weiteren, an sich intakten Strängen jedenfalls derart gering, dass die Verbraucher, insbesondere Aktoren oder Sensoren, nicht mehr fehlerfrei arbeiten können.

Aufgabe der Erfindung ist es daher, ein Stromverteilungssystem mit einer Mehrzahl von mittels eines getakteten Netzteil gemeinsam versorgten Stromkreisen anzugeben, bei dem die genannten Nachteile vermieden sind und eine hohe Betriebssicherheit des Gesamtsystems gewährleistet ist. Insbesondere soll eine geeignete Schutzeinrichtung für ein derartiges Stromverteilungssystem angegeben werden.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß gelöst durch die Merkmale des Anspruchs 1. Vorteilhafte Ausgestaltungen und Weiterbildungen sind Gegenstand der Unteransprüche.

Erfindungsgemäß ist in jedem der von dem getakteten Netzteil versorgten Stromkreise des Stromverteilungssystems ein elektronischer Schutzschalter eingesetzt. Dieser dient im Wesentlichen zur Strombegrenzung innerhalb des durch Kurzschluss und/oder Überlast betroffenen Stromkreises. Dabei ist die Strombegrenzung vorteilhafterweise einstellbar, d. h. aktiv regel- oder steuerbar.

Dazu umfaßt der elektronische Schutzschalter zweckmäßigerweise ein Leistungsteil, vorzugsweise in Form eines Halbleiters, beispielsweise eines Power-MOS-Transistors, der im Normalzustand, d. h. bei Soll-Laststrom im jeweiligen Stromkreis, vollständig aufgesteuert ist. Des Weiteren umfaßt der elektronische Schutzschalter ein Messwert-erfassungsteil, z. B. ein Shunt, mit dem insbesondere der über den jeweiligen Stromkreis fließende Laststrom erfasst wird. Ferner ist ein Steuerteil vorgesehen, das anhand des erfassten Laststroms und vorzugsweise anhand der an dem Lastteil liegen-

den, d. h. über dem Halbleiter abfallenden Spannung ein entsprechendes Steuersignal für das Leistungsteil liefert.

5 Im Überlastfall, d. h. beispielsweise im Bereich von 105% bis 200% des Nennstroms des Lastteils und damit bei Überschreiten einer ersten einstellbaren Stromschwelle, läuft ein Zeitglied ab. Dieser Zeitablauf kann beispielsweise 1s bis 20s, insbesondere 5s, betragen, was der thermischen Kennlinie eines herkömmlichen Schutzschalters entspricht. Nach Ablauf des Zeitglieds wird der Leistungsschalter, d. h. das Leistungs-
10 teil abgeschaltet. Beim Halbleiter bedeutet dieses, dass er gesperrt wird und erst durch einen Reset wieder durchgesteuert werden kann. Zusätzlich erfolgt vorzugsweise auch eine elektromechanische Trennung des betroffenen Stromkreises vom Netzteil. Dies kann durch ein steuerbares Auslöserelais mit zusätzlicher Anzeige erfolgen, das dann vom Steuerteil entsprechend angesteuert wird und den betroffenen Stromkreis elektro-
mechanisch vom Netzteil trennt.

15 Im Kurzschlussfall würde theoretisch der Kurzschlussstrom eine vorgebbare zweite Stromschwelle, die beispielsweise 200% des Nennstroms des Leistungsteils beträgt, übersteigen. Der über den betroffenen Stromkreis fließende Strom wird jedoch auf vorzugsweise 200% des Nennstroms, d. h. auf das 2-fache des Nennstroms des Lei-
20 stungsteils (strom-) begrenzt. Die Strombegrenzung kann beispielsweise auch bei mehr oder weniger als 200% des Nennstroms erfolgen.

25 Im Kurzschlussfall wird somit die magnetische Kennlinie eines üblichen Schutzschalters nachgebildet. Zusätzlich kann die Spannung über dem Leistungsteil und damit die über dem durchgesteuerten Halbleiter abfallende Spannung erfasst werden. Der Spannungswert über dem Leistungsteil gibt an, wie schnell abgeschaltet wird, d. h. nach welchem Zeitablauf der Halbleiter gesperrt wird. Liegt beispielsweise nur ein geringer Teil der Versorgungsspannung des getakteten Netzteils über dem Halbleiter, so wird die Abschaltung beispielsweise erst nach z. B. 500ms erfolgen. Liegt dagegen die ge-
30 samte Netzspannung über dem Halbleiter, so wird die Abschaltung nach z. B. spätestens 5ms erfolgen.

Die mit der Erfindung erzielten Vorteile bestehen insbesondere darin, dass bei Einsatz eines getakteten Netzteils zur gleichzeitigen Versorgung einer Vielzahl von parallel an das getaktete Netzteil ausgangsseitig angeschlossenen Stromkreisen durch Verwendung elektronischer Schutzschalter in jedem Stromkreis eine hohe Betriebssicherheit des entsprechenden Stromverteilungssystems gewährleistet ist. Dabei ist sichergestellt, dass im Überlast- und/oder Kurzschlussfall eines der gespeisten Stromkreise einerseits ein ausreichender Leitungsschutz in diesem Stromkreis gewährleistet ist, und dass andererseits die übrigen Stromkreise mit möglichst unverminderter Leistung versorgt werden. Im Kurzschluss- und/oder Überlastfall sinkt die Ausgangsspannung des getakteten Netzteils und damit die Versorgungsspannung für die intakten Stromkreise nicht oder nur unwesentlich unter die Nenn- oder Sollspannung ab. Insbesondere im Kurzschlussfall eines Stromkreises erfolgt zuverlässig zunächst eine Strombegrenzung über diesen betroffenen Stromkreis, so dass die Ausgangsspannung des getakteten Netzteils zumindest nahezu vollständig erhalten bleibt.

Durch den Einsatz derartiger elektronischer Schutzschalter in jedem der parallelliegenden und gemeinsam von dem getakteten Netzteil versorgten Stromkreise ist somit praktisch ein rückwirkungsfreier Kurzschluss- und/oder Überlastschutz des gesamten Stromverteilungssystems gewährleistet. Grund hierfür ist, dass auch bei Ausfall eines Stromkreises der elektronische Schutzschalter aufgrund der aktiv gesteuerten oder geregelten Strombegrenzung in diesem Stromkreis sicherstellt, dass die anderen Stromkreise insoweit nicht betroffen sind, als die Ausgangsspannung des getakteten Netzteils praktisch unverändert aufrechterhalten bleibt. Die Schutzschalteinrichtung mit einer der Anzahl der von einem getakteten Netzteil gemeinsam versorgten Stromkreise entsprechenden Anzahl von elektronischen Schutzschaltern eignet sich somit besonders zur Energie- oder Stromverteilung im 24V DC-Bereich, dessen klassische Anwendung der Anlagenbau ist, insbesondere in der Automobilindustrie.

Nachfolgend werden Ausführungsbeispiele der Erfindung anhand einer Zeichnung näher erläutert. Darin zeigen:

- Fig. 1 schematisch ein Stromverteilungssystem mit einer Anzahl von mittels eines getakteten Netzteils gemeinsam versorgten Stromkreisen mit elektronischen Schutzschaltern als Schutzeinrichtung,
- Fig. 2 in einem Blockschaltbild die Funktionsbausteine eines elektronischen Schutzschalters gemäß Fig. 1,
- Fig. 3 in einem Blockschaltbild gemäß Fig. 2 den elektronischen Schutzschalter mit einem Fail-Safe-Element und mit einer elektromechanischen Trennvorrichtung, und
- Fig. 4 in einem Strom-/Zeit-Diagramm die Kennlinie des elektronischen Schutzschalters.

Gemäß Fig. 1 ist ein getaktetes Netzteil 1 eines Energieversorgungs- oder Stromverteilungssystems 2 ausgangsseitig mit einer Vielzahl von parallelliegenden Stromkreisen oder -pfaden 3 verbunden, deren jeder einen elektronischen Schutzschalter 4 aufweist. Diesem wiederum ist - bedarfsweise über ein (nicht dargestelltes) Relais oder ein ähnliches Schaltorgan - ein Verbraucher, ein Aktor, ein Sensor oder allgemein eine Last 6 nachgeschaltet. Jeder elektronische Schutzschalter 4 ist über dessen LINE-Eingang LE mit dem Pluspol (+) des getakteten Netzteils 1 verbunden. Der jeweilige LOAD-Ausgang LA des elektronischen Schutzschalters 4 ist über das Schaltorgan oder - falls dieses nicht erforderlich oder vorgesehen ist - direkt mit der jeweiligen Last 6 verbunden. Die Lasten 6 liegen an einer gemeinsamen Funktionserde FE. Die Stromkreise 3 sind über den Minuspol (-) des getakteten Netzteils 1 gemeinsam geschlossen, wobei an diesen Minuspol (Ground) eine Versorgungsleitung zur Eigenversorgung des jeweiligen elektronischen Schutzschalters 4 angeschlossen ist. Die Ausgangsspannung U_a des getakteten Netzteils 1 beträgt beispielsweise 24 V DC, während der Nenn- oder Powerstrom beispielsweise 30A und der Kurzschlussstrom beispielsweise 33A betragen.

Die gleichartig aufgebauten elektronischen Schutzschalter 4 weisen Steuereingänge SE und Signalausgänge SA auf, die im Ausführungsbeispiel an eine gemeinsame Steuerleitung oder Busschnittstelle 7 bzw. an eine gemeinsame Signalleitung oder Busschnittstelle 8 geführt sind. Die elektronischen Schutzschalter 4 und die diesen zugeordneten Strompfade 3 können auch gruppenweise zusammengefasst sein, wobei dann mehrere Schutzschalter 4, z. B. vier Schutzschalter 4 oder Schutzschalterfunktio-

nen, inklusive der zugehörigen Strompfade 3 in ein Bauteil integriert sind. Auch können die elektronischen Schutzschalter 4 inklusive der diesen zugeordneten Strompfade 3 zusammen mit dem getakteten Netzteil 1 in einem gemeinsamen Gehäuse angeordnet sein.

5

Der jeweilige elektronische Schutzschalter 4 ist in den Figuren 2 und 3 funktional dargestellt, wobei Fig. 3 einen um ein Faile-Safe-Element 9 und um eine elektromagnetische Trenneinrichtung 10, beispielsweise in Form eines Auslöserrelais, erweiterten elektronischen Schutzschalter 4 zeigt. Der elektronische Schutzschalter 4 umfasst ein an den LINE-Eingang LE angeschlossenes Leistungsteil 11, das über ein Messwert-
10 erfassungsteil 12 an den LOAD-Ausgang LA geführt ist. An diesen ist gegen den Minuspol und somit gegen Ground der jeweilige Aktor bzw. Sensor oder ggf. über ein entsprechendes Schaltorgan der Verbraucher und damit die jeweilige Last 6 angeschlossen. Das Messwert-
15 erfassungsteil oder ein entsprechender Erfassungsbaustein 12, z. B. ein Shunt, ist mit einem Steuerteil 13 verbunden. Diesem wird auch der Wert der über dem Leistungsteil 11 liegenden Spannung, d. h. im Falle eines durchgesteuerten Halbleiters als Leistungsteil 11 die über diesem abfallende Spannung zugeführt.

Der Halbleiter als Leistungsteil 11 ist beispielsweise ein Power-MOS-Transistor. Das
20 Steuerteil 13 ist zu dessen Energieversorgung einerseits mit dem LINE-Eingang LE und andererseits mit Ground, d. h. mit dem Minuspol (-) des getakteten Netzteils 1 verbunden. Steuerseitig ist das Steuerteil 13 mit dem Leistungsteil 11 verbunden. Das Steuerteil 13 stellt das im Normalzustand, d. h. im fehlerfreien Zustand dieses Stromkreises 3 das Leistungsteil 13 derart ein, dass der vom getakteten Netzteil 1 gelieferte Last-
25 strom praktisch vollständig über das Leistungsteil 13 und somit zum entsprechenden Verbrauch, Aktor oder Sensor bzw. zur Last 6 fließt. Im Falle eines durchgesteuerten Halbleiters bedeutet dies, dass dieser voll aufgesteuert ist.

Wie aus der Strom-/Zeitkennlinie gemäß Fig. 4 des elektronischen Schutzschalters 4
30 ersichtlich ist, erfolgt im Kurzschlussfall eine Strombegrenzung durch entsprechendes Zusteern des Leistungsteils 11. Dabei sind auf der Abszisse das jeweilige Vielfache n des Nennstroms I_N und auf der Ordinate die Abschaltzeit t_A in Sekunden (s) aufgetra-

gen. Als (zweite) Stromschwelle wird vorzugsweise der zweifache Nennstrom I_N ($2 \cdot I_N$) des Leistungsteils 11 herangezogen.

Der typische Abschaltzeitpunkt liegt bei 110% des Nennstroms I_N ($1,1 \cdot I_N$). Zwischen dem
5 1,1-fachen und dem 2-fachen des Nennstroms I_N liegt die Abschaltzeit t_A vorzugsweise
im Bereich von $t_A = 5s$, wobei ein zulässiges Toleranzband Δt_A um diesen als fett ge-
druckte Linie dargestellten Wert angedeutet ist. Der dem Steuerteil 13 zugeführte
Spannungswert des Leistungsteils 11 kann als zusätzliche Steuergröße für diejenige
Zeitspanne dienen, in der das Leistungsteil 11 gesperrt und somit der Stromkreis 3
10 praktisch abgeschaltet wird. Zusätzlich kann eine elektromechanische Trennung mittels
des Auslöserelais 10 erfolgen, das dazu entsprechend vom Steuerteil 13 angesteuert
wird. Dadurch ist der betroffene Stromkreis 3 vollständig vom Netzteil 1 getrennt.

Im Kurzschlussfall bildet der elektronische Schutzschalter 4 somit die magnetische Ab-
15 schaltkennlinie eines herkömmlichen mechanischen Schutzschalters nach. Oberhalb
des 2-fachen Nennstroms I_N ist jedoch eine aktive Strombegrenzung bei $2 \cdot I_N$ wirksam,
so dass die nicht betroffenen oder intakten Stromkreise 3 rückwirkungsfrei mit praktisch
unveränderter Ausgangsspannung des Netzteils 1 versorgt werden. Der abklingende
Verlauf der Stromkennlinie in Fig. 4 oberhalb des 2-fachen Nennstroms I_N deutet dabei
20 den theoretischen Überlaststrom an. In diesem Bereich kann der Kurzschlussstrom di-
rekt und/oder durch eine Messung des Spannungsabfalls über einem Leistungstransi-
stor des Leistungsteils 11 erfasst werden. Je größer der theoretische Kurzschlussstrom
ist, desto schneller erfolgt eine Abschaltung. Eine Kurzschlussabschaltung erfolgt
zweckmäßigerweise nach Ablauf einer Abschaltzeit von $t_A = 100ms$.

25 Im Überlastfall kann ein Strombereich von z. B. wiederum 110% bis 200% des Nenn-
stroms I_N des Leistungsteils 11 vorgegeben werden, wobei die 110% oder das 1,1-
fache des Nennstroms I_N als untere (erste) Stromschwelle praktisch beliebig einstellbar
oder vorgebar ist. Liegt der Laststrom I_N innerhalb des Strombereiches zwischen $1,1 \cdot$
30 I_N und $2 \cdot I_N$, so wird ein Zeitglied gestartet, wobei erst nach dessen Zeitablauf, z. B.
nach 5s, eine Sperrung des Leistungsteils 11 und somit eine Abschaltung des betroffe-
nen Stromkreises 3 erfolgt. Im Überlastfall bildet der elektronische Schutzschalter 4

somit die thermische Abschaltkennlinie eines herkömmlichen mechanischen Schutzschalters nach.

Das Steuerteil 13 weist zudem zusätzlichen den Steuereingang SE auf, über den eine externe Ansteuerung des Leistungsteils 11 über die Busschnittstelle 7 erfolgen kann. Außerdem sind Steuer- oder Signalausgänge SA des Steuerteils 13 vorgesehen, die einerseits an die Busschnittstelle 8 geführt werden können, um in einem übergeordneten Leitsystem die Betriebs- und/oder Fehlfunktion des betroffenen Stromkreises 3 darzustellen und zu melden. Auch kann ein derartiger Signalausgang SA an eine optische Anzeige 14 in Form beispielsweise einer Leuchtdiode (LED) geführt sein, mit der die Betriebs- oder Fehlerfunktion - auch selektiv nach einem Kurzschluss- oder Überlastfall - am jeweiligen Schutzschalter 4 selbst anzeigbar ist.

Ein weiteres Element des elektronischen Schutzschalters 4 gemäß Fig. 3 ist das sogenannte Fail-Safe-Element 9. Wichtig in diesem Zusammenhang ist, dass es sich bei der erfindungsgemäßen Schutzeinrichtung nicht nur um einen Geräteschutz, sondern insbesondere auch um einen Leitungsschutz handelt. Das Fail-Safe-Element 9 dient einerseits zur Sicherung der Schaltung des elektronischen Schutzschalters 4 gegen Verpolung (Verpolschutz). Andererseits dient dieses Element 9 zur Übernahme der Schutzfunktion, wenn beispielsweise das Leistungsteil 11 ausfällt (Redundanz). Als Fail-Safe-Element 9 wird vorzugsweise eine Dehndrahtsicherung eingesetzt. Wichtig ist, dass diese Fail-Safe-Sicherung nur dann anspricht, wenn die Hauptsicherung, d. h. der elektronische Schutzschalter 4 defekt ist. Ist beispielsweise der elektronische Schutzschalter 4 auf 6A - entsprechend dem zweifachen Nennstrom $I_N = 3A$ - ausgelegt, so ist die Fail-Safe-Sicherung 9 höher, beispielsweise auf 8A, ausgelegt. Zweckmäßigerweise bewirkt das Faile-Safe-Element 9 nur dann eine Abschaltung, wenn das Leistungsteil 11 und/oder das Steuerteil 13 ausfällt.

Wesentliche Funktionsmerkmale des elektronischen Schutzschalters 4 sind somit einerseits die aktiv einstellbare Strombegrenzung und die einstellbaren Stromschwellen für Überlast oder Kurzschluss in Abhängigkeit vom vorgebbaren Nennstrom I_N des Leistungsteils 11 sowie die Schaltfunktion. Andererseits weist der elektronische Schutzschalter 4 als Funktionsmerkmal die überlastabhängige Abschaltkennlinie gemäß Fig. 2

als Nachbildung beispielsweise thermischer oder thermisch/magnetischer oder magnetisch/hydraulischer Schutzschalter-Kennlinien auf.

Bezugszeichenliste

- 1 getaktetes Netzteil
- 2 Stromverteilungs-/Energieversorgungssystem
- 3 Stromkreis/Pfad
- 4 Elektronischer Schutzschalter
- 6 Last
- 7 Steuerleitung/Bussystem
- 8 Signalleitung/Bussystem
- 9 Fail-Save-Element
- 10 Trenneinrichtung
- 11 Leistungsteil
- 12 Messwerterfassungsteil
- 13 Steuerteil
- 14 Anzeige

- FE Funktionserde
- LA LOAD-Ausgang
- LE LINE-Eingang
- SA Signalausgang
- SE Steuereingang
- I_N Nennstrom
- U_a Ausgangsspannung
- t_A Abschaltzeit
- Δt_A Toleranzband

Ansprüche

1. Stromverteilungssystem im Niederspannungsbereich, insbesondere im 24V DC-Bereich, bei dem eine Anzahl von Stromkreisen (3) mittels eines getakteten Netzteils (1) gemeinsam gespeist sind, wobei jedem Stromkreis (3) ein elektronischer Schutzschalter (4) als Kurzschluss- und/oder Überlastschutz zugeordnet ist.
5
2. Stromverteilungssystem nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,
10 dass der oder jeder elektronische Schutzschalter (4) eine einstellbare Strombegrenzung umfasst.
3. Stromverteilungssystem nach Anspruch 2,
dadurch gekennzeichnet,
15 dass der elektronische Schutzschalter (4) ein Leistungsteil (11) und ein Messwert-erfassungsteil (12) zur Messung des in dem entsprechenden Stromkreis (3) fließenden Laststroms sowie ein Steuerteil (13) zur Einstellung der Strombegrenzung des Leistungsteils (11) und zu dessen zeitabhängigen Sperrung aufweist.
- 20 4. Stromverteilungssystem nach Anspruch 2 oder 3,
dadurch gekennzeichnet,
dass im Überlastfall bei Überschreiten einer ersten einstellbaren Stromschwelle ($1,1 \times I_N$) eine Sperrung des Leistungsteils (11) nach Ablauf einer ersten einstellbaren Abschaltzeit (t_A) erfolgt, und dass im Kurzschlussfall nach Überschreiten einer
25 zweiten einstellbaren Stromschwelle ($2 \times I_N$) eine Sperrung des Leistungsteils (11) nach Ablauf einer zweiten Abschaltzeit (t_A) erfolgt.
5. Stromverteilungssystem nach einem der Ansprüche 1 bis 4,
dadurch gekennzeichnet,
30 dass im Kurzschluss- und/oder Überlastfall zusätzlich eine elektromagnetische Trennung des betroffenen Stromkreises (3) vom Netzteil (1) erfolgt.

6. Stromverteilungssystem nach einem der Ansprüche 1 bis 5,
gekennzeichnet durch
ein Fail-Safe-Element (9) in dem oder jedem Stromkreis (3) als redundanter Leitungsschutz und/oder als Verpolschutz.

5

7. Stromverteilungssystem nach Anspruch 6,
dadurch gekennzeichnet,
dass das Fail-Safe-Element (9) eine Dehndrahtsicherung ist.

10

8. Verwendung eines elektronischen Schutzschalters (4) mit einstellbarer Strombegrenzung als Kurzschluss- und/oder Überlastschutz in einem Stromverteilungssystem (2) nach einem der Ansprüche 1 bis 7.

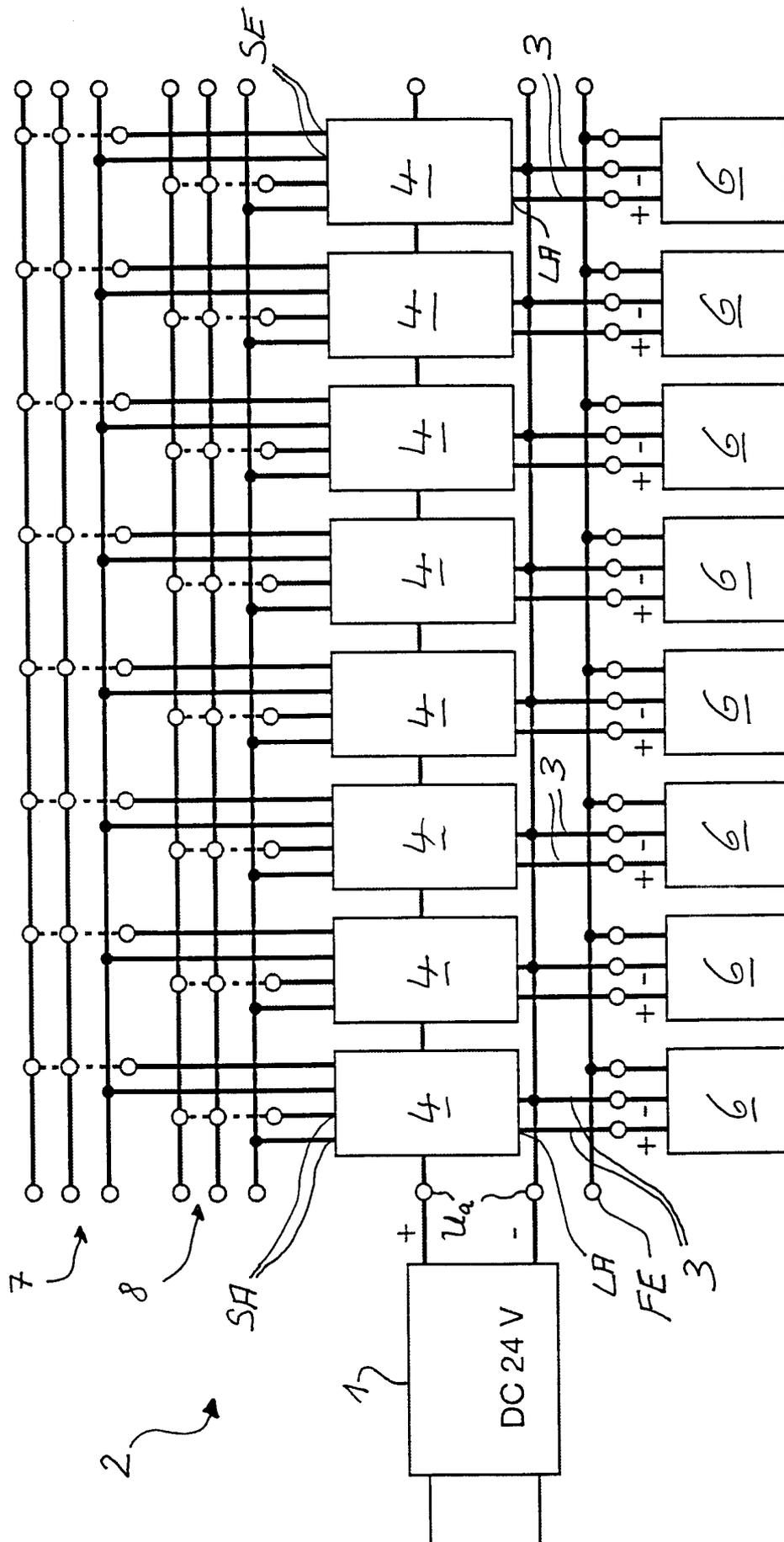


Fig. 1

2/3

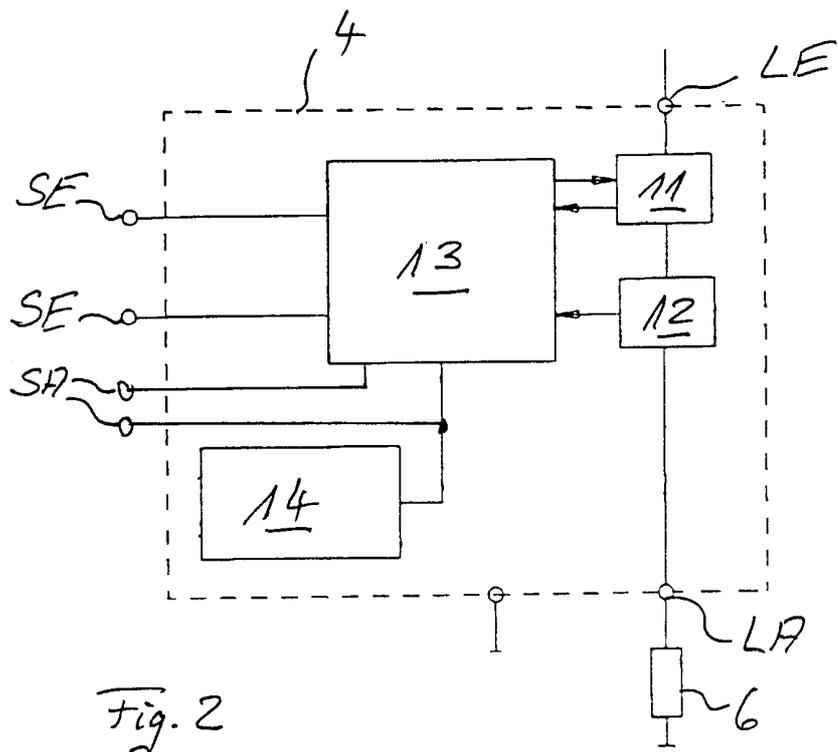


Fig. 2

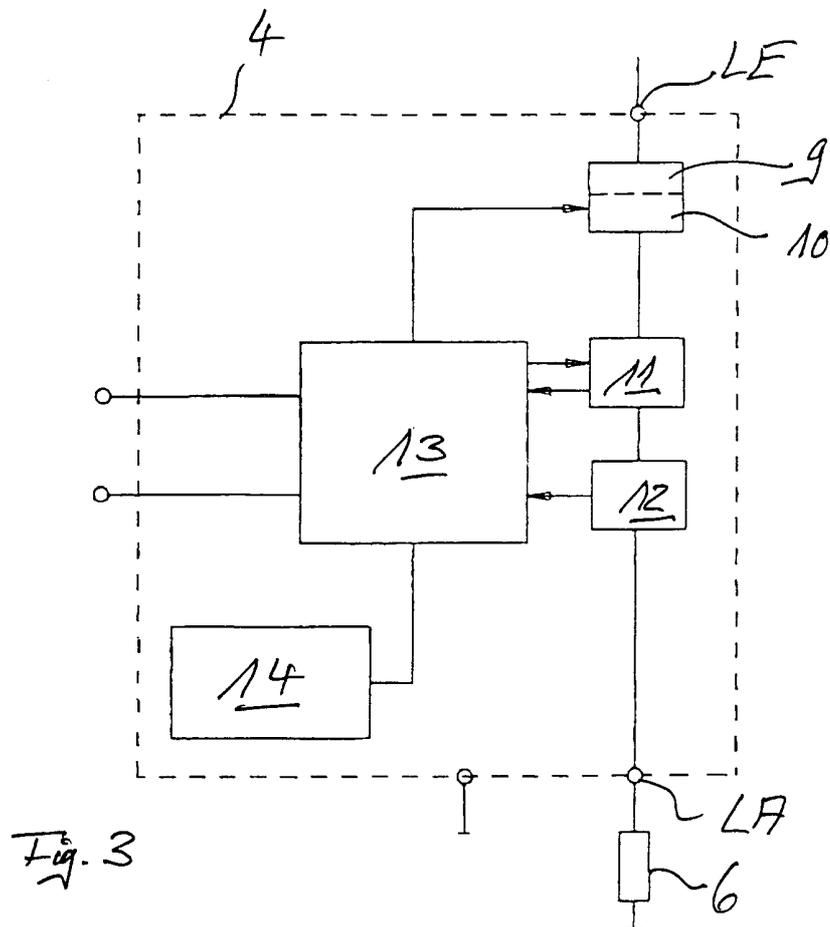


Fig. 3

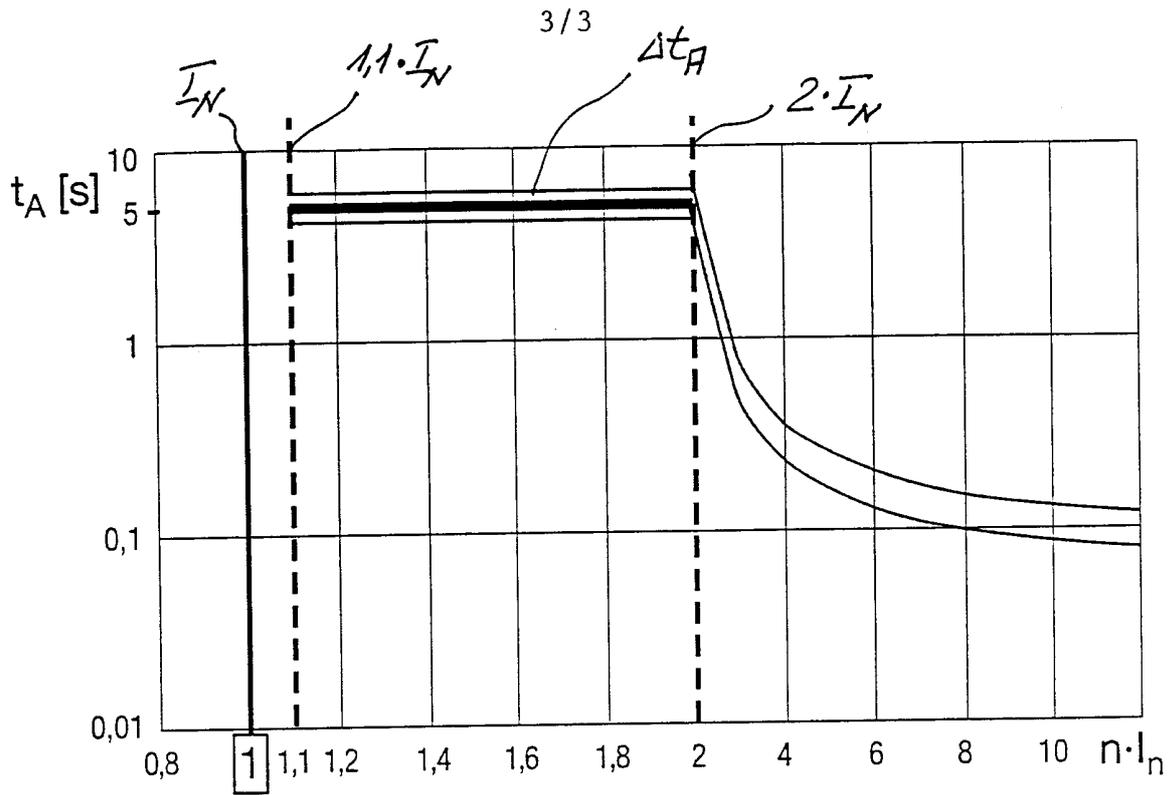


Fig. 4

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/EP 00/04451

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 7 H02H7/26 H02J1/14

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 H02H 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 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	DE 197 03 236 A (SIEMENS AG) 30 July 1998 (1998-07-30) column 1, line 34 -column 45 ---	1
X	US 5 477 091 A (FIORINA JEAN-NOEL ET AL) 19 December 1995 (1995-12-19) column 6, line 33 - line 39 column 8, line 4 -column 8; figure 6 ---	1,2
X,P	DE 198 42 429 A (SIEMENS AG) 23 March 2000 (2000-03-23) column 1, line 45 - line 50; figure 1 ---	1
E	WO 00 36726 A (SPD TECH INC) 22 June 2000 (2000-06-22) column 3, line 5 - line 13; figure 1 --- -/--	1

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

13 October 2000

Date of mailing of the international search report

20/10/2000

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

Lampe, S

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No PCT/EP 00/04451
--

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category °	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 5 828 140 A (SHIH STEVEN) 27 October 1998 (1998-10-27) abstract ---	1,5
A	US 5 693 986 A (DEAN PATRICK ET AL) 2 December 1997 (1997-12-02) the whole document -----	1,2

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/EP 00/04451

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE 19703236 A	30-07-1998	WO 9833680 A EP 0956220 A	06-08-1998 17-11-1999
US 5477091 A	19-12-1995	FR 2684250 A CA 2083123 A DE 69217641 D DE 69217641 T EP 0550348 A ES 2099237 T JP 6030535 A	28-05-1993 28-05-1993 03-04-1997 24-07-1997 07-07-1993 16-05-1997 04-02-1994
DE 19842429 A	23-03-2000	NONE	
WO 0036726 A	22-06-2000	AU 1832299 A	03-07-2000
US 5828140 A	27-10-1998	NONE	
US 5693986 A	02-12-1997	NONE	

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

In **ationales Aktenzeichen**

PCT/EP 00/04451

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES

IPK 7 H02H7/26 H02J1/14

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

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

IPK 7 H02H H02J 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)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie ^o	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	DE 197 03 236 A (SIEMENS AG) 30. Juli 1998 (1998-07-30) Spalte 1, Zeile 34 -Spalte 45 ---	1
X	US 5 477 091 A (FIORINA JEAN-NOEL ET AL) 19. Dezember 1995 (1995-12-19) Spalte 6, Zeile 33 - Zeile 39 Spalte 8, Zeile 4 -Spalte 8; Abbildung 6 ---	1,2
X,P	DE 198 42 429 A (SIEMENS AG) 23. März 2000 (2000-03-23) Spalte 1, Zeile 45 - Zeile 50; Abbildung 1 ---	1
E	WO 00 36726 A (SPD TECH INC) 22. Juni 2000 (2000-06-22) Spalte 3, Zeile 5 - Zeile 13; Abbildung 1 ---	1
	-/--	



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen



Siehe Anhang Patentfamilie

^o 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 erfinderscher Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderscher 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

13. Oktober 2000

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

20/10/2000

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

Lampe, S

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie°	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	US 5 828 140 A (SHIH STEVEN) 27. Oktober 1998 (1998-10-27) Zusammenfassung -----	1,5
A	US 5 693 986 A (DEAN PATRICK ET AL) 2. Dezember 1997 (1997-12-02) das ganze Dokument -----	1,2

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

In. ationales Aktenzeichen

PCT/EP 00/04451

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 19703236 A	30-07-1998	WO 9833680 A EP 0956220 A	06-08-1998 17-11-1999
US 5477091 A	19-12-1995	FR 2684250 A CA 2083123 A DE 69217641 D DE 69217641 T EP 0550348 A ES 2099237 T JP 6030535 A	28-05-1993 28-05-1993 03-04-1997 24-07-1997 07-07-1993 16-05-1997 04-02-1994
DE 19842429 A	23-03-2000	KEINE	
WO 0036726 A	22-06-2000	AU 1832299 A	03-07-2000
US 5828140 A	27-10-1998	KEINE	
US 5693986 A	02-12-1997	KEINE	