

<p>(51) Internationale Patentklassifikation <sup>6</sup> : <b>F01L 9/04, H01F 7/18, 7/14</b></p>	<p><b>A1</b></p>	<p>(11) Internationale Veröffentlichungsnummer: <b>WO 99/06677</b></p> <p>(43) Internationales Veröffentlichungsdatum: 11. Februar 1999 (11.02.99)</p>
<p>(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP98/04515</p> <p>(22) Internationales Anmeldedatum: 22. Juli 1998 (22.07.98)</p> <p>(30) Prioritätsdaten: 197 31 381.7 22. Juli 1997 (22.07.97) DE 197 41 570.9 20. September 1997 (20.09.97) DE</p> <p>(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten ausser US): LSP INNOVATIVE AUTOMOTIVE SYSTEMS GMBH [DE/DE]; Theodor-Heuss-Strasse 34, D-71739 Oberriexingen (DE).</p> <p>(72) Erfinder; und (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): LEIBER, Karl, Heinz [DE/DE]; Theodor-Heuss-Strasse 34, D-71739 Oberriexingen (DE).</p> <p>(74) Anwalt: COHAUSZ, H., B.; Schumannstrasse 97-99, D-40237 Düsseldorf (DE).</p>	<p>(81) Bestimmungsstaaten: BR, CN, JP, KR, US, europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE).</p> <p><b>Veröffentlicht</b> Mit internationalem Recherchenbericht. Vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche zugelassenen Frist; Veröffentlichung wird wiederholt falls Änderungen eintreffen.</p>	

(54) Title: ELECTROMAGNETIC CONTROL DEVICE

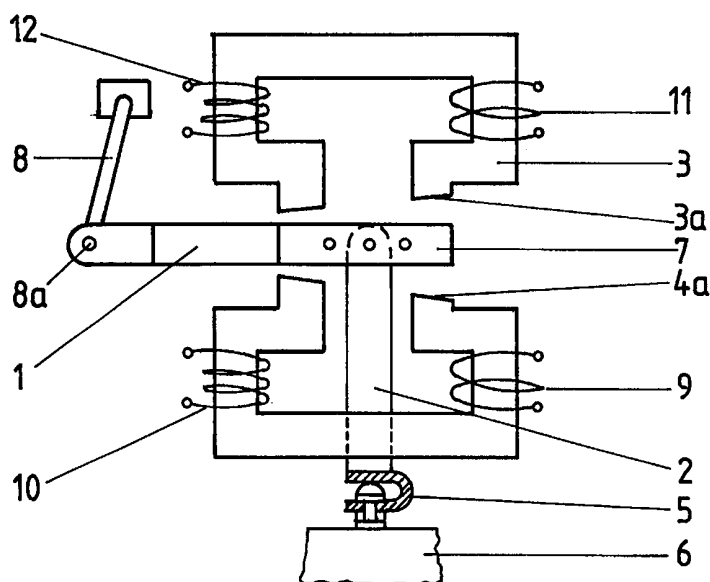
(54) Bezeichnung: ELEKTROMAGNETISCHE STELLEINRICHTUNG

(57) Abstract

The invention relates to an electromagnetic control device comprising at least one electromagnet and a displaceably mounted armature which can move back and forth between pole faces by electromagnetic force. Said armature is kept in an intermediate position without activation of the winding of the at least one electromagnet by two opposing spring forces. Once the armature reaches an end position it remains close to the pole faces of the electromagnet by a lower magnetic force. At least one of the electromagnets has a divided winding which can be mounted in various circuits.

(57) Zusammenfassung

Es wird eine elektromagnetische Stelleinrichtung mit mindestens einem Elektromagneten und einem verschiebbar gelagerten, zwischen Polflächen durch Elektromagnetkraft hin- und herbewegbaren Anker beschrieben, der ohne Ansteuerung der Wicklung des wenigstens einen Elektromagneten durch zwei entgegengesetzt gerichtete Federkräfte in einer Zwischenstellung gehalten wird und nach Erreichen einer Endstellung wenigstens in der Nähe der Polflächen des Elektromagneten mit verminderter Magnetkraft festgehalten wird. Wenigstens einer der Elektromagnete weist eine geteilte Wicklung auf, die in unterschiedliche Verschaltungen gebracht werden können.



**LEDIGLICH ZUR INFORMATION**

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

AL	Albanien	ES	Spanien	LS	Lesotho	SI	Slowenien
AM	Armenien	FI	Finnland	LT	Litauen	SK	Slowakei
AT	Österreich	FR	Frankreich	LU	Luxemburg	SN	Senegal
AU	Australien	GA	Gabun	LV	Lettland	SZ	Swasiland
AZ	Aserbaidsschan	GB	Vereinigtes Königreich	MC	Monaco	TD	Tschad
BA	Bosnien-Herzegowina	GE	Georgien	MD	Republik Moldau	TG	Togo
BB	Barbados	GH	Ghana	MG	Madagaskar	TJ	Tadschikistan
BE	Belgien	GN	Guinea	MK	Die ehemalige jugoslawische Republik Mazedonien	TM	Turkmenistan
BF	Burkina Faso	GR	Griechenland	ML	Mali	TR	Türkei
BG	Bulgarien	HU	Ungarn	MN	Mongolei	TT	Trinidad und Tobago
BJ	Benin	IE	Irland	MR	Mauretanien	UA	Ukraine
BR	Brasilien	IL	Israel	MW	Malawi	UG	Uganda
BY	Belarus	IS	Island	MX	Mexiko	US	Vereinigte Staaten von Amerika
CA	Kanada	IT	Italien	NE	Niger	UZ	Usbekistan
CF	Zentralafrikanische Republik	JP	Japan	NL	Niederlande	VN	Vietnam
CG	Kongo	KE	Kenia	NO	Norwegen	YU	Jugoslawien
CH	Schweiz	KG	Kirgisistan	NZ	Neuseeland	ZW	Zimbabwe
CI	Côte d'Ivoire	KP	Demokratische Volksrepublik Korea	PL	Polen		
CM	Kamerun	KR	Republik Korea	PT	Portugal		
CN	China	KZ	Kasachstan	RO	Rumänien		
CU	Kuba	LC	St. Lucia	RU	Russische Föderation		
CZ	Tschechische Republik	LI	Liechtenstein	SD	Sudan		
DE	Deutschland	LK	Sri Lanka	SE	Schweden		
DK	Dänemark	LR	Liberia	SG	Singapur		
EE	Estland						

## **Elektromagnetische Stelleinrichtung**

Die Erfindung betrifft eine elektromagnetische Stelleinrichtung mit den Merkmalen des Oberbegriffs des Anspruch 1.

Eine derartige Stelleinrichtung ist z. B. aus der DE 3546 513 C2 bekannt. Dort wird die Wicklung jedes Elektromagneten zuerst bis zum Erreichen eines maximalen Stroms an Spannung gelegt. Dann wird der Strom abgeschaltet. Über eine Freilaufschialtung fällt nun der Strom ab. Bei Erreichen eines unteren Werts des Stroms wird wieder Spannung an die Wicklung gelegt bis ein oberer Stromwert erreicht ist. Nun wird wieder abgeschaltet usw. , also die Wicklung um einen gegenüber dem maximalen Stromwert kleineren Stromwert getaktet, wodurch die Leistung und die Magnetkraft auf den zum Halten notwendigen Wert vermindert werden.

Es ist auch bekannt Permanentmagnete zum Halten des Ankers zu benutzen (sh. z.B. DE 3500530 C2).

Der Erfindung liegt die Aufgabe zu Grunde, die Ansteuerung wenigstens eines der Elektromagnete flexibler gestalten zu können.

Diese Aufgabe wird durch die im Anspruch 1 angegebenen Merkmale gelöst.

Die elektromagnetische Stelleinrichtung für Ventilverstellung muß zwei unterschiedliche Funktionen erfüllen. Zum einen muß in der Schließ- oder Offenstellung des

Ventils der Anker bei möglichst kleinem Luftspalt positioniert werden. Hierbei soll möglichst wenig Verlustleistung entstehen, der Wirkungsgrad des Magneten groß sein, das heißt Eisen und Luftspaltverluste müssen klein sein. Die mittleren Stromstärken für die Erregungswicklung sollten möglichst klein sein. Wenn der Anker seine Endlage erreicht hat, kann die Zeitkonstante der Erregerwicklung groß sein. Kurz vor Erreichen der Endposition muß sie jedoch möglichst klein sein, damit Abweichungen von der Sollposition möglichst schnell ausgeregelt werden können.

Zum anderen müssen während der Hubbewegung vom anziehenden Magneten die mechanischen Verlustenergien (z. B. durch Reibung), welche einen Hubverlust darstellen, ausgeglichen werden. Abhängig vom Luftspalt hat der Magnet einen unterschiedlichen Wirkungsgrad, niedrig bei großen und hoch bei kleinen Luftspalten. Zur Ausnutzung des guten Wirkungsgrades ist es erforderlich eine Erregerspule mit kleiner Zeitkonstante zu haben, um die notwendige Erregung kurz vor Hubende einzuspeisen.

Ein weiteres Kriterium ist der Ausfall der Spule des Schließmagneten, der einen Totalausfall des entsprechenden Zylinders auch bei 4 Ventilen oder Störungen durch Rückstoß in das Ansaugrohr zur Folge hat. Diese Überlegungen führen zu der erfindungsgemäßen Wicklungsaufteilung mit Umschaltmöglichkeit.

Man kann die beiden Wicklungen im Normalfall parallel schalten, was eine kleinere effektive Zeitkonstante bedeutet und bei Ausfall einer Wicklung auf Einzelansteuerung der anderen Wicklung mit längeren Ansteuerzeiten übergehen, was die effektive Ventilöffnung, das heißt Luftdurchsatz beeinflusst, aber keinen Totalausfall zur Folge hat. Man kann die beiden Wicklungen für den Hubbetrieb parallel schalten und zum Halten in der Endstellung auf Reihenschaltung der Wicklungen übergehen. Man kann die eine Wicklung zur Betätigung einsetzen und die zweite Wicklung als Schnellerregungsspule mit kleiner Zeitkonstante und reduzierter Erregung (Ampèrewindungszahl) auslegen und diese Spule zur Stellungsregelung oder –steuerung z.B. bei kleinem Luftspalt benutzen. Auch hier wäre bei Ausfall einer Wicklung die andere nutzbar, um die Funktion der einen Wicklung zu übernehmen

(gegebenenfalls mit längeren Ansteuerzeiten). Schließlich ist es auch möglich, die eine Wicklung als Hauptwicklung zu verwenden, mit der die Hubbewegung durchgeführt wird und die zweite Wicklung als Haltewicklung mit geringerer Stromstärke zu benutzen, was eine Leistungsverkleinerung mit sich bringt. Auch hier können die beiden Wicklungen gegenseitig als Redundanz ausgenutzt werden, wenn die Haltewicklung bei Ausfall der Hauptwicklung mit großer Spannung betrieben wird.

Die Hauptwicklung muß den Strom schnell ansteigen lassen, kann also nicht eine hohe Windungszahl aufweisen. Deshalb ist zur Erzeugung der notwendigen Amperewindungen eine hohe Leistung notwendig. Dagegen hat die Haltewicklung Zeit, um auf die zum Halten notwendige Erregung zu kommen. Die Haltewicklung darf also deutlich mehr Windungen aufweisen, und kommt somit mit deutlich geringerem Strom aus. Die Reduzierung der Halteleistung ist erheblich, sie wird auf ca. 15 bis 20% gegenüber der Verwendung einer Wicklung abgesenkt. Die Stromabsenkung bedeutet jedoch auch eine wesentliche Wärmereduzierung.

Eine weitere Möglichkeit in der Anwendung von mindestens zwei Spulen pro Magnet besteht darin, das Joch zu teilen und hier zwei Wicklungen auf die beiden Jochteile oder je zwei Spulen pro Joch einzusetzen. Dies hat den Effekt, daß bei Aufteilung der Erregung (Amperewindungszahl) pro Joch (halbe Fläche) bei gleicher Windungszahl pro Jochhälfte und doppeltem Widerstand die Zeitkonstante  $1/4$  beträgt. Wenn diese Aufteilung auf beide Jochhälften erfolgt ist bei Parallelschaltung die effektive Zeitkonstante  $1/8$  und auch die Redundanz bei Ausfall einer Spule gewährleistet.

Die weiteren Unteransprüche beinhalten günstige Ausgestaltungen und Weiterbildungen. Insbesondere sind dort Möglichkeiten angesprochen, wie man die beiden Wicklungen gemeinsam oder als gegenseitige Redundanz nutzen kann, was von großem Vorteil ist, weil damit der Ausfall einer Spule nicht den Ausfall der gesamten Stalleinrichtung bedeutet. Auch wird dort auf die verschiedenen Betriebsmöglichkeiten der beiden Wicklungen eingegangen. Oben wurde meist von der Auftei-

lung in zwei Wicklungsteile gesprochen. Es sind noch weitere Aufteilungen auf drei oder mehr Wicklungsteile denkbar.

Die Ausbildung der Ansprüche 20ff bringt eine wesentliche Verringerung des Leistungsbedarfs, die durch den langsamen Aufbau des Magnetfelds mit der relativ großen Zeitkonstante erreicht wird. Durch Verwendung wenigstens zweier Wicklungen und zugehöriger Endstufen und einer entsprechender Schaltung pro Elektromagnet wird eine hohe Ausfallsicherheit erreicht, was zugleich eine wesentliche Verbesserung der Ausfallrate pro Jahr hinsichtlich des kompletten Motorausfalls bedeutet.

Im Normalfall, das heißt, wenn keine Spule oder Endstufe ausgefallen ist, werden abhängig vom Drehzahlbereich und Betriebsmodus (Schalten oder Halten der Magnete) die Magnetspulen einzeln, parallel oder in Reihe geschaltet angesteuert und gegebenenfalls mit unterschiedlichem Spannungsniveau. Damit ergeben sich für das die Magnetkraft bestimmende Produkt Strom  $I$  mal Windungszahl  $n$  ( $I \times n$ ) unterschiedliche elektrische Leistungen und auch Zeitkonstanten. Bei Ausfall einer Spule oder Endstufe muß dann der notwendige Wert des Produkts ( $I \times n$ ) durch höhere Spannung und damit Leistung erzeugt werden. Hier ist zwar die notwendige Leistungsaufnahme höher, der Motor kann jedoch weiter betrieben werden und bei nächster Gelegenheit repariert werden.

Anhand der Zeichnung werden Ausführungsbeispiele der Erfindung näher erläutert. Es zeigen:

- Fig.1            den möglichen Aufbau einer erfindungsgemäßen  
                  Stelleinrichtung
- Fig.2            eine Schaltung zur Betätigung der Stelleinrichtung
- Fig.3 bis 6     Diagramme zum Aufzeigen unterschiedlicher  
                  Ansteuerungen der Wicklungen einer Stellein-  
                  richtung
- Fig.7 und 8     Ansteuerschaltungen

- Fig.9 eine Schaltung für die spezielle Ansteuerung der Elektromagnete
- Fig.10 ein Diagramm zur Erläuterung
- Fig.11 einen Elektromagneten bei dem die beiden Magnetjoche unterteilt sind.

In Fig.1 ist ein möglicher Aufbau einer erfindungsgemäßen Stelleinrichtung gezeigt. Es sind zwei Magnetkreise 3 und 4 dargestellt, auf denen Wicklungen 11 und 9 aufgebracht sind. Ein Anker 7 ist mittels eines Drehstabs 8 gelagert, der um die Achse 8a verdreht werden kann. Die Magnetpole 3a und 4a sind entsprechend dieser Drehbewegung schräg ausgebildet. Der Drehstab 8 stellt den Anker 7 ohne Ansteuerung einer der Wicklungen 11 oder 9 in die gezeichnete Zwischenstellung. Durch Ansteuerung einer der Wicklungen 9 oder 11 wird der Anker 7 in eine Endstellung in der Nähe der Pole 3a oder 4a gebracht. Der Anker 7 ist mittels eines Käfigs 1 mit dem Drehstab 8 verbunden. Am Anker 7 ist eine Betätigungsstange angelenkt, die mit einem zu betätigenden Ventil 6 über eine Kopplung 5 verbunden ist. Auf den Magnetkreisen 3 und 4 sind zusätzlich Haltewicklungen 10 und 12 aufgebracht, die im Grundsatz dazu dienen den Anker 7 in den Endstellungen festzuhalten. Diese Wicklungen 10 und 12 weisen gegenüber den Wicklungen 9 und 11 eine höhere Windungszahl und damit eine größere Zeitkonstante auf. Die zusätzlichen Wicklungen 10 und 12 können jedoch auch zusammen mit den Wicklungen 9 und 11 gemäß den oben erwähnten Einsatzmöglichkeiten genutzt werden.

In Fig.2 sind links die zwei Hauptwicklungen 9 und 11 und rechts die zwei Haltewicklungen 10 und 11 gezeigt. Diese Wicklungen 9 - 12 werden von einem gemeinsamen  $\mu$ -Prozessor angesteuert, der in der Zeichnung der einfacheren Darstellung halber in zwei Teile 13a und 13b aufgeteilt ist. Die Hauptwicklungen 9 und 11 werden von dem  $\mu$ - Prozessorteil 13a über Verstärker 14a und 14b angesteuert, die an einer Spannungsquelle 15 von z. B. 42 Volt liegen. Bei den beiden Hauptwicklungen sind zwei Alternativen für eine Rückmeldung dargestellt, nämlich eine Rückmelderleitung 16 vom Verstärker 14a zur Signalisierung des Stromflusses und eine Rück-

meldeleitung 17 vom als Shunt wirkenden Widerstand 18, mittels dem der Spulenstrom gemessen wird.

Die Haltewicklungen 10 und 12 werden über Verstärker 19a und 19b, bzw. 20a und 20b angesteuert. Die Verstärker 19a und 20a liegen an einer Spannungsquelle 21 von z. B. 12V an. Die Verstärker 19b und 20b liegen an der Spannungsquelle 15. Alle Verstärker werden vom  $\mu$ -Prozessor 13b durch- bzw. abgeschaltet. Beiden Wicklungen 10 und 12 sind Shunts 22 bzw. 23 nachgeschaltet. Rückführleitungen 24 bzw. 25 führen zum  $\mu$ -Prozessor 13b zurück.

An die Spannungsquelle 15 ist ein Converter 26 angeschlossen, der die Spannung der Spannungsquelle 15 erhöht, die an den Verstärkern 19b und 20b anliegt.

Anhand der Diagramme der Fig. 3 bis 6 werden Alternativen der Ansteuerung erläutert. Diese Fig. zeigen Stromverläufe an je einer Hauptwicklung z. B. 9 und der zugehörigen Haltewicklung z. B. 10.

Fig. 3 zeigt unten die Ansteuerspannung. Ein Impuls der Spannungsquelle 15 mit der Spannungshöhe  $U_2$  wird auf die Verstärker 14a und 19b gegeben. Dieser Impuls erzeugt in der Hauptspule 14a den Stromverlauf  $i_{HS}$  und in der Haltespule 19a den Verlauf  $i_{HaS}$  bis zum Zeitpunkt  $t_1$ . Danach werden auf die Haltespule 19a über dem Verstärker 19a Impulse mit der Amplitude  $U_1$  der Spannungsquelle 21 gegeben, die den getakteten Stromverlauf in der Haltespule ab  $t_1$  erzeugen. Hieran anschließen kann sich nach  $t_2$  durch Änderung der Ansteuerimpulse ein Takten um einen im Mittel kleineren Stromwert. Für das Takten kann die Leitung 24 benutzt werden, die den oberen und unteren Wert des Wicklungstroms zum  $\mu$ -Prozessor 13b signalisiert und damit den Verstärker 19a ein- und ausschaltet.

In Fig. 4 ist unterstellt, daß durch die Hilfswicklung 19a mit ihrem Strom  $i_{HaS}$  und die Hauptwicklung 14a mit ihrem Strom  $i_{HS}$  ab  $t_1$  zuerst die Haltefunktion gemeinsam bewirken. Ab  $t_2$  übernimmt die Haltewicklung 19a allein diese Funktion, und deren Strom wird getaktet. Auch hier kann der Shunt 22 und die Leitung 24 in die Taktung einbezogen sein; desgleichen kann die Leitung 16 für die Hauptspule bzw. eine Ausbildung 17/18 entsprechend der Hauptspule 11 zur Taktung genutzt werden. Im



ersten Fall ist die Endstufe 14a eine moderne Endstufe mit virtuellem Shunt. Diese liefert ein Signal wenn Strom fließt.

Im Fall der Fig.5 ist die Haltewicklung ausgefallen. Hier muß die Hauptwicklung das Halten übernehmen, wozu auf unterschiedlichen Niveau getaktet wird.

Im Fall der Fig.6 ist unterstellt, daß die Hauptwicklung 9 ausgefallen ist, was über die Leitung 16 erkannt wird. Jetzt wird der Converter 26 über eine Steuerleitung 26a eingeschaltet und dessen hohe Spannung  $U_3$  auf die Verstärker 19b und 20b gegeben. Jetzt erzeugt diese hohe Spannung einen schnell ansteigenden Impuls vergleichbar mit dem der Fig.3. Danach wird zum Halten wieder getaktet.

Es ist auch möglich zum Anschwingen des Systems, d.h. wenn der Anker aus der Ruhstellung heraus beschleunigt werden soll, beide Spulen hierfür anzusteuern, wozu man vorzugsweise die Haltespule mit einer erhöhten Spannung ansteuert.

Das Ausführungsbeispiel der Fig.7 zeigt wieder einen Mikroprozessor 33 der fünf Endstufen 34a, 34b, 34c, 39 und 40 ansteuert. Die Endstufen sind Endstufen mit integrierten Shunts. Die Endstufe 34c ist einer Hauptwicklung 31 zugeordnet. Die Endstufen 39 und 40 sind den beiden Haltewicklungen 30 und 32 der beiden Magnete zugeordnet. Im Gegensatz zur Fig.2 ist die zweite Hauptwicklung und zwar die für den Magneten, der das Ventil schließt, in zwei Teilwicklungen 29a und 29b aufgeteilt, die auch über getrennte Endstufen 34a und 34b angesteuert werden. Hierdurch wird schneller eine ausreichende Erregung des Magneten erzeugt. Die Aufteilung ist auch bei der anderen Hauptwicklung möglich. Es ist wie in Fig.2 ein Converter 36 vorgesehen. Wie im Fall der Fig.2 können auch hier bei Wicklungsausfall die Wicklungen ausgetauscht werden. In Fig.7 ist auch eine Ansteuerung der Hauptwicklungen 29a, 29b, und 29c mit der hohen Ausgangsspannung des Converters möglich.

Im Ausführungsbeispiel der Fig.8 sind keine Haltespulen vorgesehen. Hier ist unterstellt, daß eine Rasteinrichtung vorgesehen ist, die bei Erreichen der Endstellungen

einrastet und den Anker ohne Erregung festhält. Ein Rastmagnet bewirkt jeweils die Entrastung des Ankers. In Fig.8 ist eine zweigeteilte Hauptwicklung 49a und 49b für den Schließmagneten, eine einteilige Hauptwicklung 49c für den Öffnungsmagneten und aus Redundanzgründen eine zweigeteilte Rastmagnetwicklung 50a und 50b dargestellt. Ansonsten entspricht die Darstellung der Fig.8 der, der Fig.7. Auch hier kann im Falle eines Wicklungsausfalls eine andere Wicklung zum Notbetrieb eingesetzt werden. Diese Anordnung kann auch ohne Rastmagnet und den zugehörigen Spulen 50a und 50b verwendet werden.

In Fig. 9 sind zwei Wicklungen 61 und 62 für einen Elektromagneten gezeigt, die gesteuert von einem Mikroprozessor 63 in verschiedener Weise angesteuert werden können. Die Wicklung 61 kann mittels der Endstufen 64 und 66 gesteuert von Mikroprozessor 63 getrennt mit 42V angesteuert werden. Wahlweise kann über die Endstufen 65 und 66 auch 12V wirksam gemacht werden. Entsprechend kann die Wicklung 62 mittels von Mikroprozessor 63 gesteuerter Endstufe 67 mit 42V angesteuert werden. Mittels der Endstufen 65 und 68 ist eine Ansteuerung der Reihenschaltung der beiden Wicklungen 61 und 62 mit 12V möglich. Über die Leitungen 69 und 70 am Ende der Shunts kann der Mikroprozessor 63 den Ausfall einer der Wicklungen 61 oder 62 und einer Endstufe erkennen und die vorhandene Redundanz durch entsprechende Schaltung ausnutzen.

Darüber hinaus kann gleichzeitig, das heißt in Parallelschaltung, die Spule 61 mit 12V und Spule 62 mit 42V betrieben werden. Damit ergeben sich elektrische Leistungsaufnahmen, die um den Faktor 50 unterschiedlich sind, oder Leistungsunterschiede, die um den Faktor 10 bei gleicher ( $I \times n$ ) unterschiedlich sind. Die Zeitkonstanten bewegen sich in ungefähr gleichem Verhältnis wie die Leistungen.

Wenn beide Spulen ungleich in der Windungszahl ausgelegt sind, z. B. Wicklung 62 mit höherer Windungszahl um kleine Leistung zum Halten zu erzielen, so muß eine weitere Spannungsquelle 71 mit entsprechen höherer Spannung eingeschaltet werden, damit bei Ausfall der Spule 61 der Stromanstieg in 62 schnell genug erfolgen kann.

Fig.11 zeigt einen Elektromagneten bei dem die beiden Magnetjoch 80 und 81 unterteilt sind. Jedes der Teiljoch 80a und 80b, bzw. 81a und 81b trägt hier eine Teilwicklung 82a bis 82d. Alle vier Wicklungen zusammen bilden die Wicklung für den Elektromagneten, wobei sich hier mehrere Möglichkeiten der Verschaltung ergeben. Vorzugsweise wird die gezeichnete Parallelschaltung verwendet. Die Erregung pro Jochhälfte wird in beiden Spulen geteilt, so daß z. B. beide zusammen die Windungszahl eines nicht geteilten Joches haben, aber den doppelten Widerstand aufweisen. In der Summe ist die Ampèrewindungszahl beider Spulen gleich einer Einzelspule pro ungeteiltem Joch. Dadurch ergibt sich die eingangs erwähnte erhebliche Reduzierung der Zeitkonstante.

**Patentansprüche**

1. Elektromagnetische Stelleinrichtung mit wenigstens einem Elektromagneten, und einem verschiebbar gelagerten, zwischen Polflächen durch Elektromagnetkraft hin- und herbewegbaren Anker, der ohne Ansteuerung der Wicklung des wenigstens einen Elektromagneten durch zwei entgegengesetzt gerichtete Federkräfte in einer Zwischenstellung gehalten wird und nach Erreichen einer Endstellung wenigstens in der Nähe der Polflächen des wenigstens einen Elektromagneten durch verminderte Magnetkraft festgehalten wird, dadurch gekennzeichnet, daß die Wicklung des wenigstens einen Elektromagneten in wenigstens zwei Teilwicklungen aufgeteilt ist.
2. Elektromagnetische Stelleinrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Wicklungen im Normalfall parallel geschaltet sind.
3. Elektromagnetische Stelleinrichtung nach Anspruch 2 dadurch gekennzeichnet, daß bei Ausfall einer Wicklung die andere Wicklung allein benutzt wird.
4. Elektromagnetische Stelleinrichtung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die beiden Spulen zur Hubbewegung in Parallelschaltung und zum Halten des Ankers in der Endstellung in Reihenschaltung betrieben werden.
5. Elektromagnetische Stelleinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, und daß eine Wicklung eine Schnellerregungswicklung mit kleiner Zeitkonstante ist, die zur Regelung oder Steuerung der Ankerstellung dient.
6. Elektromagnetische Stelleinrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die eine Wicklung (Hauptwicklung) zur Hubbewegung ausgenutzt wird und daß die andere Wicklung zur Fixierung des Ankers in der Endstellung dient (Haltewicklung), wobei die Haltewicklung eine im Vergleich zur anderen Wicklung große Windungszahl aufweist.

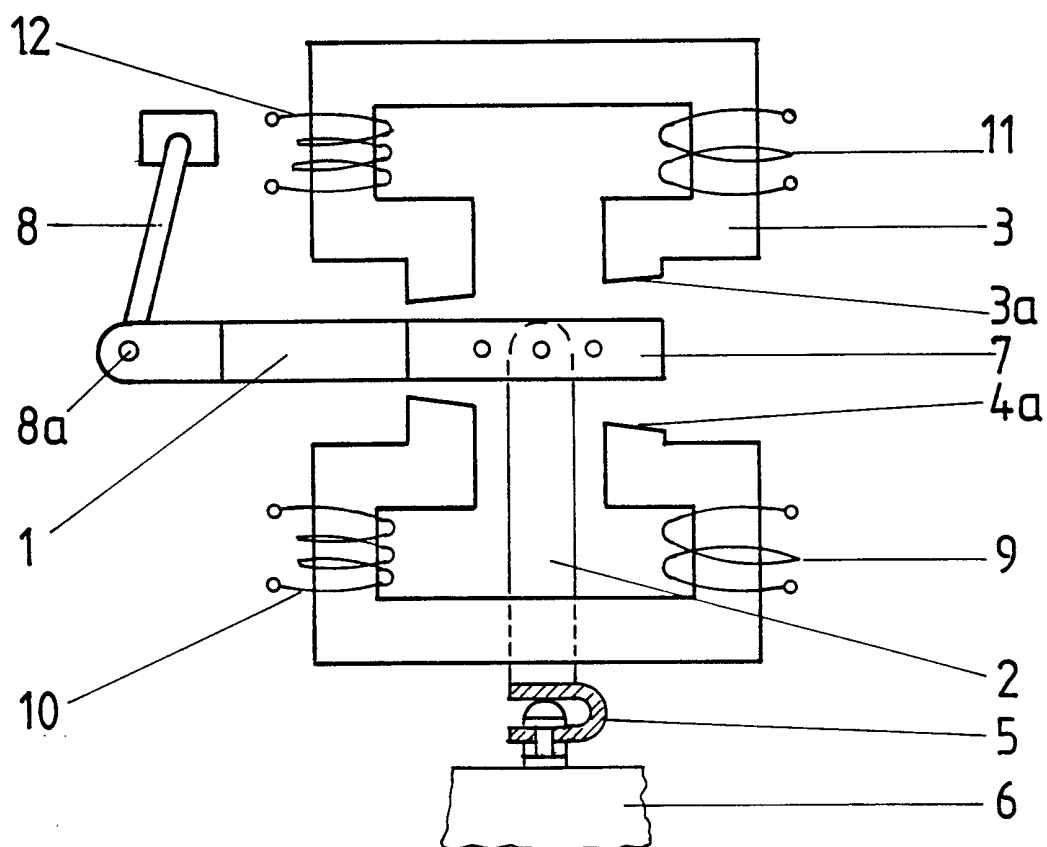
7. Elektromagnetische Stelleinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß wenigstens ein Magnetjoch, unterteilt ist und auf jedem der dadurch entstandenen Magnetjochteile eine Wicklung aufgebracht ist. (Fig.11)
8. Elektromagnetische Stelleinrichtung nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß die beiden Wicklungen der beiden Jochhälften parallel geschaltet sind. (Fig.11)
9. Elektromagnetische Stelleinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Wicklungen zum Anschwingen des Ankers aus der Zwischenstellung angesteuert werden.
10. Elektromagnetische Stelleinrichtung nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß wenigstens eine der Wicklungen zum Anschwingen mit einer höheren Betriebsspannung beaufschlagt wird.
11. Elektromagnetische Stelleinrichtung nach Anspruch 6, gekennzeichnet durch eine derartige Verschaltung der Haltewicklung, daß sie bei Ausfall der zugehörigen Hauptwicklung mit einer so hohen Betriebsspannung beaufschlagt wird, daß sie die Wirkung der Hauptwicklung übernimmt.
12. Elektromagnetische Stelleinrichtung nach Anspruch 6, gekennzeichnet durch eine derartige Verschaltung der Hauptspule, daß sie bei Ausfall der zugehörigen Haltewicklung mit einer solchen Steuerspannung beaufschlagt wird, daß sie alleine die Wirkung der Haltespule übernimmt.
13. Elektromagnetische Stelleinrichtung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Hauptwicklung mit reduziertem Stromfluß mit zur Haltefunktion beiträgt.

14. Elektromagnetische Stelleinrichtung nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, daß der Strom der Hauptspule in der Haltefunktion getaktet wird (zur Strombegrenzung).
15. Elektromagnetische Stelleinrichtung nach einem der Ansprüche 6 bis 14, dadurch gekennzeichnet, daß der Strom der Haltespule getaktet wird.
16. Elektromagnetische Stelleinrichtung nach Anspruch 14 oder 15, dadurch gekennzeichnet, daß die Taktung zeitlich nacheinander mit unterschiedlichem Mittelwert erfolgt.
17. Elektromagnetische Stelleinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 16, gekennzeichnet durch ihre Anwendung zur Steuerung eines Ventils eines Verbrennungsmotors.
18. Elektromagnetische Stelleinrichtung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß bei Verwendung einer Haltewicklung nur bei einem der Elektromagneten die Haltewicklung dem Schließmagneten zugeordnet ist.
19. Elektromagnetische Stelleinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Wicklung des Magneten, der das Ventil schließt, in zwei Wicklungen aufgeteilt ist.
20. Elektromagnetische Stelleinrichtung mit zwei Elektromagneten, deren Polflächen zumindest teilweise einander zugewandt sind und einem verschiebbar gelagerten, zwischen den Polflächen durch die Elektromagnete hin- und herbewegbaren Anker, der ohne Ansteuerung der Wicklungen der Elektromagnete (Hauptwicklungen) durch zwei entgegengesetzt gerichtete Federkräfte in einer Zwischenstellung gehalten wird und nach Erreichen einer Endstellung wenigstens in der Nähe der Polflächen eines der Elektromagnete durch eine durch einen Rastmagneten betätigbare Rasteinrichtung festgehalten wird, dadurch gekennzeichnet, daß wenigstens die Wicklung des Magneten, der das Ventil schließt aus zwei oder mehreren Wicklungsteilen besteht.

21. Elektromagnetische Stelleinrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Wicklungen abhängig von Betriebszuständen (z. B. von der Motordrehzahl oder dem Betriebsmodus (Schalten, Halten)) in unterschiedlicher Schaltung (z. B. Einzel, Parallel, in Reihe) und gegebenenfalls bei unterschiedlichen Spannungen mit verschiedenen Zeitkonstanten betrieben werden.
22. Elektromagnetische Stelleinrichtung nach Anspruch 21, dadurch gekennzeichnet, daß der Betätigungsstrom für jeden Elektromagneten bis etwa zum Auftreten einer großen Gegeninduktion mit großer Zeitkonstante anwächst, daß ab dann auf eine kleine Zeitkonstante z.B. auf einer Schnellerregungspule und gegebenenfalls auf eine höhere Ansteuerspannung umgeschaltet wird, bis zur Erreichung eines bestimmten Stromes oder mit zeitlicher Begrenzung.
23. Elektromagnetische Stelleinrichtung nach Anspruch 21 oder 22, dadurch gekennzeichnet, daß die Umschaltung von der großen auf die kleine Zeitkonstante durch Umschalten wenigstens zweier hintereinander geschalteter Wicklungen auf Einzelschaltung erfolgt.
24. Elektromagnetische Stelleinrichtung nach Anspruch 21 oder 22, dadurch gekennzeichnet, daß die Umschaltung von der großen auf die kleine Zeitkonstante durch Umschalten wenigstens zweier getrennt angesteuerter Wicklungen auf die Parallelschaltung dieser Wicklung erfolgt.
25. Elektromagnetische Stelleinrichtung nach Anspruch 21 oder 22, dadurch gekennzeichnet, daß die Umschaltung von der großen auf die kleine Zeitkonstante durch Umschalten wenigstens zweier hintereinander geschalteter Wicklungen auf deren Parallelschaltung erfolgt.
26. Elektromagnetische Stelleinrichtung nach den Ansprüchen 6 und 21, dadurch gekennzeichnet, daß der Haltestrom in die Hintereinanderschaltung der Wicklungen eingespeist wird.

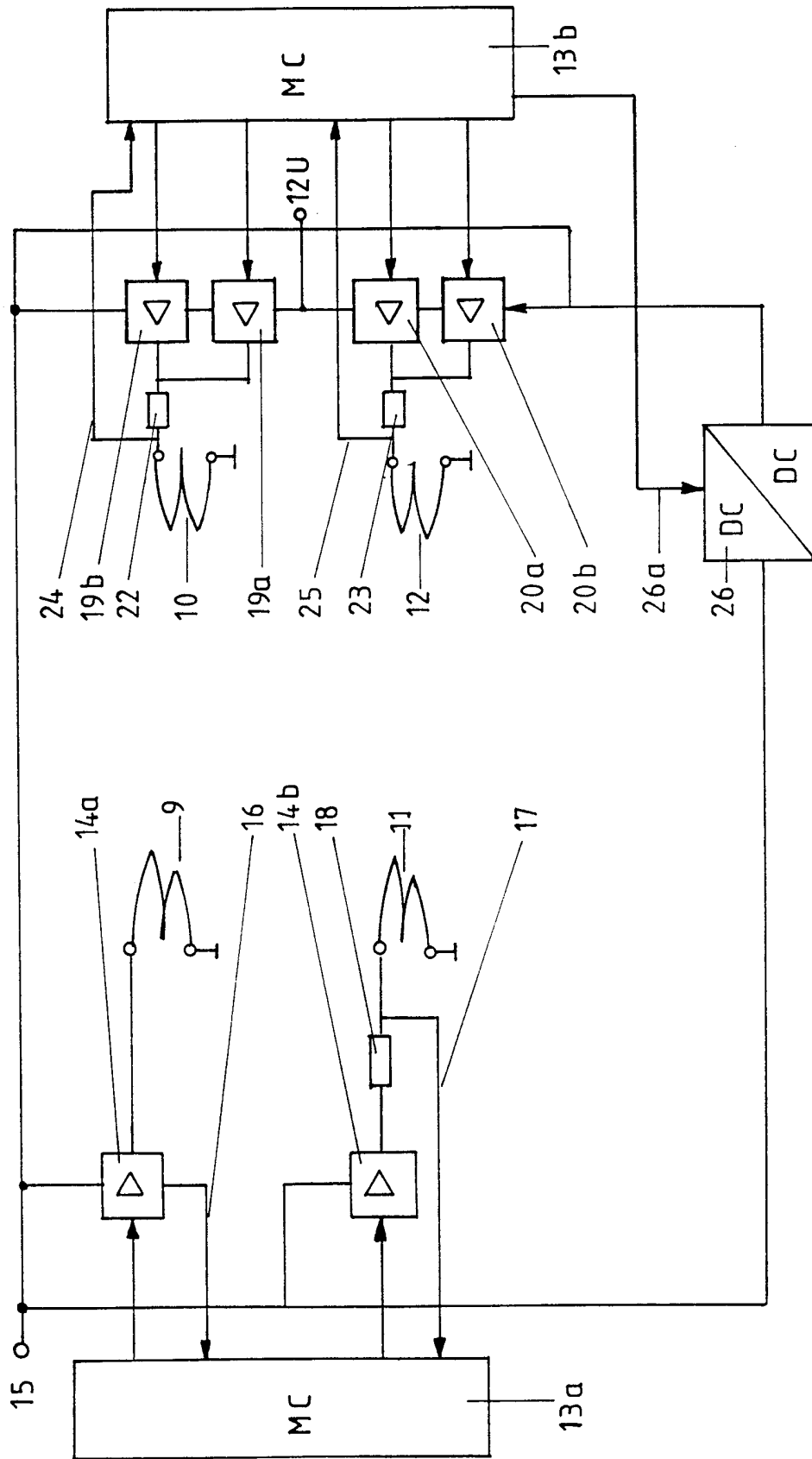
27. Elektromagnetische Stelleinrichtung nach einem der Ansprüche 21 oder 22, dadurch gekennzeichnet, daß mit der Umschaltung von großer auf kleinere Zeitkonstante die Spannung erhöht wird.
28. Elektromagnetische Stelleinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 12, dadurch gekennzeichnet, daß bei Erkennen des Ausfalls einer Wicklungssteuerung die Wicklungen einzeln mit höherem Strom angesteuert werden.
29. Elektromagnetische Stelleinrichtung nach Anspruch 28, dadurch gekennzeichnet, daß zusätzlich die Drehzahl begrenzt wird, wenn ein kritischer Spulenausfall vorliegt.





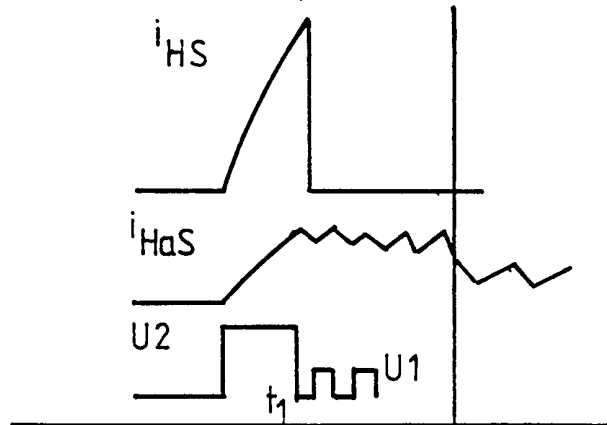
Figur 1

2 / 7

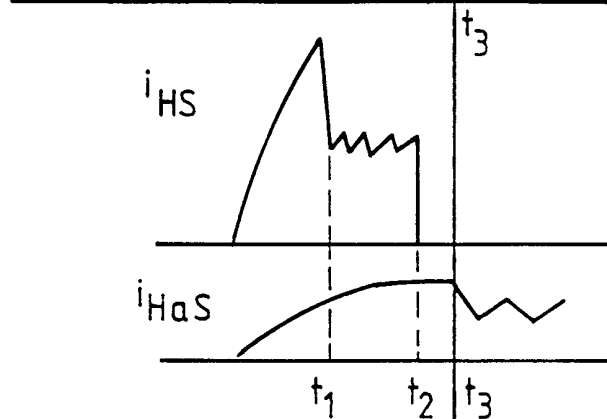


Figur 2

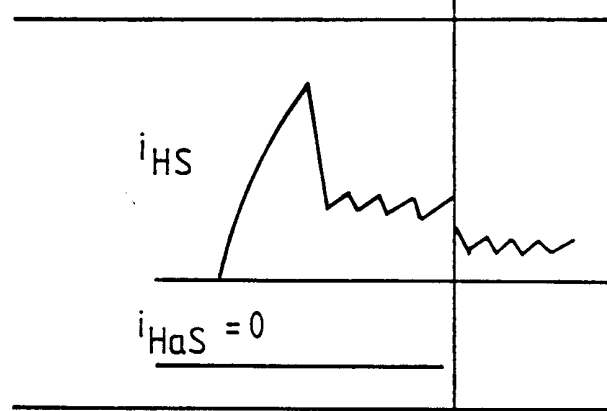
3 / 7



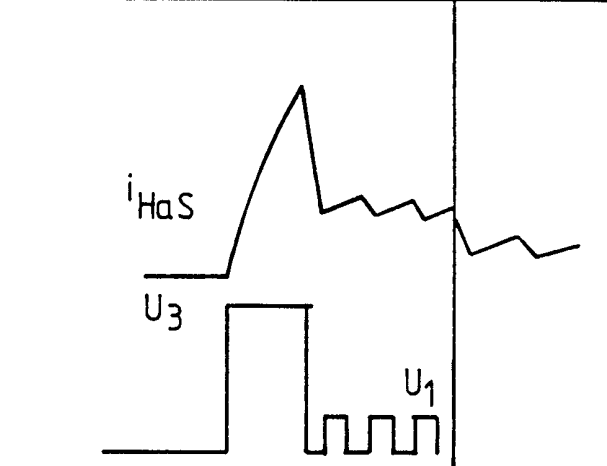
Figur 3



Figur 4

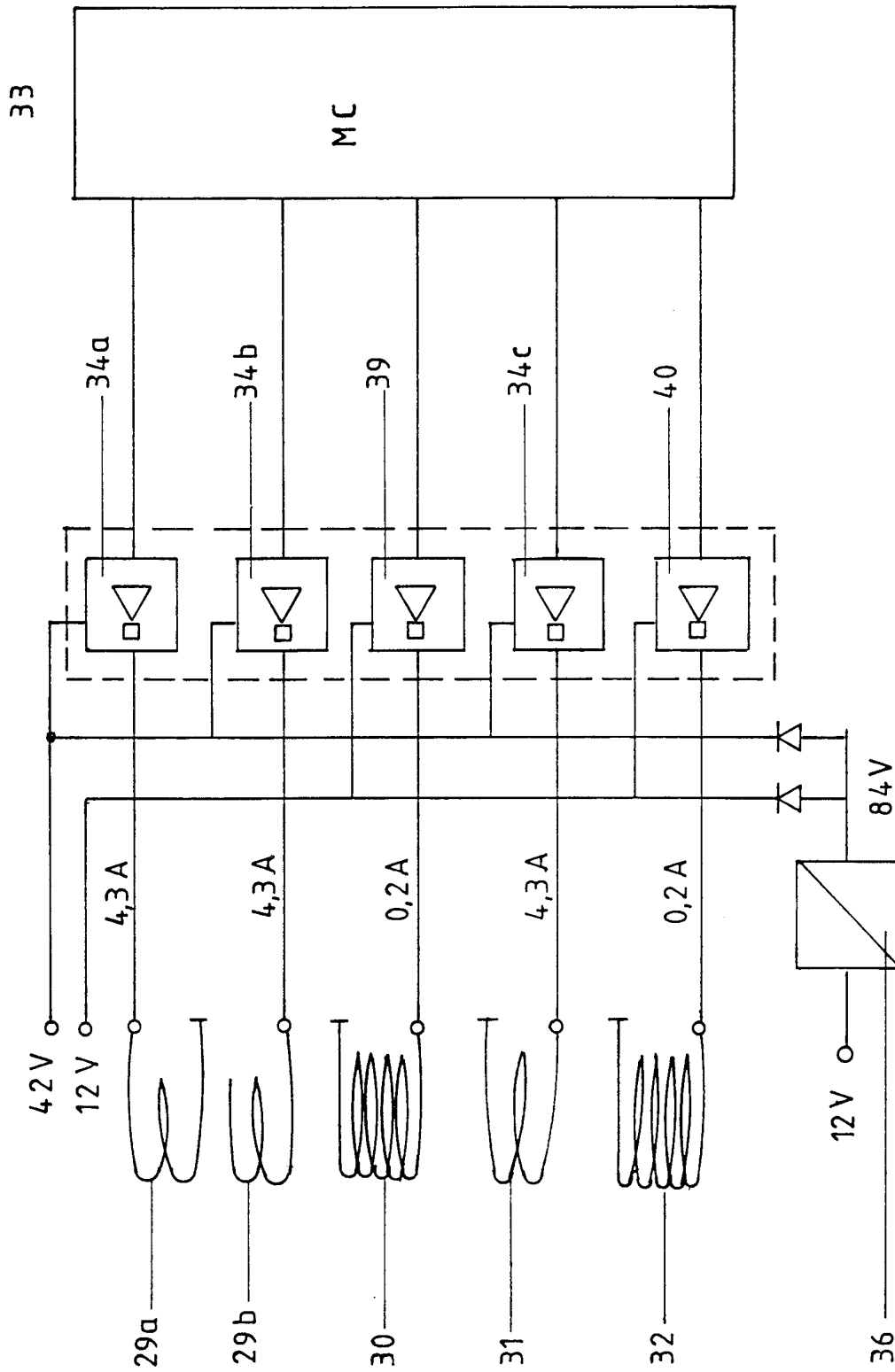


Figur 5



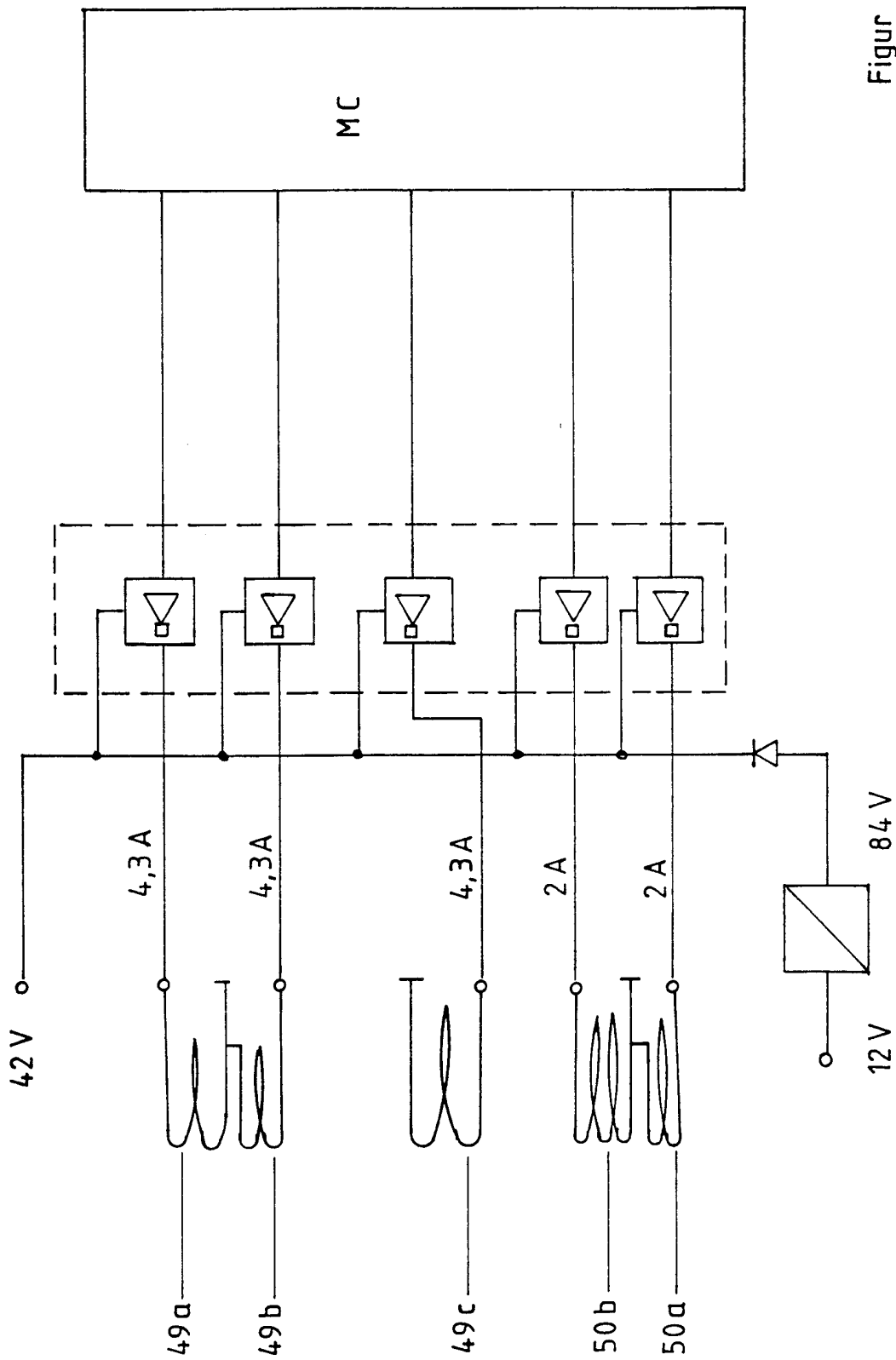
Figur 6

4 / 7

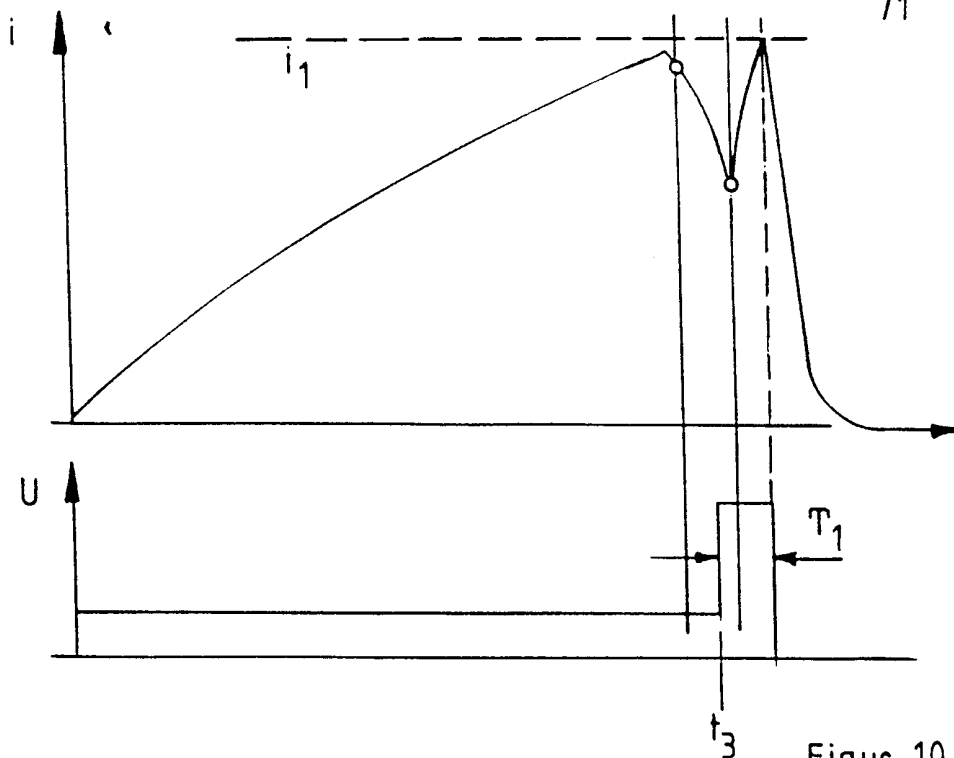
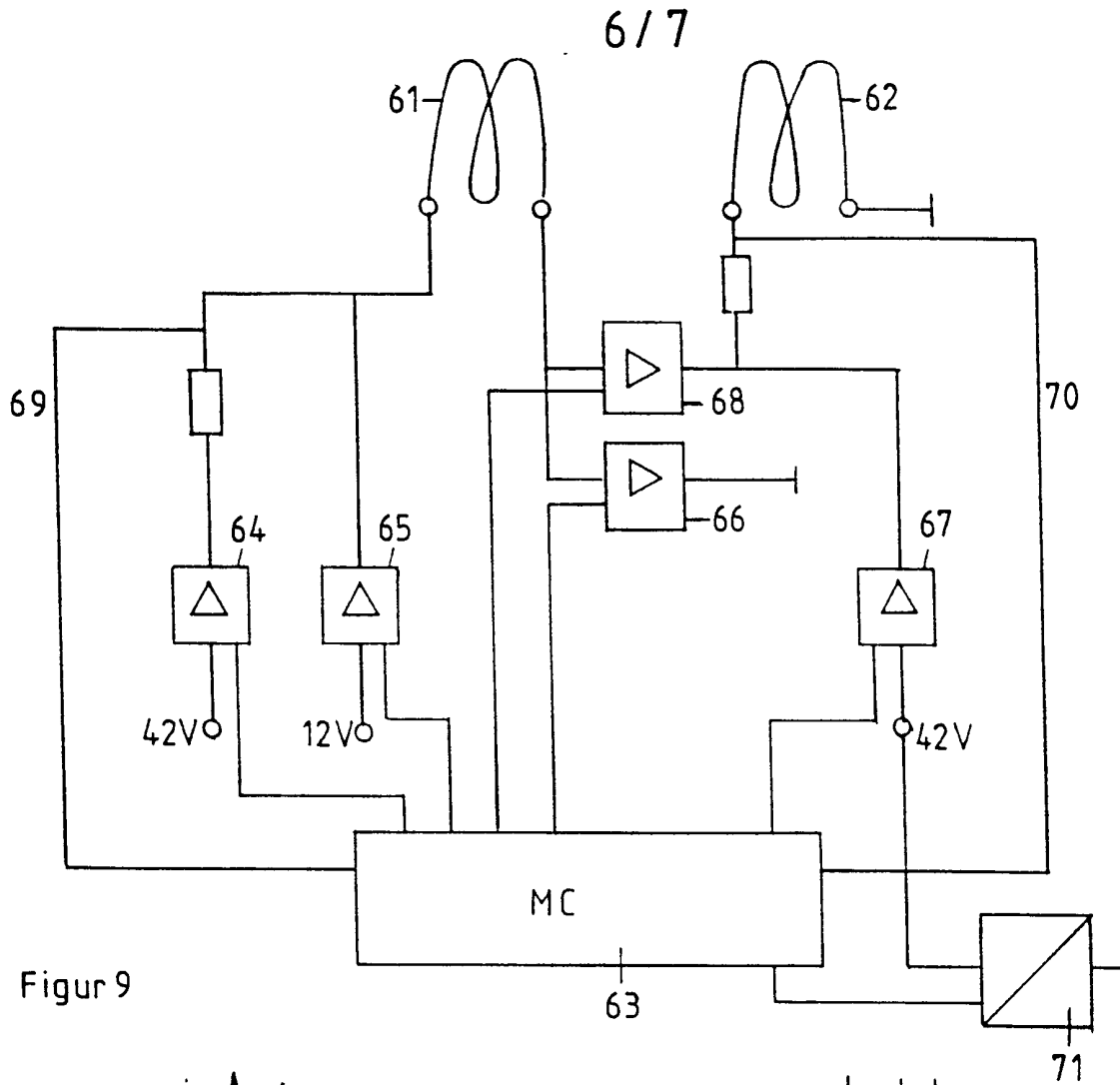


Figur 7

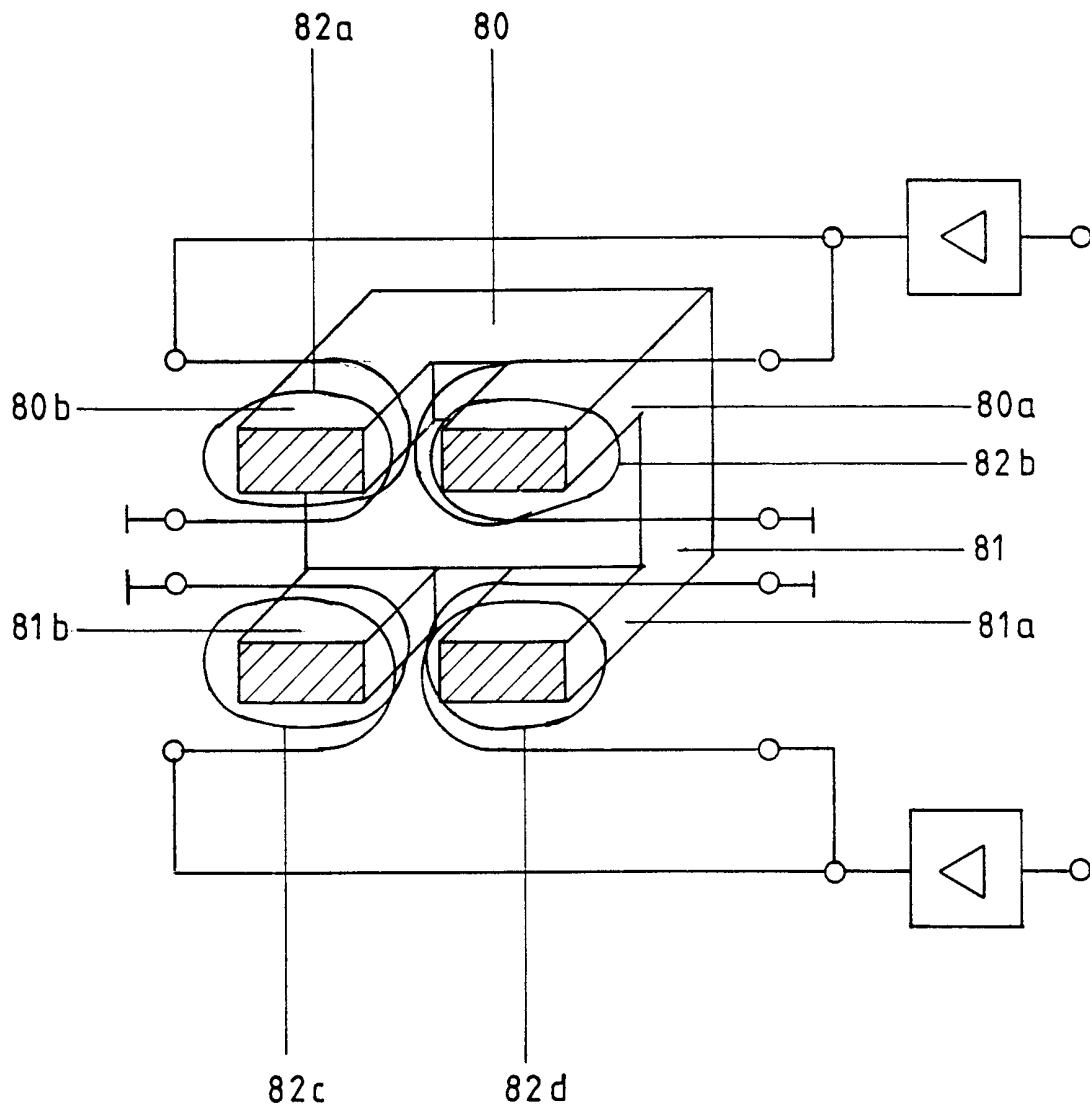
5 / 7



Figur 8



7 / 7



Figur 11

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/EP 98/04515

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**

IPC 6 F01L9/04 H01F7/18 H01F7/14

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 6 F01L H01F

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)

**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	DE 196 10 468 A (FEV MOTORENTECH GMBH & CO KG) 13 February 1997 see column 5, line 50 - column 7, line 9; figure 2	1,2
A	---	20
P, X	DE 297 03 585 U (FEV MOTORENTECHNIK) 25 June 1998 see page 7, line 7 - line 18; figure 3	1,2
P, A	---	20
A	EP 0 422 228 A (ISUZU CERAMICS RES INST) 17 April 1991 see column 3, line 31 - column 4, line 23; figures 1,2	1,20
	---	
	-/--	

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

17 December 1998

Date of mailing of the international search report

30/12/1998

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

Lefebvre, L



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No  
PCT/EP 98/04515

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category °	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	EP 0 693 756 A (BOSCH GMBH ROBERT) 24 January 1996 see column 2, line 3 - column 4, line 26; figures 1-3 -----	1,2,5,6, 20
A	US 5 022 359 A (ERICKSON FREDERICK L ET AL) 11 June 1991 see column 8, line 25 - line 47; figure 9 -----	20

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

 Internat'l Application No  
 PCT/EP 98/04515

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE 19610468 A	13-02-1997	NONE	
DE 29703585 U	25-06-1998	DE 19805455 A	03-09-1998
EP 0422228 A	17-04-1991	JP 2176286 A	09-07-1990
		JP 2707127 B	28-01-1998
		DE 68910824 D	23-12-1993
		DE 68910824 T	24-03-1994
		WO 9007636 A	12-07-1990
		US 5111779 A	12-05-1992
EP 0693756 A	24-01-1996	DE 4426021 A	25-01-1996
		JP 8045735 A	16-02-1996
US 5022359 A	11-06-1991	CA 2040379 A	25-01-1992
		DE 69120736 D	14-08-1996
		DE 69120736 T	23-01-1997
		EP 0468548 A	29-01-1992
		JP 7019205 A	20-01-1995

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP 98/04515

<b>A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES</b> IPK 6 F01L9/04 H01F7/18 H01F7/14				
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK				
<b>B. RECHERCHIERTE GEBIETE</b>				
Recherchiertes Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole) IPK 6 F01L H01F				
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)				
<b>C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN</b>				
Kategorie°	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.		
X	DE 196 10 468 A (FEV MOTORENTECH GMBH & CO KG) 13. Februar 1997 siehe Spalte 5, Zeile 50 - Spalte 7, Zeile 9; Abbildung 2	1,2		
A	---	20		
P, X	DE 297 03 585 U (FEV MOTORENTECHNIK) 25. Juni 1998 siehe Seite 7, Zeile 7 - Zeile 18; Abbildung 3	1,2		
P, A	---	20		
A	EP 0 422 228 A (ISUZU CERAMICS RES INST) 17. April 1991 siehe Spalte 3, Zeile 31 - Spalte 4, Zeile 23; Abbildungen 1,2	1,20		
	---			
	-/--			
<table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 50%; border: none;"><input checked="" type="checkbox"/> Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen</td> <td style="width: 50%; border: none;"><input checked="" type="checkbox"/> Siehe Anhang Patentfamilie</td> </tr> </table>			<input checked="" type="checkbox"/> Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen	<input checked="" type="checkbox"/> Siehe Anhang Patentfamilie
<input checked="" type="checkbox"/> Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen	<input checked="" type="checkbox"/> Siehe Anhang Patentfamilie			
<table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 50%; border: none;">                     ° 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                 </td> <td style="width: 50%; border: none;">                     "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                      "&amp;" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist                 </td> </tr> </table>			° 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 "&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist
° 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 "&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist			
Datum des Abschlusses der internationalen Recherche	Absendedatum des internationalen Recherchenberichts			
17. Dezember 1998	30/12/1998			
Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde	Bevollmächtigter Bediensteter			
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	Lefebvre, L			

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP 98/04515

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie°	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	EP 0 693 756 A (BOSCH GMBH ROBERT) 24. Januar 1996 siehe Spalte 2, Zeile 3 - Spalte 4, Zeile 26; Abbildungen 1-3 -----	1,2,5,6, 20
A	US 5 022 359 A (ERICKSON FREDERICK L ET AL) 11. Juni 1991 siehe Spalte 8, Zeile 25 - Zeile 47; Abbildung 9 -----	20

**INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT**

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP 98/04515

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 19610468 A	13-02-1997	KEINE	
DE 29703585 U	25-06-1998	DE 19805455 A	03-09-1998
EP 0422228 A	17-04-1991	JP 2176286 A	09-07-1990
		JP 2707127 B	28-01-1998
		DE 68910824 D	23-12-1993
		DE 68910824 T	24-03-1994
		WO 9007636 A	12-07-1990
		US 5111779 A	12-05-1992
EP 0693756 A	24-01-1996	DE 4426021 A	25-01-1996
		JP 8045735 A	16-02-1996
US 5022359 A	11-06-1991	CA 2040379 A	25-01-1992
		DE 69120736 D	14-08-1996
		DE 69120736 T	23-01-1997
		EP 0468548 A	29-01-1992
		JP 7019205 A	20-01-1995