

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

Anmeldenummer: 87111895.6

Int. Cl.4: **B66D 1/48** , **B66B 1/28** ,
H02P 1/30

Anmeldetag: 17.08.87

Priorität: 28.08.86 DE 3629266

Anmelder: **Siemens Aktiengesellschaft Berlin und München**
Wittelsbacherplatz 2
D-8000 München 2(DE)

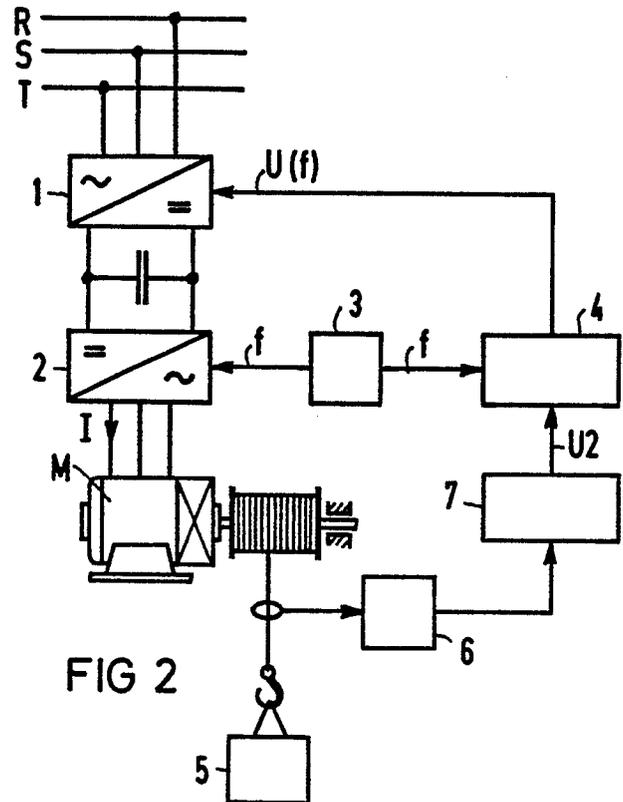
Veröffentlichungstag der Anmeldung:
 16.03.88 Patentblatt 88/11

Erfinder: **Axmann, Arnold**
Ebrardstrasse 38b
D-8520 Erlangen(DE)
 Erfinder: **Lotter, Manfred, Dipl.-Ing. (FH)**
Scherenbergstrasse 2
D-8716 Dettelbach(DE)

Benannte Vertragsstaaten:
AT BE DE FR GB NL SE

Verfahren zur Energieversorgung eines Drehstrommotors eines Hubwerks und Einrichtung zur Durchführung des Verfahrens.

Bei der Versorgung eines Drehstrommotors (M) eines mit einer Lastmßeinheit (6) versehenen Hubwerks mit elektrischer Energie variabler Frequenz (f) und variabler Spannung (U) oder Stromstärke, insbesondere aus einem Umrichter (1,2), wird der Grundwert (U2) der Spannung bzw. Stromstärke im unteren Frequenzbereich in Abhängigkeit von der durch die Lastmßeinheit (6) erfaßten tatsächlichen Hublast (5) unter den Grenzgrundwert (U1) abgesenkt, um die thermische Belastung des Drehstrommotors (M) zu minimieren.



EP 0 259 656 A1

Verfahren zur Energieversorgung eines Drehstrommotors eines Hubwerks und Einrichtung zur Durchführung des Verfahrens

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Energieversorgung eines Drehstrommotors eines Hubwerks nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1 sowie eine Einrichtung zur Durchführung des Verfahrens.

Bei Hubwerken, wie Kränen, Aufzügen oder Förderanlagen usw., ist der Einsatz insbesondere umrichter gespeister Drehstrommotoren bekannt. Dabei wird die Speisefrequenz so geregelt, daß beim Heben einer Hublast der Drehstrommotor annähernd verzögerungsfrei das erforderliche Hubmoment bildet, damit z.B. beim Aufnehmen einer hängenden Last der Antrieb unverzüglich momentenschlüssig wird und es nicht zu einem Lastsacken kommt. Regelungstechnisch kritisch ist dabei vor allem der untere Frequenzbereich, der andererseits gerade bei Kränen mit ihren häufigen Hubrichtungswechseln besonders intensiv genutzt wird. Um auch im unteren Frequenzbereich die Magnetisierung des Drehstrommotors sicher zur Bildung mindestens des Nennmoments und zum Heben mindestens der Nennlast ausreichen zu lassen, wird bei den bekannten Hubwerksteuerungen ein entsprechend hoher Grundwert der Speisespannung (bei Spannungszwischenkreis-Umrichtern) bzw. der Speisestromstärke (bei Stromzwischenkreis-Umrichtern) vorgegeben.

Da die Nennleistung von Hubwerken eher selten bis an ihre Grenze ausgeschöpft wird, bedeutet diese Voreinstellung eines Grenzgrundwerts einen häufig unnötig hohen Energieverbrauch und damit verbunden eine unnötig hohe thermische Belastung des Umrichters und des Drehstrommotors.

Aufgabe der Erfindung ist daher die Bereitstellung eines gattungsgemäßen Verfahrens zur Energieversorgung eines Drehstrommotors eines Hubwerks, bei dem Energieaufwand und thermische Belastung des Drehstrommotors im unteren Frequenzbereich soweit als möglich reduziert werden.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß gelöst durch die kennzeichnenden Merkmale des Hauptanspruchs. Vorteilhafte Weiterbildungen und Ausgestaltungen der Erfindung sind Gegenstand der Unteransprüche.

Der Hauptvorteil der erfindungsgemäßen Lehre besteht darin, daß der Grundwert der Spannung bzw. Stromstärke nur noch die zur Bewältigung der tatsächlichen Last erforderliche Höhe annimmt, wodurch im kritischen unteren Frequenzbereich der Energieverbrauch und die thermische Belastung des Umrichters und des Drehstrommotors minimal werden. Nur im notwendigen Maße wird der Drehstrommotor jeweils magnetisiert. Diese Entlastung

kann bei seiner Dimensionierung berücksichtigt werden. Weitere vorteilhafte Wirkungen des Gegenstands des Hauptanspruchs sowie der Unteransprüche ergeben sich aus der Beschreibung.

5 Anhand eines in der Zeichnung dargestellten Ausführungsbeispiels wird die Erfindung nachstehend näher erläutert. Es zeigt:

Fig. 1 ein Diagramm mit Kennlinien zur Beschreibung der Abhängigkeit der Speisespannung von der Frequenz;

Fig. 2 ein Blockschaltbild einer Einrichtung zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens;

Fig. 3 ein Diagramm zur Darstellung der Stromaufnahme eines nach dem erfindungsgemäßen Verfahren versorgten Hubwerkmotors bei kleiner Last, verglichen mit der Stromaufnahme eines nach dem Stand der Technik versorgten Hubwerkmotors bei nämlicher Last.

Die durchgezogene Kennlinie des Diagramms nach Fig.1 beschreibt, wie bei einem konventionell gespeisten Drehstrommotor eines Hubwerks die Spannung U von der Frequenz f abhängt. Im kritischen unteren Frequenzbereich - in dem beispielhaften Diagramm der Abschnitt zwischen $f = 0$ und $f = f_1$ - ist die Kennlinie auf den Grenzgrundwert U_1 angehoben, damit der Drehstrommotor auch im Stillstand oder bei kleinen Drehzahlen das erforderliche Hubmoment liefern kann. z.B. Bei Hüttenwerkskränen und Montagekränen muß häufig mit kleinen Drehzahlen gefahren und korrigiert werden, mit hoher Schalthäufigkeit, so daß dieser Bereich besondere Maßnahmen erforderlich macht. Andererseits beträgt die gehobene Last oftmals nur einen Bruchteil der zuzulassenden Grenzhublast, so daß in diesem Drehzahlbereich häufig unnötig viel Energie verbraucht wird, mit der Folge unnötiger thermischer Belastung des Umrichters und des Drehstrommotors.

Diese Probleme werden wirksam vermieden, indem die Spannung bei der Frequenz $f = 0$ auf einen Wert abgesenkt wird, der die Bewältigung der tatsächlichen Last noch ermöglicht, andererseits jedoch zu wesentlich geringeren Energieverlusten und thermischen Belastungen führt. Eine entsprechende Kennlinie ist in dem Diagramm nach Fig.1 gestrichelt eingetragen. Sie entsteht aus der durchgezogen gezeichneten Kennlinie durch Abschrägung des Kennlinienabschnittes im unteren Frequenzbereich. Der Grundwert U_2 der Spannung bei der Frequenz $f = 0$ liegt deutlich unter dem Grenzgrundwert U_1 der Spannung nach der konventionellen Kennlinie. Die Absenkung der Spannung vom Grenzgrundwert U_1 auf den Grundwert U_2

kann aber genauso gut z.B. dadurch erfolgen, daß der Knickpunkt der Kennlinie verschoben wird, wie anhand der gepunkteten Kennlinie gezeigt wird, wo der Knickpunkt bei der Frequenz f_2 anstelle f_1 liegt. Die Berücksichtigung der tatsächlichen Last hat im allgemeinen keinen erheblichen Zusatzaufwand zur Folge, da Hubwerke normalerweise aus sicherheitstechnischen Gründen ohnehin mit einer Lasterfassung versehen sind, um die Elektrik und die Mechanik gegen Überlast zu schützen.

Durch die Absenkung des Grundwerts der dem Drehstrommotor zugeführten Spannung wird dieser nur in dem situationsabhängig notwendigen Maße magnetisiert, so daß einerseits Energie gespart wird und andererseits der Drehstrommotor samt dem ihn speisenden Umrichter thermisch entlastet wird. Diese Entlastung kann bei der Dimensionierung der beiden genannten Geräte berücksichtigt werden.

Ein Blockschaltbild einer Einrichtung zur Durchführung der geschilderten Maßnahme zeigt Fig.2. Aus einem Drehstromnetz R,S,T wird ein Gleichrichtergerät 1 versorgt, welches Bestandteil eines Spannungszwischenkreis-Umrichters ist. Die Ausgangsspannung des Gleichrichtergerätes 1 ist regelbar. Sie dient als Eingangsspannung eines Wechselrichters 2, der den Drehstrommotor M mit Drehstrom einstellbarer Frequenz f versorgt, um die Hublast 5 zu heben. Die vom Wechselrichter 2 zu liefernde Frequenz f wird von dem Regler 3 z.B. in Abhängigkeit von der Last und der gewünschten Drehzahl vorgegeben. Die Hublast 5 wird von der Lastmeßeinheit 6 erfaßt und in Form eines die Hublast repräsentierenden Signals an die Magnetisierungsstelleinheit 7 weitergeleitet. In Abhängigkeit von diesem Eingangssignal legt die Magnetisierungsstelleinheit 7 fest, welcher Grundwert der Spannung bei der Frequenz $f = 0$ notwendig und hinreichend ist. Anhand dieser Information wählt der Kennliniengeber 4 eine entsprechende Kennlinie aus, z.B. die gestrichelt gezeichnete nach Fig.1. Nach der Vorschrift der ausgewählten Kennlinie liefert das Gleichrichtergerät 1 jeweils die zur aktuellen Frequenz f gehörige Spannung U . Insbesondere wird im unteren Frequenzbereich zwischen $f = 0$ und $f = f_1$ eine gegenüber der maximal erforderlichen Spannung abgesenkte Spannung an den Wechselrichter 2 und damit an den Drehstrommotor M abgegeben, wenn die erfaßte tatsächliche Hublast 5 kleiner als die maximal zulässige Grenzhublast ist.

Die Absenkung der Spannung unter den Grenzgrundwert U_1 im unteren Frequenzbereich kann durch die Magnetisierungsstelleinheit 7 in stetiger Abhängigkeit von der tatsächlich erfaßten Hublast 5 erfolgen. Schaltungstechnisch kann es aber

auch von Vorteil sein, die Absenkung stufenweise durchzuführen, d.h.einer endlichen Zahl von Hublastintervallen eine entsprechende Folge von Spannungsgrundwerten zuzuordnen.

Die Absenkung des Grundwerts der Spannung bzw. die Auswahl der entsprechenden Kennlinie erfolgt vorzugsweise selbsttätig über den beschriebenen Steuerkreis, der aus der Lastmeßeinheit 6, Magnetisierungsstelleinheit 7 und dem Kennliniengeber 4 besteht. Denkbar ist jedoch auch die manuelle Vorgabe einer abgesenkten Kennlinie, wenn die Größenordnung der zu bewegendenden Hublast bekannt, insbesondere etwa über längere Zeitabstände hinweg gleichbleibend ist.

Die Funktionen der Magnetisierungsstelleinheit 7 und des Kennliniengebers 4 lassen sich vorteilhaft auch von einem Prozeßrechner, insbesondere Mikrorechner, übernehmen. Eine solche Lösung kommt insbesondere dann in Frage, wenn dieser Prozeßrechner auch die Regelung des Umrichters und des Drehstrommotors übernimmt.

Die obige Beschreibung der Kennlinien nach Fig.1 und der Einrichtung nach Fig.2 gehen von einem Spannungszwischenkreis-Umrichter aus (gebildet aus Gleichrichtergerät 1 und Wechselrichter 2). Die dort getroffenen Aussagen bezüglich der zu regelnden Spannung gelten jedoch sinngemäß genauso für eine zu regelnde Stromstärke eines etwaigen Stromzwischenkreis-Umrichters.

Unter Bezugnahme auf Fig.3 wird abschließend die Stromaufnahme eines nach dem beschriebenen Verfahren versorgten Hubwerkmotors mit der Stromaufnahme eines konventionell versorgten Hubwerkmotors verglichen. Dargestellt ist die Stromaufnahme des Drehstrommotors M über der Frequenz f des vom Wechselrichter 2 gelieferten Drehstroms beim Heben einer im Vergleich zur Grenzhublast kleinen Hublast. Die durchgezogene gezeichnete Linie zeigt, daß die in Anpassung an die tatsächliche Last erfolgte Absenkung des Grundwerts der Spannung im unteren Frequenzbereich zu einem gegenüber der Stromaufnahme im oberen Frequenzbereich nur geringfügig erhöhten Motorstrom führt, der im gezeigten Beispiel etwa beim halben Nennstrom I_N liegt. Wird dagegen der Grundwert der Spannung im unteren Frequenzbereich ohne Rücksicht auf die tatsächliche Hublast beim Grenzgrundwert gehalten, so ergibt sich die gestrichelt eingetragene Abhängigkeit des Stromes I von der Frequenz f . Die schraffierte Fläche verdeutlicht den Stromanteil, der unnötigerweise verbraucht wird, dabei unnötige Energiekosten verursacht und den Umrichter sowie den Drehstrommotor M unnötig hoch thermisch belastet. Die damit verbundenen Probleme der Verlustwärmeabfuhr und der Betriebssicherheit werden mit der beschriebenen, nach dem offenbarten Verfahren arbeitenden Einrichtung ausgeschaltet.

Ansprüche

1. Verfahren zur Versorgung eines Drehstrommotors eines mit einer Lastmeßeinheit versehenen Hubwerks, insbesondere eines Asynchronmotors und insbesondere eines Käfigläufermotors, mit elektrischer Energie variabler Frequenz und variabler Spannung oder Stromstärke, insbesondere aus einem Umrichter, wobei die Frequenz so geregelt wird, daß beim Heben einer Hblast der Drehstrommotor das erforderliche Hubmoment bildet, und wobei ein Grundwert der Spannung bzw. Stromstärke im unteren Frequenzbereich so hoch vorgegeben wird, daß die Magnetisierung des Drehstrommotors auch im unteren Frequenzbereich zur Bildung des Hubmoments und zum Heben der Hublast ausreicht, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Grundwert (U2) der Spannung (U) bzw. Stromstärke gegenüber dem zur Bildung eines Grenzhubmoments und zum Heben einer Grenzhublast erforderlichen Grenzgrundwert (U1) abgesenkt wird, wenn die von der Lastmeßeinheit (6) erfaßte Hublast (5) kleiner als die Grenzhublast ist.

2. Verfahren nach Anspruch 1, bei dem die Spannung bzw. Stromstärke in Abhängigkeit von der Frequenz über eine Kennlinie mit mindestens zwei Abschnitten unterschiedlicher Steilheit vorgegeben wird, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Steilheit des den unteren Frequenzbereich betreffenden Kennlinienabschnitts erhöht wird und/oder dieser Kennlinienabschnitt verkürzt wird, wenn die Hublast (5) kleiner als die Grenzhublast ist.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Absenkung des Grundwerts (U2) der Spannung (U1) bzw. Stromstärke stetig von der Differenz zwischen Grenzhublast und Hublast (5) abhängt.

4. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Absenkung des Grundwerts (U2) der Spannung (U) bzw. Stromstärke stufig von der Differenz zwischen Grenzhublast und Hublast (5) abhängt.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Absenkung des Grundwerts (U2) der Spannung (U) bzw. Stromstärke selbsttätig eingestellt wird.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Absenkung des Grundwerts (U2) der Spannung (U) bzw. Stromstärke manuell eingestellt wird.

7. Einrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **gekennzeichnet** durch eine mit der Lastmeßeinheit (6) verbundene Magnetisierungsstelleinheit (7), die in Abhängigkeit von einem die Hublast (5) repräsentierenden Eingangssignal ein den Grundwert (U2) der Spannung (U) bzw. Stromstärke repräsentierendes Ausgangssignal abgibt, wobei

der Grundwert (U2) gegenüber dem Grenzgrundwert (U1) abgesenkt wird, wenn die Hublast (5) kleiner als die Grenzhublast ist.

8. Einrichtung nach Anspruch 7, **gekennzeichnet** durch einen Kennliniengeber (4) der in Abhängigkeit vom Ausgangssignal der Magnetisierungsstelleinheit (7) die Kennlinie für die Abhängigkeit der Spannung (U) bzw. Stromstärke von der Frequenz (f) vorgibt.

9. Einrichtung nach Anspruch 7, **gekennzeichnet** durch einen Prozeßrechner, insbesondere Mikrorechner, zur Berechnung des Grundwerts (U2) der Spannung (U) bzw. Stromstärke in Abhängigkeit von der Hublast (5) und/oder zur Vorgabe einer Kennlinie für die Abhängigkeit der Spannung (U) bzw. Stromstärke von der Frequenz (f).

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

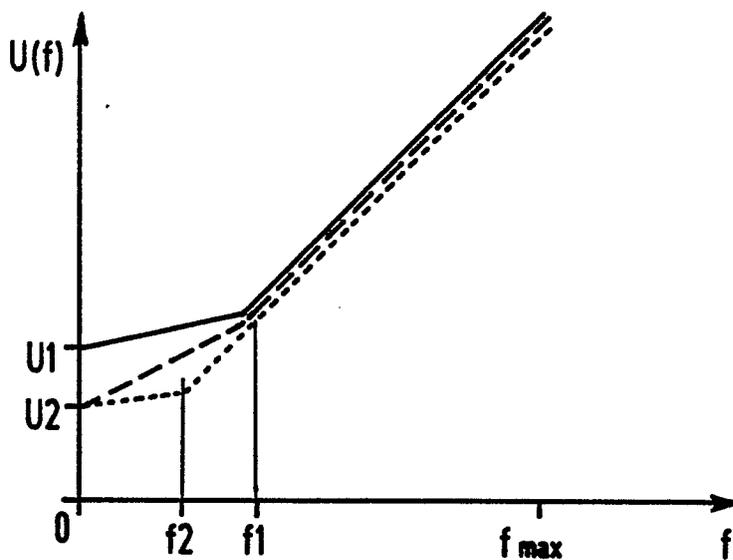


FIG 1

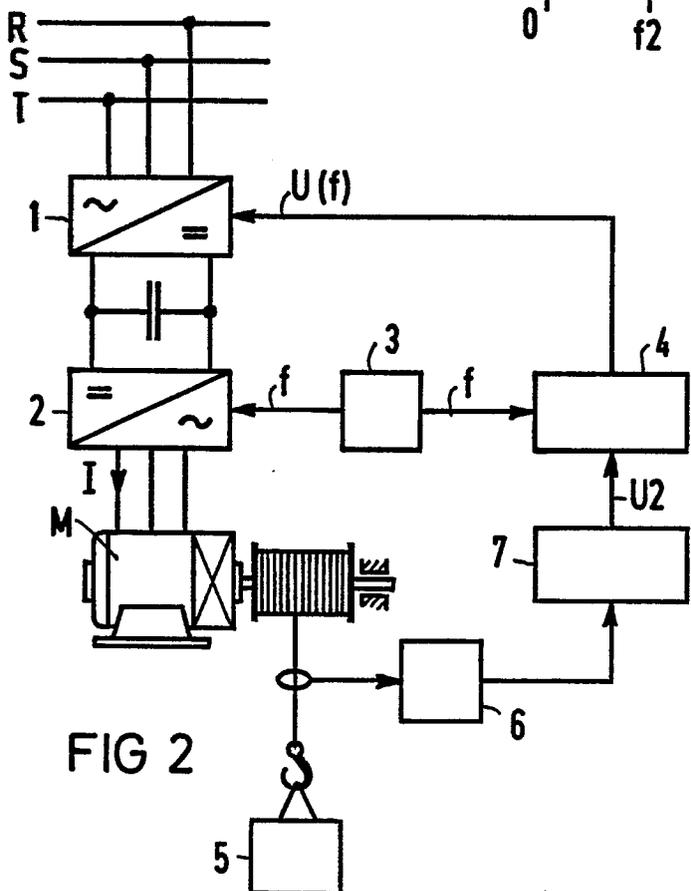


FIG 2

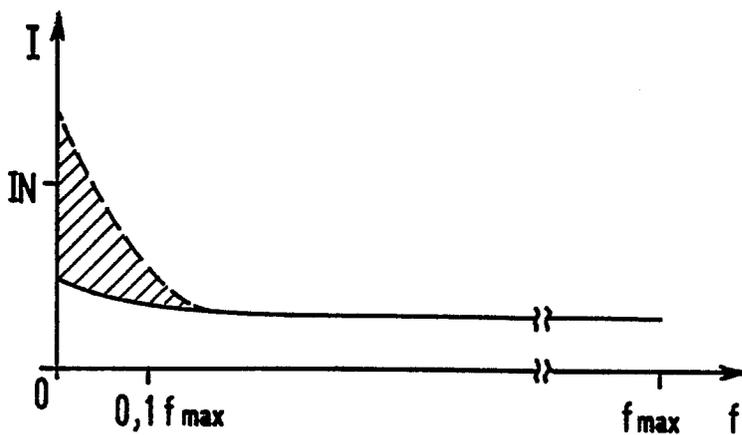


FIG 3



EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int. Cl.4)
A	US-A-3 614 996 (SAITO et al.) * Spalte 3, Zeile 47 - Spalte 4, Zeile 44; Spalte 7, Zeile 30 - Spalte 9, Zeile 11; Figuren 2-8,14 * ---	1,3,5	B 66 D 1/48 B 66 B 1/28 H 02 P 1/30
A	US-A-3 940 110 (MOTODA) * Spalte 2, Zeile 9 - Spalte 3, Zeile 58; Spalte 4, Zeilen 17-26; Figuren 1,2,5,6 * ---	1,3,5	
A	DE-A-3 048 097 (LOHER) * Insgesamt * ---	1,4,5,8	
A	IEEE TRANSACTIONS ON INDUSTRY AND GENERAL APPLICATIONS, Band IGA-2, Nr. 5, September/Oktober 1966, Seiten 334-339, New York, US; L. ABRAHAM et al.: "AC motor supply with thyristor converters" * Seite 336, rechte Spalte, Zeile 52 - Seite 337, linke Spalte, Zeile 11; Figur 8(a) * -----	1	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int. Cl.4)
			B 66 D B 66 C H 02 P B 66 B
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort DEN HAAG		Abschlußdatum der Recherche 04-12-1987	Präfer VERLEYE J.
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentedokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus andern Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	