

(51) Internationale Patentklassifikation ⁵ : H02P 6/02	A1	(11) Internationale Veröffentlichungsnummer: WO 92/11689 (43) Internationales Veröffentlichungsdatum: 9. Juli 1992 (09.07.92)
--	----	--

<p>(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE91/00884</p> <p>(22) Internationales Anmeldedatum: 15. November 1991 (15.11.91)</p> <p>(30) Prioritätsdaten: P 40 40 926.0 20. Dezember 1990 (20.12.90) DE</p> <p>(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten ausser US): ROBERT BOSCH GMBH [DE/DE]; Postfach 10 60 50, D-7000 Stuttgart 10 (DE).</p> <p>(72) Erfinder; und (75) Erfinder/Anmelder (nur für US) : WEHBERG, Josef [DE/DE]; Burg-Windeck-Str. 4E, D-7580 Bühl (DE).</p> <p>(81) Bestimmungsstaaten: AT (europäisches Patent), BE (europäisches Patent), CH (europäisches Patent), DE (europäisches Patent), DK (europäisches Patent), ES (europäisches Patent), FR (europäisches Patent), GB (europäisches Patent), GR (europäisches Patent), IT (europäisches Patent), JP, LU (europäisches Patent), NL (europäisches Patent), SE (europäisches Patent), US.</p>	<p>Veröffentlicht Mit internationalem Recherchenbericht.</p>
--	--

(54) Title: CIRCUIT FOR RUNNING A MULTI-PHASE SYNCHRONOUS MOTOR FROM A D.C. POWER SUPPLY

(54) Bezeichnung: SCHALTUNGSANORDNUNG ZUM BETREIBEN EINES MEHRPHASEN-SYNCHRONMOTORS AN EINEM GLEICHSPANNUNGSNETZ

(57) Abstract

The circuit proposed has a switch unit (13), made up of semiconductor switches (14 to 16), for successively connecting the phase windings (u, v, w) of the armature coil (10) up to a d.c. supply, and a commutator (21) for addressing the semiconductor switches (14 to 16) in the correct sequence with switch-command signals (S1 to S3) in accordance with the rotational position of the rotor. In order to reduce commutator noise and radio interference without the need for a complex circuit design, each semiconductor-switch control input (G) is connected in series with an analogue subtraction unit (18 to 20) to which are fed the appropriate semiconductor-switch command signal (S1 to S3) and a reference signal derived from the total armature-winding current summed over all three phases, the semiconductor switches (14 to 16) remaining fully conductive as long as the amplitude of the switch-command signal (S1 to S3) is greater than the amplitude of the reference signal.

(57) Zusammenfassung

Eine Schaltungsanordnung zum Betreiben eines Mehrphasen-Synchronmotors weist eine aus Halbleiterschaltern (14-16) bestehende Schaltvorrichtung (13) zum sukzessiven Anschließen der Wicklungsphasen (u, v, w) der Ankerwicklung (10) an die Netzgleichspannung und eine Kommutierungsvorrichtung (21) zum folgerichtigen Ansteuern der Halbleiterschalter (14-16) mit Schaltsignalen (S1-S3) in Übereinstimmung mit der Rotordrehstellung auf. Zur Reduzierung des Kommutierungsgeräusches und der Funkstörung bei geringem schaltungstechnischen Aufwand ist jedem Steuereingang (G) der Halbleiterschalter (14-16) ein analoger Differenzbildner (18-20) vorgeschaltet, dem einerseits das dem Halbleiterschalter (14-16) zugeordnete Schaltsignal (S1-S3) und andererseits ein aus dem Phasensummenstrom der Ankerwicklung (10) abgeleitetes Referenzsignal zugeführt ist. Die Halbleiterschalter (14-16) sind dabei voll durchgeschaltet, solange die Amplitude des Schaltsignals (S1-S3) größer ist als die Amplitude des Referenzsignals.

LEDIGLICH ZUR INFORMATION

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

AT	Österreich	ES	Spanien	ML	Mali
AU	Australien	FI	Finnland	MN	Mongolei
BB	Barbados	FR	Frankreich	MR	Mauritanien
BE	Belgien	GA	Gabon	MW	Malawi
BF	Burkina Faso	GB	Vereinigtes Königreich	NL	Niederlande
BG	Bulgarien	GN	Guinea	NO	Norwegen
BJ	Benin	GR	Griechenland	PL	Polen
BR	Brasilien	HU	Ungarn	RO	Rumänien
CA	Kanada	IT	Italien	SD	Sudan
CF	Zentrale Afrikanische Republik	JP	Japan	SE	Schweden
CG	Kongo	KP	Demokratische Volksrepublik Korea	SN	Senegal
CH	Schweiz	KR	Republik Korea	SU ⁺	Sowjet Union
CI	Côte d'Ivoire	LI	Liechtenstein	TD	Tschad
CM	Kamerun	LK	Sri Lanka	TC	Togo
CS	Tschechoslowakei	LU	Luxemburg	US	Vereinigte Staaten von Amerika
DE	Deutschland	MC	Monaco		
DK	Dänemark	MG	Madagaskar		

⁺ Die Bestimmung der "SU" hat Wirkung in der Russischen Föderation. Es ist noch nicht bekannt, ob solche Bestimmungen in anderen Staaten der ehemaligen Sowjetunion Wirkung haben.

1.

5

10

15 Schaltungsanordnung zum Betreiben eines Mehrphasen-
 Synchronmotors an einem Gleichspannungsnetz

20 Stand der Technik

Die Erfindung geht aus von einer Schaltungsanordnung zum
Betreiben eines Synchronmotors mit mehrphasiger
Ankerwicklung an einem Gleichspannungsnetz der im
25 Oberbegriff des Anspruchs 1 definierten Gattung.

Bei einer bekannten Schaltungsanordnung dieser Art für
einen dreiphasigen Synchronmotor (DE 39 40 56.9) sind
zwecks Reduzierung des Kommutierungsgeräusches und der
30 Funkstörung die Schaltsignale so ausgebildet, daß jeweils
die beiden Schaltsignale für die den kommutierenden
Wicklungsphasen zugeordneten Halbleiterschalter einander
zeitlich überlappen. Eines der beiden Schaltsignale wird
dabei im Überlappungsbereich derart getaktet, daß der
35 Mittelwert des Strangstroms in der aufkommutierenden
Wicklungsphase zunimmt und in der abkommutierenden

Wicklungsphase abnimmt, und zwar linear oder nach einer e-Funktion. Diese Art der Kommutierung erfordert jedoch einen relativ hohen Schaltungsaufwand.

5 Vorteile der Erfindung

Die erfindungsgemäße Schaltungsanordnung mit den kennzeichnenden Merkmalen des Anspruchs 1 hat demgegenüber den Vorteil des geringen schaltungstechnischen Aufwandes
10 bei relativ geringem Kommutierungsgeräusch und sehr geringer Funkstörung, die zusätzliche Entstörungsmaßnahmen überflüssig macht. Bei der Kommutierung, d.h. beim Übergang des Stromes von der einen zu der anderen Wicklungsphase, wirkt sich die analoge Steuerung der Halbleiterschalter
15 positiv in der Weise aus, daß nur eine geringe Stromsteilheit auftritt. Diese wiederum verursacht nur geringfügige Überspannungen, so daß Freilaufdioden und Spannungsbegrenzer entfallen können. Durch das Fehlen der steilen Schaltflanken treten kaum Funkstörungen auf und
20 wird auch das Kommutierungsgeräusch merklich reduziert.

Durch die in den weiteren Ansprüchen aufgeführten Maßnahmen sind vorteilhafte Weiterbildungen und Verbesserungen der im Anspruch 1 angegebenen Schaltungsanordnung möglich.

25 Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung wird das Referenzsignal als Spannungsabfall an einem Widerstand abgegriffen, der von dem Phasensummenstrom der Ankerwicklung durchflossen ist, und geeignet verstärkt.

30 Die erfindungsgemäße Schaltungsanordnung kann für Synchronmotoren verwendet werden, bei welchen die Wicklungsphasen der Ankerwicklung in Stern geschaltet sind, unabhängig davon, ob der Sternpunkt herausgeführt ist oder
35 nicht.

- Bei herausgeführtem Sternpunkt läßt sich eine sog. Halbwellensteuerung realisieren, wenn gemäß einer Ausführungsform der Erfindung jeweils ein Halbleiterschalter in Reihe mit einer Wicklungsphase geschaltet wird und die parallelen Reihenschaltungen einerseits über den Sternpunkt und andererseits über den Widerstand zur Erfassung des Wicklungs-Summenstroms an der Netzgleichspannung liegt.
- 10 Eine sog. Vollwellensteuerung läßt sich erreichen, wenn gemäß einer weiteren Ausführungsform der Erfindung jeweils zwei Halbleiterschalter in Reihe geschaltet sind und an ihrem Verbindungspunkt jeweils eine Wicklungsphase der Ankerwicklung angeschlossen ist. Dabei ergibt sich eine
- 15 Anzahl von parallelen Reihenschaltungen, die der Zahl der Wicklungsphasen oder -stränge entspricht. Die parallelen Reihenschaltungen sind gemeinsam über den Widerstand zum Erfassen des Summenstroms in der Ankerwicklung an die Netzgleichspannung gelegt. Bei dieser Vollwellensteuerung
- 20 ergibt sich eine höhere Ausnutzung des Motors. Die Phasenzahl der Ankerwicklung unterliegt keiner Einschränkung. Bei einer Dreiphasenwicklung kann die Ankerwicklung auch in Dreieck geschaltet werden.
- 25 In einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung wird als Differenzbildner ein Operationsverstärker, genauer ein Differenzverstärker, und als Halbleiterschalter ein Leistungs- MOS-Feldeffekttransistor (Leistungs-MOSFET) verwendet. Dadurch ergibt sich eine leistungsarme
- 30 Transistoransteuerung.
- Gemäß einer weiteren Ausführungsform der Erfindung sind die Flanken der periodischen Rechteckimpulse, aus welchen die Schaltsignale zusammengesetzt sind, unter einem Winkel
- 35 kleiner 90° geneigt, wodurch die Anstiegsflanken der Rechteckimpulse des Schaltsignals, das der in der

Stromführung nachfolgenden Wicklungsphase der Ankerwicklung zugeordnet ist, und die Abfallflanken der Rechteckimpulse des Schaltsignals, das der in der Stromführung vorausgehenden Wicklungsphase zugeordnet ist, einander zeitlich überlappen. Durch diese Ausbildung der Schaltsignale läßt sich noch eine deutlichere Reduzierung des Kommutierungsgeräusches erzielen.

Gemäß einer weiteren Ausführungsform der Erfindung sind die Amplituden der Schaltsignale drehzahlbegrenzt, was mit einem als P- oder PI-Regler ausgebildeten Drehzahlregler realisiert werden kann. Die Istdrehzahl wird dabei aus den Schaltsignalen abgeleitet.

Zeichnung

Die Erfindung ist anhand von in der Zeichnung dargestellten Ausführungsbeispielen in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 ein Schaltbild einer Schaltungsanordnung zum Betreiben eines dreiphasigen Synchronmotors mit elektronischer Kommutierung (EC-Motor) an einem Gleichspannungsnetz,

Fig. 2 ein Schaltbild von Differenzbildner und Halbleiterschalter in der Schaltungsanordnung gemäß Fig. 1,

Fig. 3 ein Diagramm verschiedener Signale in der Schaltungsanordnung gemäß Fig. 1,

Fig. 4 ein Schaltbild einer Schaltungsanordnung zum Betreiben eines dreiphasigen EC-Motors gemäß einem weiteren Ausführungsbeispiel.

Beschreibung der Ausführungsbeispiele

In dem in Fig. 1 dargestellten Schaltbild ist mit 10 die dreiphasige Ankerwicklung des Synchronmotors bezeichnet, die mit ihren Wicklungssträngen oder Wicklungsphasen u,v,w im Ständer des Synchronmotors untergebracht ist. Der als Permanentmagnetrotor ausgebildete Läufer ist mit 11 bezeichnet. Er ist hier symbolisch zweipolig dargestellt, kann aber auch eine andere Polzahl aufweisen. Die Wicklungsphasen u,v,w sind an dem einen Wicklungsende zu einem Sternpunkt 39 zusammengefaßt, der aus dem Synchronmotor herausgeführt ist und an dem positiven Potential "+" des Gleichspannungsnetzes 12 angeschlossen ist. Die drei freien, auf einem Klemmenbrett liegenden Wicklungsanschlüsse 36,37,38 der drei Wicklungsphasen u,v,w sind mit einer Schaltvorrichtung 13 verbunden, die an dem anderen Potential des Gleichspannungsnetzes liegt.

Die Schaltvorrichtung 13 weist drei schematisch dargestellte Leistungstransistoren 14,15,16 auf, die jeweils in Reihe mit einer Wicklungsphase u,v,w liegen. Wie in Verbindung mit Fig. 2 ersichtlich ist, ist jeder Leistungstransistor 14 - 16 von einem Leistungs-MOSFET 22 gebildet, dessen Drain D an der zugeordneten Wicklungsphase u bzw. v bzw. w und dessen Source S über einen Widerstand 17 an dem unteren Potential des Gleichspannungsnetzes 12 liegt. Dabei sind die Sourcen S aller Leistungs-MOSFET 22 über denselben Widerstand 17 an dem Gleichspannungsnetz 12 angeschlossen. Die Leistungstransistoren 14,15,16 werden von Differenzbildnern 18,19,20 gesteuert, denen einerseits ein aus dem Summenstrom der Ankerwicklung 10 abgeleitetes Referenzsignal und andererseits Schaltsignale zugeführt werden, die von einer Kommutierungsvorrichtung 21 in Abhängigkeit von der Rotordrehstellung generiert werden. Jeder Differenzbildner 18 - 20 ist gemäß Fig. 2 von einem Differenzverstärker 23 gebildet, dessen Ausgang mit dem

Gate G des Leistungs-MOSFET 22 verbunden ist. Das Referenzsignal ist dabei an den invertierenden Eingang 231 und das Schaltsignal an den nicht invertierenden Eingang 232 des Differenzverstärkers 23 gelegt. Zur Gewinnung des Referenzsignals wird der Spannungsabfall am Widerstand 17
5 abgegriffen, mit einem Verstärker 24 in eine ausreichend hohe Spannung umgesetzt und an die invertierenden Eingänge 231 der drei Differenzverstärker 23 gelegt.

10 Die in der Kommutierungsvorrichtung 21 erzeugten Schaltsignale sind in Fig. 3 dargestellt und dort - wie in Fig. 1 - mit S1, S2 und S3 bezeichnet. Jeweils eines der drei Schaltsignale S1 - S3 liegt an dem nicht invertierenden Eingang 231 der jeweils als
15 Differenzverstärker 23 ausgebildeten Differenzbildner 18 - 20. Zur Erzeugung der Schaltsignale sind am Rotorumfang drei feststehende, um gleiche Umfangswinkel gegeneinander versetzte Positionssensoren 25, 26, 27 angeordnet, die entsprechend der Drehstellung des Läufers 11
20 Ausgangssignale H1, H2 und H3 erzeugen. Diese Ausgangssignale der Positionssensoren 25 - 27 sind in Fig. 3 oben dargestellt. In einer Gatterschaltung 28 werden diese drei Ausgangssignale H1, H2 und H3 in ein Dreiphasensignal A1, A2, A3 ohne Überlappung mit einer
25 Teilung von $2\pi/3$ umgeformt. Das Dreiphasensignal A1, A2, A3 wird einem Block 29 zugeführt, welcher die Steilheit der Rechteckimpulse begrenzt. Am Ausgang des Blocks 29 stehend die drei Schaltsignale S1', S2', S3' an, von denen jedes aus einer Folge periodischer Rechteckimpulse zusammengesetzt
30 ist, deren ansteigenden bzw. abfallenden Flanken mit einem Winkel kleiner 90° verlaufen. Da die drei Schaltsignale S1', S2', S3' wie das Dreiphasensignal A1, A2, A3 gegeneinander um $2\pi/3$ verschoben sind, überlappen sich die Anstiegsflanken der Rechteckimpulse des Schaltsignals, das
35 der in der Stromführung nachfolgenden Wicklungsphase der Ankerwicklung 10 zugeordnet ist, und die Abfallflanken der

Rechteckimpulse des Schaltsignals, das der in der Stromführung vorausgehenden Wicklungsphase der Ankerwicklung 10 zugeordnet ist, einander zeitlich. Diese Schaltsignale $S1'$, $S2'$, $S3'$, die im wesentlichen den im Diagramm unten dargestellten Schaltsignalen $S1 - S3$ am Ausgang der Kommutierungsschaltung 21 entsprechen, könnten nunmehr unmittelbar den nicht invertierenden Eingängen 232 der drei Differenzverstärker 23 zugeführt werden. Bei der hier verwendeten Kommutierungsvorrichtung 21 werden die Schaltsignale $S1' - S3'$ noch zusätzlich in Abhängigkeit von der Drehzahl begrenzt. Hierzu sind die Schaltsignale $S1'$, $S2'$, $S3'$ drei Differenzbildnern 31, 32, 33 zugeführt, welche von den Amplituden der Schaltsignale $S1'$, $S2'$, $S3'$ einen von einem Drehzahlregler 30 ausgegebenen Wert subtrahieren, so daß am Ausgang der Kommutierungsvorrichtung 21 nunmehr die Schaltsignale $S1$, $S2$ und $S3$ anstehen, die jeweils einem der drei Differenzbildnern 18 - 20 zugeführt werden. der Drehzahlregler 30 ist als P- oder PI-Regler ausgebildet, dem die Differenz aus einem vorgegebenen Drehzahl-Sollwert n_{soll} und aus einem gemessenen Drehzahl-Istwert n_{ist} zugeführt wird. Hierzu ist dem Drehzahlregler 30 ein weiterer Differenzbildner 34 vorgeschaltet, an dem einerseits der Drehzahl-Sollwert n_{soll} und andererseits der Drehzahl-Istwert n_{ist} liegt. Der Drehzahl-Istwert n_{ist} wird in einem Block 35 durch Flankenauswertung der Signale $A1 - A3$ ermittelt.

Bei der in Fig. 4 dargestellten Schaltungsanordnung ist der Sternpunkt 39 der in Stern geschalteten dreiphasigen Ankerwicklung 10 nicht zugänglich, sondern nur die drei auf ein Klemmbrett gelegten Wicklungsanschlüsse 36, 37, 38. Hier weist die Schaltvorrichtung 13' insgesamt sechs als Leistungs-MOSFET 22 gemäß Fig. 2 ausgebildete Leistungstransistoren 41 - 46 auf, von denen jeweils zwei Leistungstransistoren 41, 44 bzw. 42, 45 bzw. 43, 46 in Reihe

geschaltet sind. Ihr gemeinsamer Verbindungspunkt ist jeweils auf einen der Wicklungsanschlüsse 36 - 38 gelegt. Alle drei Reihenschaltungen der Leistungstransistoren 41 - 46 sind parallel geschaltet, und die Parallelschaltung ist
5 über den Widerstand 17 an das Gleichspannungsnetz 12 angeschlossen. Dabei sind die Drain D mit dem positiven Pol "+" des Gleichspannungsnetzes 12 und die Sourcen S mit dem Widerstand 17 verbunden, der an dem negativen Pol des Gleichspannungsnetzes 12 liegt. Jedem Gate G ist wiederum
10 ein Differenzbildner 51 - 56 vorgeschaltet, der wie in Fig. 2 als Differenzverstärker 23 ausgeführt ist. In gleicher Weise wie in Fig. 1 und 2 ist den invertierenden Eingängen 231 der Differenzbildner 51 - 56 der am Widerstand 17 abgegriffene und durch den Verstärker 24 geeignet
15 verstärkte Spannungsabfall und sind den nicht invertierenden Eingängen 232 die Schaltsignale S1 - S6 der Kommutierungsvorrichtung 21' zugeführt. In dieser Schaltungsanordnung ist eine sog. Vollwellensteuerung des EC-Motors im Gegensatz zu der in der Schaltungsanordnung
20 gemäß Fig. 1 durchgeführten Halbwellensteuerung realisiert. Mit dieser Vollwellensteuerung geht eine höhere Ausnutzung des EC-Motors einher. Bei einer dreiphasigen Ankerwicklung 10 können die Wicklungsstränge oder Wicklungsphasen u,v,w auch in Dreieck geschaltet werden. Die
25 Kommutierungsvorrichtung 21' liefert insgesamt sechs Schaltsignale S1 - S6, die von den Ausgangssignalen H1 - H3 der Positionssensor 25 - 27 abgeleitet sind, wobei die Schaltsignale S1 - S6 in geeigneter Weise gegeneinander zeitlich verschoben sind, so daß zur Durchführung der
30 Vollwellensteuerung jeweils zwei der Leistungstransistoren 41 - 46 gleichzeitig leitend sind und diese beide Leistungstransistoren 41 - 46 nacheinander jeweils in Verbindung mit einem weiteren Leistungstransistor kommutiert werden.

35

Die Erfindung ist nicht auf die vorstehend beschriebenen Ausführungsbeispiele beschränkt. Insbesondere unterliegt die Phasenzahl der Ankerwicklung keinerlei Einschränkung.

5 Anstelle der Gewinnung der Schaltsignale aus den
Positionssensoren können die Schaltsignale auch durch
sensorlose Positionserkennung des Rotors gewonnen werden,
welche die in der Ankerwicklung induzierte Spannung
ausnutzt. Eine solche sensorlose Positionserkennung ist
10 beispielsweise in der DE 30 42 819 A1 beschrieben.

15

20

25

30

35

5

10

Ansprüche

15

1. Schaltungsanordnung zum Betreiben eines Synchronmotors mit mehrphasiger Ankerwicklung an einem Gleichspannungsnetz, mit einer Schaltvorrichtung zum sukzessiven Anschließen der Wicklungsphasen der Ankerwicklung an die Netzgleichspannung, die eine Mehrzahl von den einzelnen Wicklungsphasen zugeordneten Halbleiterschaltern aufweist, und mit einer Kommutierungsvorrichtung zum folgerichtigen Ansteuern der Halbleiterschalter mit Schaltsignalen in Übereinstimmung mit der Rotordrehstellung des Synchronmotors, dadurch gekennzeichnet, daß jedem Steuereingang (G) der Halbleiterschalter (14-16;41-44) ein analoger Differenzbildner (18-20;51-56) vorgeschaltet ist, dem einerseits das dem Halbleiterschalter (14-16;41-46) zugeordnete Schaltsignal (S1-S3;S1-S6) und andererseits ein aus dem Phasensummenstrom der Ankerwicklung (10) abgeleitetes Referenzsignal zugeführt ist, und daß die Ansteuerung der Halbleiterschalter (14-16;41-46) durch die Differenzbildner (18-20;51-56) so getroffen ist,

35

daß die Halbleiterschalter (14-16;41-46) voll durchgeschaltet sind, solange die Amplitude des Schaltsignals (S1-S3;S1-S6) größer ist als die Amplitude des Referenzsignals.

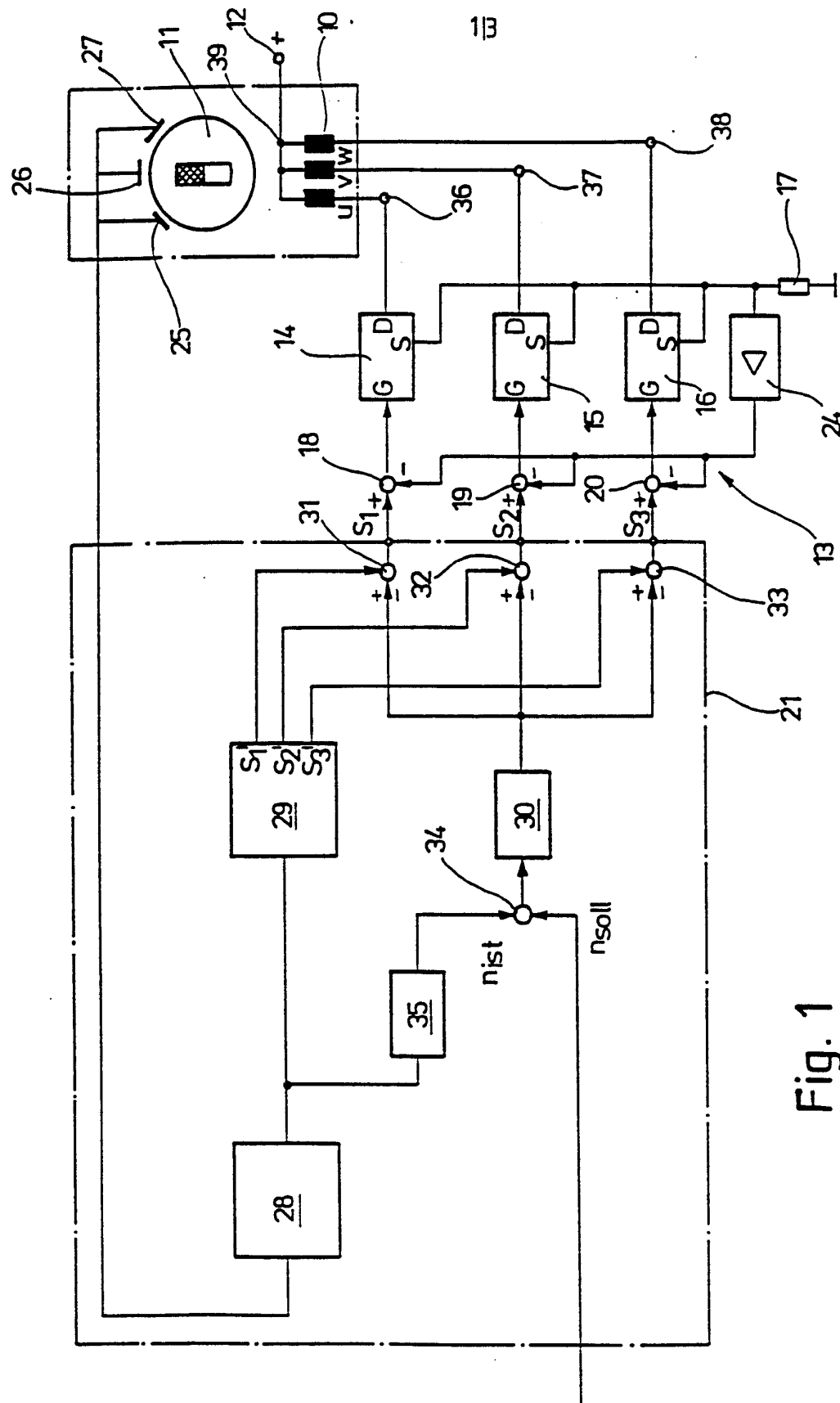
5

2. Schaltungsanordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Referenzsignal aus dem an einem vom Phasensummenstrom der Ankerwicklung (10) durchflossenen Widerstand (17) abgegriffenen
10 Spannungsabfall durch geeignete Verstärkung gebildet ist.
3. Schaltungsanordnung nach Anspruch 2 für einen Synchronmotor mit herausgeführtem Sternpunkt der im
15 Stern geschalteten Ankerwicklung, dadurch gekennzeichnet, daß jeweils ein Halbleiterschalter (14-16) in Reihe mit einer Wicklungsphase (u,v,w) der Ankerwicklung (10) geschaltet ist und daß die parallelen Reihenschaltungen einerseits über den
20 Sternpunkt (39) und andererseits über den Widerstand (17) an der Netzgleichspannung liegen.
4. Schaltungsanordnung nach Anspruch 2 für einen Synchronmotor mit in Stern geschalteter Ankerwicklung,
25 dadurch gekennzeichnet, daß jeweils zwei Halbleiterschalter (41,44 bzw. 42,45 bzw. 43,46) in Reihe geschaltet sind und an dem Verbindungspunkt (36-38) jeweils eine Wicklungsphase (u,v,w) der Ankerwicklung (10) angeschlossen ist und daß die der
30 Zahl der Wicklungsphasen (u,v,w) entsprechende Anzahl paralleler Reihenschaltungen von jeweils zwei Halbleiterschaltern (41-46) über den Widerstand (17) an die Netzgleichspannung gelegt sind.

35

5. Schaltungsanordnung nach einem der Ansprüche 1 - 4, dadurch gekennzeichnet, daß als Differenzbildner (18-20;51-56) ein Differenzverstärker (23) und als Halbleiterschalter (14-16;41-44) ein Leistungs-MOSFET (22) verwendet wird und daß das Referenzsignal an dem invertierenden Eingang (231) des Differenzverstärkers (23) und das zugeordnete Schaltsignal (S1-S3;S1-S6) an dem nicht invertierenden Eingang (232) des Differenzverstärkers (23) gelegt ist.
6. Schaltungsanordnung nach einem der Ansprüche 1 - 5, dadurch gekennzeichnet, daß jedes Schaltsignal (S1-S3) aus periodischen Rechteckimpulsen mit unter einem Winkel kleiner 90° ansteigenden bzw. abfallenden Flanken zusammengesetzt ist und daß die Anstiegsflanken der Rechteckimpulse des Schaltsignals (S1-S3), das der in der Stromführung nachfolgenden Wicklungsphase (u,v,w) der Ankerwicklung (10) zugeordnet ist, und die Abfallflanken der Rechteckimpulse des Schaltsignals (S1-S3), das der in der Stromführung vorausgehenden Wicklungsphase (u,v,w) zugeordnet ist, einander zeitlich überlappen.
7. Schaltungsanordnung nach einem der Ansprüche 1 - 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Amplituden der Schaltsignale (S1-S3) drehzahlabhängig begrenzt sind.
8. Schaltungsanordnung nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Drehzahlbegrenzung in Differenzbildnern (31-33) erfolgt, denen einerseits jeweils ein Schaltsignal (S1'-S3') und andererseits das Ausgangssignal eines Drehzahlreglers (34) zugeführt sind.

- 35



2/3

Fig. 2

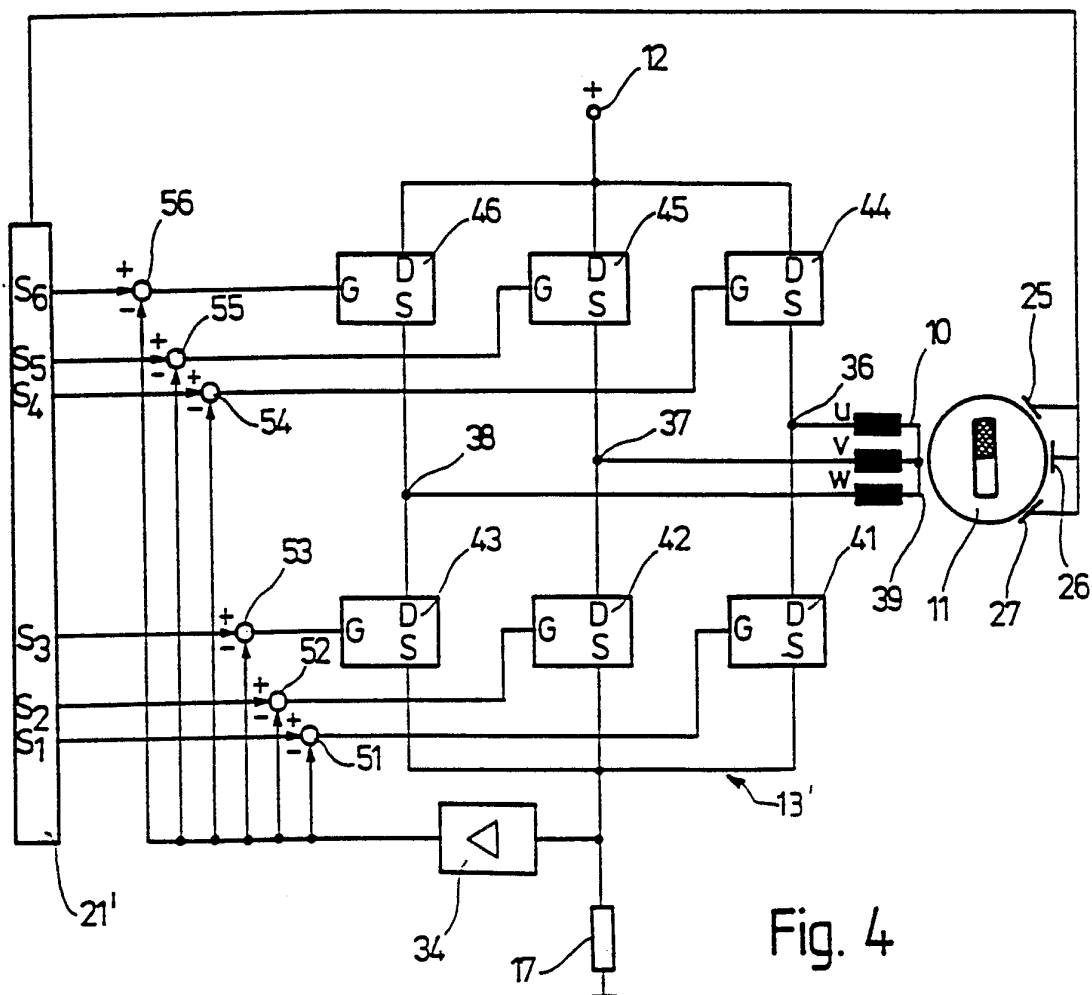
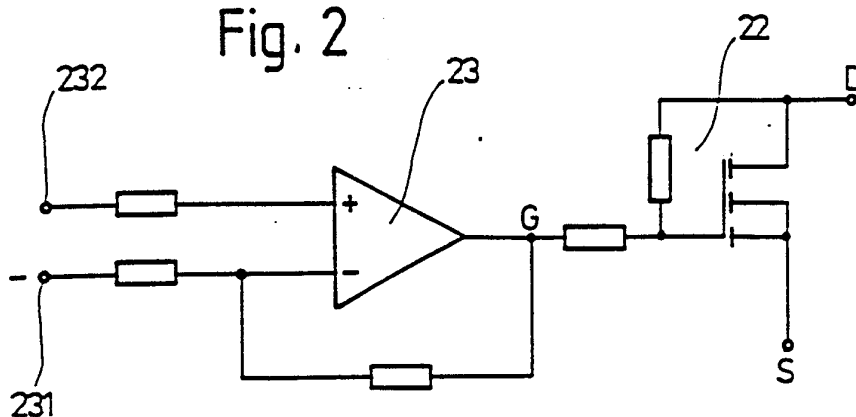


Fig. 4

3/3

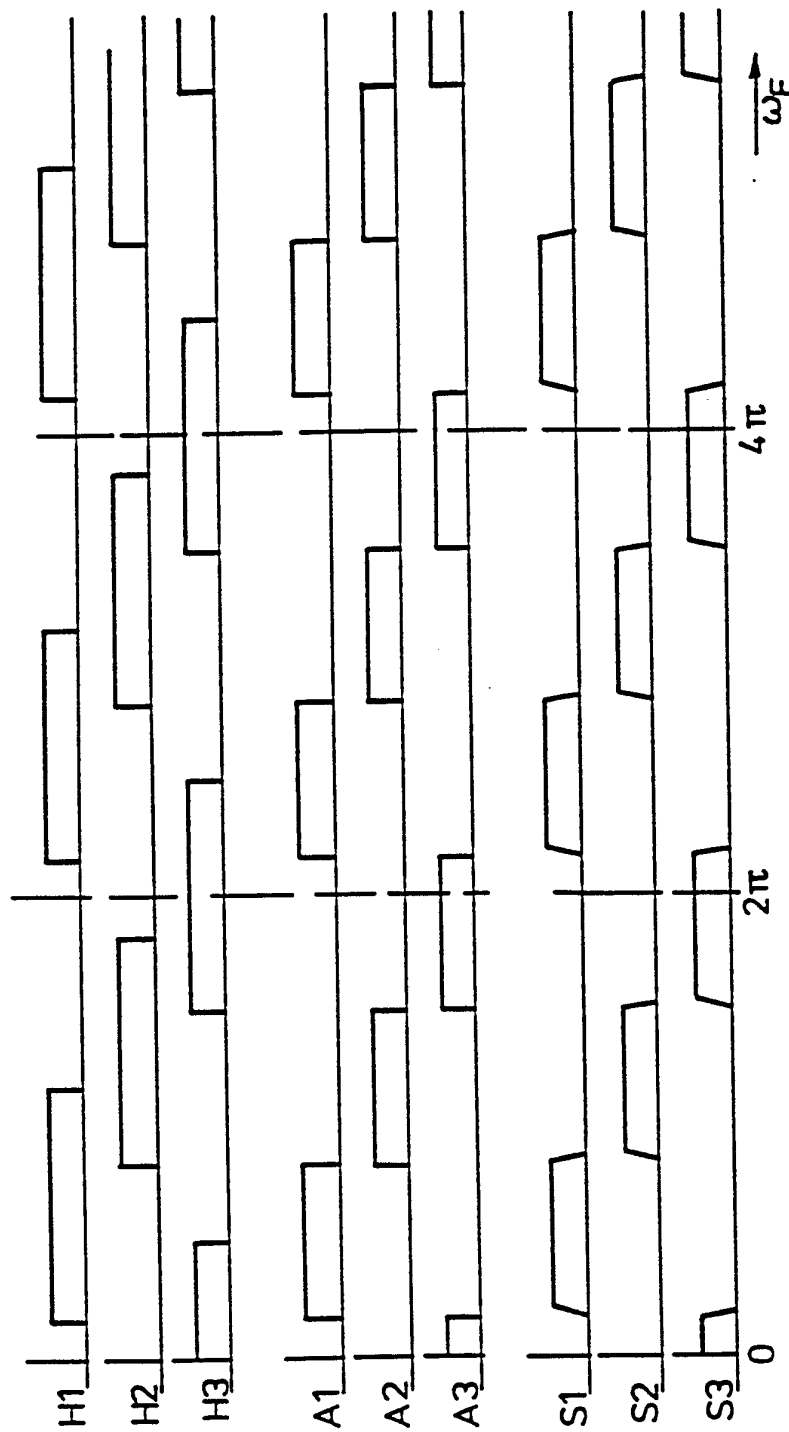


Fig. 3

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No PCT/DE91/00884

I. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER (If several classification symbols apply, indicate all) *		
According to International Patent Classification (IPC) or to both National Classification and IPC Int.Cl ⁵ : H02P 6/02		
II. FIELDS SEARCHED		
Minimum Documentation Searched ⁷		
Classification System	Classification Symbols	
Int.Cl ⁵	H02P	
Documentation Searched other than Minimum Documentation to the Extent that such Documents are Included in the Fields Searched ⁸		
III. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT ⁹		
Category [*]	Citation of Document, ¹¹ with indication, where appropriate, of the relevant passages ¹²	Relevant to Claim No. ¹³
A	EDN ELECTRICAL DESIGN NEWS. volume 32, No. 18, 3 September 1987, NEWTON, MASSACHUSETTS US pages 227 - 234; ARTUSI D. ET AL.: "SOLID-STATE DEVICES EASE TASK OF DESIGNING BRUSHLESS DC MOTORS" see figures 1,3,4 ---	1,2,4,5, 7,8,10
P,A	FR, A, 2655787 (ROBERT BOSCH GMBH) 14 June 1991 (cited in the application) see page 5, line 18 - line 31; claims 1,5,19 ---	2-6
A	CONFERENCE PROCEEDINGS 1989 13 March 1989, BALTIMORE, MARYLAND pages 81 - 90; T.M. JAHNS ET AL.: "INTEGRATED CURRENT REGULATION FOR A BRUSHLESS ECM DRIVE" see abstract; figure 1 ---	1,5
A	SIEMENS ZEITSCHRIFT. volume 46, No. 4, April 1972, ERLANGEN DE pages 274 - 276; M. LISKA : "SIMOTRON K, drehzahlgeregelte Kleinantreibe mit Elektromotoren für ./	9
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 48%;"> <p>[*] Special categories of cited documents: ¹⁰</p> <p>"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>"E" earlier document but published on or after the international filing date</p> <p>"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)</p> <p>"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p> </div> <div style="width: 48%;"> <p>"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</p> <p>"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step</p> <p>"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.</p> <p>"&" document member of the same patent family</p> </div> </div>		
IV. CERTIFICATION		
Date of the Actual Completion of the International Search	Date of Mailing of this International Search Report	
28 January 1992 (28.01.92)	13 February 1992 (13.02.92)	
International Searching Authority	Signature of Authorized Officer	
European Patent Office		

III. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT (CONTINUED FROM THE SECOND SHEET)		
Category *	Citation of Document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to Claim No
A	<p>industrielle Anwendungen" see page 276, column 1; figure 2 --- EP, A, 0363169 (MATSUSHITA ELECTRIC CO., LTD.) 11 April 1990 see abstract -----</p>	6

**ANNEX TO THE INTERNATIONAL SEARCH REPORT
ON INTERNATIONAL PATENT APPLICATION NO. DE 9100884
SA 53392**

This annex lists the patent family members relating to the patent documents cited in the above-mentioned international search report.
The members are as contained in the European Patent Office EDP file on
The European Patent Office is in no way liable for these particulars which are merely given for the purpose of information. 28/01/92

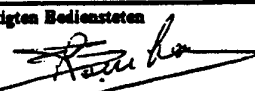
Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
FR-A-2655787	14-06-91	DE-A- 3940569	27-06-91
		JP-A- 3190591	20-08-91

EP-A-0363169	11-04-90	JP-A- 2101990	13-04-90
		US-A- 4958948	25-09-90

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE 91/00884

I. KLASSEIFIKATION DES ANMELDUNGSGEGENSTANDS (bei mehreren Klassifikationssymbolen sind alle anzugeben) ⁶		
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC Int.Kl. 5 H02P6/02		
II. RECHERCHIERTE SACHGEBIETE		
Recherchierter Mindestprüfstoff ⁷		
Klassifikationssystem	Klassifikationssymbole	
Int.Kl. 5	H02P	
Recherchierte nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Sachgebiete fallen ⁸		
III. EINSCHLAGIGE VERÖFFENTLICHUNGEN ⁹		
Art. ^o	Kennzeichnung der Veröffentlichung ¹¹ , soweit erforderlich unter Angabe der maßgeblichen Teile ¹²	Betr. Anspruch Nr. ¹³
A	EDN ELECTRICAL DESIGN NEWS. Bd. 32, Nr. 18, 3. September 1987, NEWTON, MASSACHUSETTS US Seiten 227 - 234; ARTUSI D. ET AL.: 'SOLID-STATE DEVICES EASE TASK OF DESIGNING BRUSHLESS DC MOTORS' siehe Abbildungen 1,3,4	1,2,4,5, 7,8,10
P,A	FR,A,2 655 787 (ROBERT BOSCH GMBH) 14. Juni 1991 in der Anmeldung erwähnt siehe Seite 5, Zeile 18 - Zeile 31; Ansprüche 1,5,19	2-6
A	CONFERENCE PROCEEDINGS 1989 13. März 1989, BALTIMORE, MARYLAND Seiten 81 - 90; T.M. JAHNS ET AL.: 'INTEGRATED CURRENT REGULATION FOR A BRUSHLESS ECM DRIVE' siehe Zusammenfassung; Abbildung 1	1,5
^o Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen ¹⁰ : ^{"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 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		
IV. BESCHEINIGUNG		
Datum des Abschlusses der internationalen Recherche		Absendedatum des internationalen Recherchenberichts
28. JANUAR 1992		13. 02. 92
Internationale Recherchenbehörde		Unterschrift des bevollmächtigten Bediensteten
EUROPAISCHES PATENTAMT		BOURBON R. 

DL EINSCHLAGIGE VEROFFENTLICHUNGEN (Fortsetzung von Blatt 2)		
Art °	Kennzeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der maßgeblichen Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	SIEMENS ZEITSCHRIFT. Bd. 46, Nr. 4, April 1972, ERLANGEN DE Seiten 274 - 276; M. LSKA: 'SIMOTRON K, drehzahlgeregelte Kleinantriebe mit Elektronikmotoren für industrielle Anwendungen' siehe Seite 276, Spalte 1; Abbildung 2 ---	9
A	EP,A,0 363 169 (MATSUSHITA ELECTRIC CO., LTD.) 11. April 1990 siehe Zusammenfassung ---	6

ANHANG ZUM INTERNATIONALEN RECHERCHENBERICHT ÜBER DIE INTERNATIONALE PATENTANMELDUNG NR.

DE 9100884
SA 53392

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

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

28/01/92

Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
FR-A-2655787	14-06-91	DE-A- 3940569	27-06-91
		JP-A- 3190591	20-08-91

EP-A-0363169	11-04-90	JP-A- 2101990	13-04-90
		US-A- 4958948	25-09-90

EPO FORM P0473

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