



PCT WELTORGANISATION FÜR GEISTIGES EIGENTUM
Internationales Büro
INTERNATIONALE ANMELDUNG VERÖFFENTLICHT NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE
INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT)

<p>(51) Internationale Patentklassifikation ⁶ : B60T 8/00, 7/04, 13/74, B60R 16/02, G05B 9/03, B60T 13/66</p>	A1	<p>(11) Internationale Veröffentlichungsnummer: WO 99/26820</p> <p>(43) Internationales Veröffentlichungsdatum: 3. Juni 1999 (03.06.99)</p>
<p>(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP98/07448</p> <p>(22) Internationales Anmeldedatum: 20. November 1998 (20.11.98)</p> <p>(30) Prioritätsdaten: 197 51 906.7 22. November 1997 (22.11.97) DE 198 53 036.6 18. November 1998 (18.11.98) DE</p> <p>(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten ausser US): CONTINENTAL TEVES AG & CO. OHG [DE/DE]; Guerickestrasse 7, D-60488 Frankfurt (DE).</p> <p>(72) Erfinder; und (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): STÖLZL, Stefan [DE/DE]; Schafäckerweg 3, D-69469 Weinheim (DE). GIERS, Bernhard [DE/DE]; Kaiser-Sigmund-Strasse 60, D-60320 Frankfurt (DE). OEHLER, Rainer [DE/DE]; Finkenweg 48, D-64295 Darmstadt (DE). WILLIMOWSKI, Peter [DE/DE]; Eichenweg 41, D-63486 Bruchköbel (DE). BÖHM, Jürgen [DE/DE]; Kaltenbachstrasse 2, D-65558 Oberneisen (DE). NELL, Joachim [DE/DE]; Gustav-Hoch-Strasse 35, D-63452 Hanau (DE). HOFFMANN, Oliver [DE/DE]; Schlossstrasse 116, D-60486 Frankfurt (DE).</p>	<p>(74) Gemeinsamer Vertreter: CONTINENTAL TEVES AG & CO. OHG; Guerickestrasse 7, D-60488 Frankfurt (DE).</p> <p>(81) Bestimmungsstaaten: JP, US, europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE).</p> <p>Veröffentlicht <i>Mit internationalem Recherchenbericht.</i></p>	

(54) Title: **ELECTROMECHANICAL BRAKE SYSTEM**

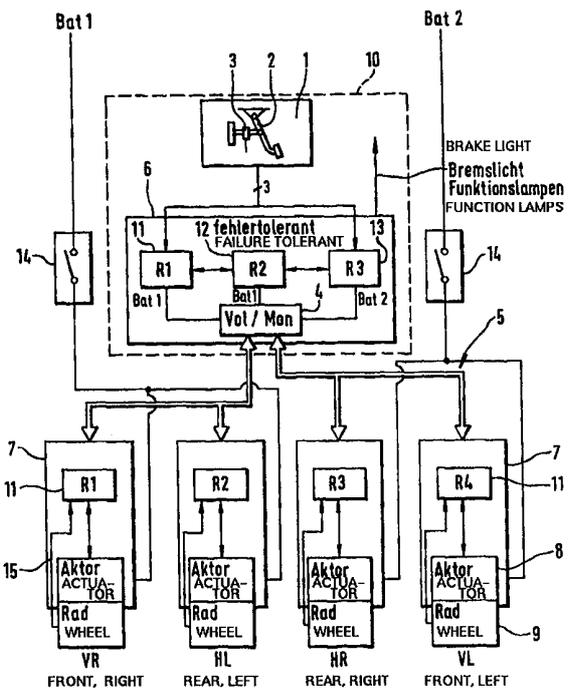
(54) Bezeichnung: **ELEKTROMECHANISCHES BREMSSYSTEM**

(57) Abstract

The invention relates to an electromechanical brake system, especially for motor vehicles, comprising a pedal simulator (1) and brake modules (7). A central module (6) is also provided. The connection between said modules can be provided by a data bus (5). The central module (6) evaluates the braking request signals from a sensor device (3) and checks for errors. The central module (6) also supplies an appropriate desired braking value based on the braking request and possibly other higher-level factors such as the anti-skid brake system and the traction slip control system. The desired braking value is conveyed to the brake modules (7). The brake modules (7) then determine the appropriate control signals for the actuators (8) which interact with the wheels (9) in order to fulfil the driver's braking request.

(57) Zusammenfassung

Die Erfindung betrifft ein elektromechanisches Bremssystem, insbesondere für Kraftfahrzeuge, mit einem Pedalsimulator (1) und Bremsmodulen (7). Weiterhin ist ein Zentralmodul (6) vorgesehen. Die Verbindung zwischen den vorgenannten Modulen kann durch einen Datenbus (5) erfolgen. Das Zentralmodul (6) wertet Bremswunschsignale einer Sensorik (3) aus und überprüft, ob Fehler vorliegen. Weiterhin gibt das Zentralmodul (6) einen entsprechenden Brems Sollwert aus, basierend auf dem Bremswunsch und eventuell höheren Funktionen wie ABS, ASR, usw. Der Brems Sollwert wird dann an die Bremsmodule (7) weitergeleitet. Die Bremsmodule (7) ermitteln daraufhin entsprechende Ansteuersignale für die Aktoren (8), die in eine Wirkverbindung mit den Rädern (9) treten, um den Bremswunsch des Fahrers umzusetzen.



Die Bremsmodule (7) ermitteln daraufhin entsprechende Ansteuersignale für die Aktoren (8), die in eine Wirkverbindung mit den Rädern (9) treten, um den Bremswunsch des Fahrers umzusetzen.

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	Aserbaidshan	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						

Elektromechanisches Bremssystem

Die Erfindung betrifft ein elektromechanisches Bremssystem und ein Verfahren zur Steuerung eines elektromechanischen Bremssystems, die durch den Einsatz eines Bussystems und durch fehlererkennende Module die Systemsicherheit bei einer gleichzeitigen kostengünstigen Realisierung erhöhen.

Die Untersuchung elektrischer Bremssysteme ist Bestandteil der Entwicklungen in der heutigen Bremsentechnik. Die Hydraulikzylinder, die heute die Bremsbeläge gegen die Bremsscheibe pressen, werden an jeder Scheibe durch einen leistungsfähigen Elektromotor ersetzt. Die elektrische Bremse benötigt keine mechanischen oder hydraulischen Teile, wie Vakuumbremskraftverstärker oder Tandemhauptzylinder. Weiterhin kann die elektrische Bremse heutige und auch zukünftige Funktionen einer Bremse übernehmen, wie die Funktionen eines Antiblockiersystems (ABS), einer Traktionshilfe oder einer Antriebsschlupfregelung (ASR), einer Fahrstabilitätsregelung (Electronic Stability Program oder ESP) sowie eines automatischen Bremseneingriffs, wie er beispielsweise bei Abstandsregelsystemen vorgesehen sein kann.

Ein Beispiel für ein solches System ist in der WO 95/13946 gezeigt. Dieses sog. elektronische Bremssystem weist ein Zentralmodul und den Bremskreisen oder Radbau-

- 2 -

gruppen zugeordnete Bremsmodule auf. Das Zentralmodul kann hierbei ABS-/ ASR-Berechnungen durchführen, kann die Bremskraftverteilung einstellen und radspezifische Bremsdruck-Sollwerte ermitteln.

Aus der DE 195 29 434 A1 (P 7959) ist ein Mikroprozessorsystem bekannt, bei dem zwei synchron betriebene Zentraleinheiten, die die gleichen Eingangsinformationen erhalten und das gleiche Programm abarbeiten, auf einem oder auf mehreren Chips vorgesehen sind. Die beiden Zentraleinheiten sind dabei über separate Bus-Systeme an die Festwert- und an die Schreib-Lese-Speicher sowie an Eingabe- und Ausgabeeinheiten angeschlossen. Die Bus-Systeme sind untereinander durch Treiberstufen bzw. Bypässe verbunden, die den beiden Zentraleinheiten ein gemeinsames Lesen und Abarbeiten der zur Verfügung stehenden Daten, einschließlich von Prüfdaten und Befehle ermöglichen. Das System ermöglicht eine Einsparung von Speicherplatz. Nur eine der beiden Zentraleinheiten ist mit einem vollwertigen Festwert- und einem Schreib-Lese-Speicher verbunden, während die Speicherkapazität des zweiten Prozessors auf Speicherplätze für Prüfdaten beschränkt ist. Zugriff zu allen Daten besteht über die Bypässe. Dadurch sind beide Zentraleinheiten in der Lage, jeweils das vollständige Programm abzuarbeiten.

In den Anmeldungsschriften DE 197 16 197 A1 (P 9009) und DE 197 20 618 A1 (P 9018) sind Mikroprozessorsysteme für sicherheitskritische Regelungen beschrieben, die mit mindestens drei, möglichst auf einem Chip angeordneten Zentraleinheiten, die das gleiche Programm abarbeiten, ausgerüstet sind. Außerdem sind Festwertspeicher und

- 3 -

Schreib-Lese-Speicher mit zusätzlichen Speicherplätzen für Prüfdaten, Eingabe- und Ausgabeeinheiten und Vergleicher vorhanden, die die Ausgangssignale der Zentraleinheiten auf Übereinstimmung überprüfen. Die Zentraleinheiten sind über Bus-Systeme untereinander verbunden, die den Zentraleinheiten ein gemeinsames Lesen und Abarbeiten der anstehenden Daten, einschließlich der Prüfdaten und Befehle, nach dem gleichen Programm ermöglichen.

Die Zentraleinheiten sind bei diesen bekannten Systemen zu zwei vollständigen Regelungssignalkreisen erweitert und derart zusammengeschaltet, daß bei einem Ausfall durch Majoritätsentscheid die fehlerhafte Zentraleinheit identifiziert und eine Notlauffunktion aufrecht erhalten werden kann.

Schließlich ist aus der DE 197 17 686 A1 eine Schaltungsanordnung bekannt, die sich ebenfalls für ein sicherheitskritisches Regelungssystem eignet und die zwei- oder mehrkreisig aufgebaut ist, wobei jeder Kreis ein komplettes Mikroprozessorsystem enthält, welches die Eingangsdaten redundant verarbeitet und beim Auftreten eines Fehlers bzw. einer Abweichung zwischen den redundant gewonnenen Datenverarbeitungsergebnissen ein Fehlererkennungssignal liefert. Bei Fehlererkennung erfolgt ein Übergang in eine Notlauffunktion, in der entweder ein Kreis abgeschaltet oder die Aktuatorbetätigung beider Kreise von dem intakten Mikroprozessorsystem übernommen wird. Die beiden Systeme sind mit eigener Peripherie, bestehend aus Signalerfassung, Aktuatorbetätigung und Energieversorgung (7,8), versehen.

- 4 -

Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein elektromechanisches Bremssystem und ein Verfahren zum Steuern eines elektromechanischen Bremssystems, insbesondere für Kraftfahrzeuge, zu realisieren, die sicher und dabei kostengünstig aufgebaut sind sowie einen geringen Installationsaufwand benötigen.

Diese Aufgabe wird gemäß den Merkmalen der unabhängigen Patentansprüche gelöst. Die abhängigen Patentansprüche zeigen vorteilhafte Ausführungsformen und Weiterentwicklungen der Erfindung auf.

Die Erfindung beruht auf der Überlegung, daß bei Verwendung einer für sicherheitskritische Regelungssysteme geeigneten, redundant ausgelegten und notlauf-fähigen Schaltungsanordnung der vorgenannten Art auch die die für ein Brake-by-Wire System erforderliche Betriebssicherheit gewährleistet werden kann. Auf eine redundante Auslegung der Rechnermodule, die zur Ansteuerung der einzelnen Radmodule dienen, kann dann verzichtet werden. Für die Bussysteme, die die Regelungsschaltung(en) mit den Radmodulen verbinden, ist dann ebenfalls Redundanz entbehrlich. Durch mindestens ein Signal, welches Aufschluß über das Raddrehverhalten gibt, wird der Zustand des Radmoduls überwacht; über einen Abschaltpfad kann das Radmodul im Fehlerfall in den sicheren Zustand überführt werden.

Erfindungsgemäß kann ein elektromechanisches Bremssystem, insbesondere für Kraftfahrzeuge, einen Pedalsimulator zum

- 5 -

redundanten Erfassen einer Fahrerbetätigung eines Bremspedals mittels einer geeigneten Sensorik enthalten. Weiterhin kann ein Zentralmodul vorgesehen sein, das einen Bremssollwert basierend auf den Ausgangssignalen der Sensorik ermittelt. Darüber hinaus kann zumindest ein Bremsmodul zum Ansteuern von zumindest einer Radbremse vorgesehen sein, wobei die Ansteuerung basierend auf dem Bremssollwert erfolgen kann. Weiterhin ist eine Datenübertragungseinheit vorgesehen, die eine Datenverbindung zwischen dem Zentralmodul und dem Bremsmodul herstellt, wobei das Zentralmodul eine Fehlererkennungsschaltung aufweisen kann, die einen Fehler bei der Ermittlung des Bremssollwerts erkennen kann.

Wichtig ist, daß das Zentralmodul Notlauffähigkeit besitzt und dadurch zu der verlangten hohen Betriebssicherheit des Systems einen entscheidenden Beitrag leisten kann.

Das Zentralmodul kann zur Ermittlung des Bremssollwerts höhere Funktionen des Bremssystems berücksichtigen und kann weiterhin zumindest drei redundante Rechner aufweisen, die den Bremssollwert basierend auf den Ausgangssignalen der Sensorik ermitteln. Weiterhin können auf zumindest zwei dieser redundanten Rechner des Zentralmoduls höhere Funktionen (ABS, ASR, ESP...) des Bremssystems implementiert sein.

Gemäß der Erfindung lassen sich sowohl die Radbremsmodule bzw. die Radbremsen als Einzelsysteme mit einer einfachen Schnittstelle, als auch ein kostengünstiges Gesamtsystem anbieten. Das gilt insbesondere, wenn das Zentralmodul im

- 6 -

Pedalsimulator integriert ist. Weiterhin kann mit der erfindungsgemäßen Systemarchitektur ohne weitere Nachteile, wie einem erhöhten Verkabelungsaufwand oder einer mangelnden Störsicherheit eine Diagonal- oder eine TT-Kreisauftellung realisiert werden. Der Installationsaufwand für den Kfz-Hersteller ist minimal und der Verkabelungsaufwand nur sehr gering. Weiterhin sind klare und einfache Schnittstellen beim Zentralmodul und bei den Radmodulen vorgesehen, so daß eine einfache Testbarkeit des Gesamtsystems ermöglicht wird und der Kommunikationsaufwand zwischen den einzelnen Modulen reduziert werden kann. Durch kurze Analogleitungen und einem Leistungsverstärker, der nahe dem Aktor vorgesehen ist, ergibt sich eine hohe aktive und passive Störsicherheit. Weiterhin kann erfindungsgemäß eine sehr geringe Degradation (Funktionsverlust) im Fehlerfall erzielt werden. Zudem ist ein sicherheitskritisches Zuspinnen einer Bremse - mit und ohne Vorliegen eines Bremswunsches - infolge eines Fehlers in einem Rechner, der Leistungselektronik oder des Aktors mit Sensoren nicht möglich.

Im folgenden werden Ausführungsbeispiele der Erfindung anhand der beiliegenden schematischen Zeichnung näher erläutert.

Die Figur zeigt ein schematisches Blockschaltbild gemäß einer Ausführungsform der Erfindung.

Die Figur zeigt einen Pedalsimulator 1 mit einem schematisch angedeuteten Bremspedal 2. Das Bremspedal 2 bzw. die Bewegung des Bremspedals 2 kann beispielsweise über eine Sensorik 3, die mindestens drei Sensoren

- 7 -

aufweist, erfaßt werden. Es können z.B. zwei Wegsensoren und ein Kraftsensor verwendet werden. Die Ausgangssignale dieser Sensorik 3 können analoge Ausgangssignale sein. Es ist jedoch auch denkbar, daß die Sensorik insgesamt oder teilweise Digitalausgaben oder andere Ausgaben oder andere Meßgrößen erzeugt.

Diese Ausgangssignale werden pro Signal (z. B. über getrennte Leitungen) zu einem Zentralmodul 6 geführt und dort in getrennten Meßkanälen erfaßt. Diese Meßkanäle können nicht dargestellte Analog-/Digital-Wandler aufweisen, die Analogsignale in Digitalsignale umwandeln können.

Es ist jedoch auch denkbar, daß die redundanten Signale des Pedalsimulators 1 lediglich einfach zum Zentralmodul 6 übertragen werden und dort jeweils auf zumindest zwei Meßkanäle aufgeteilt werden. Wenn beispielsweise drei Pedalsensoren verwendet werden, ist es günstig, die Signale auf drei getrennte Meßkanäle bzw. drei getrennte Analog-/Digital-Wandler zu führen (sofern die Pedalsensoren Analogsignale ausgeben), wobei mindestens zwei der Rechner 11, 12, 13 des Zentralmoduls 6 die gewandelten Daten erhalten. Dadurch erhalten die beiden Rechner des Zentralmoduls 6 identische Eingangsdaten.

An dieser Stelle soll angemerkt werden, daß die vom Pedalsimulator 1 übertragenen Daten fehlerhaft sein können. Die Datenkonsolidierung, d.h. die Erkennung defekter Sensoren oder Hardware (z.B. des Verstärkers oder der A/D-Wandler) und die Ermittlung des Bremssollwerts erfolgt im Zentralmodul 6.

- 8 -

Weiterhin ist je ein Datenbus 5 vorgesehen, welcher das Zentralmodul 6 mit je zwei Bremsmodulen 7 verbindet, wobei die Bremsmodule 7 jeweils ein Aktor/Rad-Paar 8, 9 enthalten. Jedes Aktor/Rad-Paar 8, 9 ist hierbei einem Fahrzeugrad zugeordnet (VR-vorne rechts, VL-vorne links, HR-hinten rechts und HL-hinten links).

Im folgenden soll nun beispielhaft eine Funktionsbeschreibung der Systemarchitektur gemäß der Figur gegeben werden.

Zusammenfassend betrifft die Erfindung Architektur-Redundanz- und Sicherheitskonzepte für elektromechanische Bremssysteme (Brake-by-Wire). Das Bremssystem enthält den Pedal-simulator 1 mit redundanter Sensorik 3, ein dreifach-redundantes Zentralmodul 6 und vier Radbremsmodule 7. Die Radbremsmodule 7 bestehen aus einem Rechner 11 (R1, R2, R3, R4) einer Leistungselektronik, einem Aktor 8, aktorspezifischen Sensoren und einem zugeordneten Rad 9. Das Zentralmodul 6 und die Radmodule 7 sind mit mindestens einem Datenbus 5 verbunden. Weiterhin ist das Zentralmodul 6 in einem Gehäuse 10 des Pedalsimulators 1 integriert.

Der Fahrerbremswunsch wird im Pedalsimulator 1 mit den beispielsweise oben angeführten Sensoren ermittelt, wobei die Sensoren bevorzugt redundant und dissimilar aufgebaut sind (z.B. Pedalweg und Fußkraft). Wie ebenso oben schon angeführt ist, können nur diese Sensorsignale einfach oder doppelt zum Zentralmodul 6 übertragen werden. Die Signale werden hierbei auf mindestens zwei Meßkanäle aufgeteilt, so daß eine Redundanz auch hier erzielt

- 9 -

werden kann.

Das Zentralmodul 6 kann zunächst derart ausgebildet sein, daß alle Funktionen (Grundbremsfunktionen, Überwachung des Pedalsimulators 1 und höhere Bremsfunktionen) auf allen Rechnern 11, 12, 13 des Zentralmoduls 6 gleich sind (diese Ausführungsform ist nicht dargestellt). Aus drei Rechenergebnissen wird über eine fehlertolerante Voter/Monitor-Struktur ein fehlerfreier Ausgangswert ermittelt.

Damit ergibt sich eine fehlertolerante Struktur für diese Funktionen.

Wie in der Figur dargestellt ist, kann auch eine dissimilare Aufteilung im Zentralmodul 6 realisiert werden. Hierbei sind die höheren Funktionen (ABS, ASR, ESP usw.) nur auf zwei Rechnern 11, 13 implementiert. Die Ermittlung der Grundbremsfunktionen und die Überwachung des Pedalsimulators 1 kann auf allen drei Rechnern 11, 12, 13 implementiert sein. Alle drei Rechner 11, 12, 13 haben Zugriff auf zumindest zwei getrennte Meßkanäle (nicht dargestellt).

Die höheren Funktionen werden durch einen nicht dargestellten Vergleicher überwacht und im Fehlerfall werden diese Funktionen in den Rechnern 11, 13 abgeschaltet, wodurch eine Fail-Silent-Funktion realisiert wird. Insbesondere sei angemerkt, daß bei einem Fehlerfall bei der Ermittlung der höheren Funktionen natürlich nicht notwendigerweise der gesamte Rechner 11, 13 abgeschaltet werden muß, sondern daß es genügen kann, nur den

- 10 -

entsprechenden Programmteil zu deaktivieren. Die Ergebnisse der Pedalfunktionen, d.h. die Ermittlung der Grundbremsfunktionen ohne Überlagerung mit den höheren Funktionen werden durch den Voter/Monitor 4 konsolidiert und überwacht. Bei Ausfall der höheren Funktionen wird der Bremssollwert ohne eine Überlagerung durch die höheren Funktionen direkt an die Bremsmodule 7 ausgegeben.

Wenn ein Fehler nur im Bereich der höheren Funktionen auftaucht, sind nach wie vor noch drei Rechner 11, 12, 13 für eine Grundbremsfunktion zur Verfügung, wobei nach wie vor ein fehlerhafter Rechner 11, 12, 13 über den Voter/Monitor 4 isoliert und abgeschaltet werden kann. Der Voter 4 würde beispielsweise aus den drei Ausgängen der Rechner 11, 12, 13 einen Bremssollwert auswählen. Der Monitor würde dann überprüfen, ob das ausgewählte Signal im Vergleich zu den anderen nicht ausgewählten Signalen abweicht (sich verschlechtert oder falsch ist) und würde ein anderes Signal als ausgewähltes Signal wählen, wenn eine Abweichung ermittelt wird.

Die Notwendigkeit, bei einem Fehler zwei der Rechner 11, 12, 13 abzuschalten, besteht nicht. Die Zuverlässigkeit des Bremssystems ist damit gleich oder höher als mit der Rechnerstruktur mit gleicher Aufteilung, siehe oben. Dies gilt natürlich in Verbindung mit dem Vorsehen von zwei Energieversorgungen Bat1, Bat2. Würden drei Energieversorgungen verwendet werden, so könnte bei einer gleichen Aufteilung (siehe oben) eine nochmalige Erhöhung der Redundanz erzielt werden.

- 11 -

Die Bremsmodule 7 bestehen aus einem Bremsmodulrechner 11 (R1, R2, R3, R4) der Leistungselektronik, dem Aktor 8 mit den aktorspezifischen Sensoren (z.B. zur Erfassung des Aktorstroms, der Aktorspannkraft und der Aktorposition) und einer testbaren Abschalteinheit 14 für die Spannungsversorgung des Aktors 8.

Durch die externe Abschalteinheit 14 ist sichergestellt, daß ein Fehler in der Leistungselektronik die Funktion der Abschaltung nicht beeinflusst.

Redundanz innerhalb des Radmoduls 7 ist nicht notwendig, da es vom Zentralmodul 6 überwacht wird. Erkennt das Radmodul 7 selbständig Fehler (z.B. durch elektronische Überwachung der Aktoransteuerung), so kann eine weitere Aktoransteuerung durch entsprechende Ansteuerung der Leistungselektronik im Radmodul 7 ausgeschlossen werden.

Das Zentralmodul 6 kann über entsprechende Rückmeldeleitungen vom Radmodul 7 den Status des Radmoduls überwachen. Vorteilhaft wird hierzu eine Busstruktur, z.B. CAN, eingesetzt.

Weiterhin kann das Zentralmodul 6 Radsensorik, die vom Radmodul 7 nicht durch Fehler beeinflusst werden kann, zur Überwachung nutzen; beispielsweise kann mit Hilfe der Raddrehzahlgeber eine Überwachung des Bremsmomentes durchgeführt werden.

Aus diesen Gründen ist im Radmodul 7 und in den Verbindungen zum Radmodul keine Redundanz erforderlich. Es müssen lediglich geeignete Einrichtungen vorhanden

- 12 -

sein, die dem Zentralmodul 6 zur Abschaltung des Leistungspfad es für ein oder mehrere Rad-module zur Verfügung stehen..

Der Bremsmodulrechner des Bremsmoduls 7 braucht nicht fail-safe ausgebildet zu werden, d.h. das Bremsmodul 7 erfüllt seine spezifizier te Funktion oder schaltet sich im Fehlerfall selbst ab und meldet die Fehlfunktion oder verhält sich im Falle eines Rechnerfehlers still (fail-silent). Als Überwachungsebene ist das Zentralmodul 6 vorhanden.

An dieser Stelle sei weiterhin angemerkt, daß die Bremsmodule 7 auch jeweils für zwei Aktor/Rad-Paare 8, 9 verwendet werden können (hierbei würde es sich dann um ein Kreismodul handeln).

Der Datenbus 5 ist zumindest einfach ausgeführt und mit je zwei Radmodulen 7 und Modul 6 verbunden.

Als Energieversorgung sind zumindest zwei unabhängige Energieversorgungsquellen Bat1, Bat2 notwendig. Bei den Bremsmodulen 7 kann die Aufteilung wie in der Figur dargestellt diagonal oder auch vorne/hinten erfolgen.

Zusammenfassend ist erfindungsgemäß ein Funktionsverlust je nach Fehler nicht vorhanden oder nur sehr gering. Nur bei einem Ausfall einer Energieversorgung Bat1, Bat2, oder Kurzschluß sämtlicher Busleitungen zu zwei Radmodulen 7 fallen zwei Bremsen aus. Hierbei würde es sich um einen Kreisausfall handeln. Ansonsten ist immer nur eine

- 13 -

Radbremse 7 betroffen oder bei einem Ausfall innerhalb des Zentralmoduls 6 maximal die höheren Funktionen bei vollem Erhalten der Grundbremsfunktionen. Ist die Funktionsaufteilung für alle drei Rechner 11, 12, 13 des Zentralmoduls 6 gleich, so hat ein Rechnerfehler gar keinen Funktionsverlust zur Folge. Bei einem Bus Fehler können die Bremsen des jeweiligen Aktor/Rad-Paars 8, 9 ausfallen.

Die Systemarchitektur ist z.B. so konfigurierbar, daß bei einem Fehler nie die Hinterradbremmen allein zur Verfügung stehen. Die Systemarchitektur gewährt hierbei eine hohe Bremsverzögerung in allen Fehlerfällen.

Weiterhin gewährleistet die erfindungsgemäße Systemarchitektur, daß keine Fehlerfortpflanzung auftritt. Ein Fehler kann erkannt werden, bevor er sich auf andere Funktionen oder Module auswirkt. Weiterhin liegt eine hohe EMV-Sicherheit vor, da die Störaustrahlung minimiert ist. Die Leistungselektronik zum Ansteuern der Aktoren 8 ist im jeweiligen Radmodul 7 integriert und am oder nahe des jeweiligen Aktors 8 montiert. Weiterhin ist die Störfestigkeit hoch, besonders wenn das Zentralmodul 6 nahe am oder im Pedalsimulator 1 verbaut wird, so daß dann der analoge Signalübertragungsweg kurz ist.

Weiterhin sei angemerkt, daß die oben beschriebenen erfindungsgemäßen Funktionen und Systeme bzw. Module in jeder beliebigen Kombination alleine oder in ihrer Gesamtheit von der Erfindung umfaßt sind.

Patentansprüche

1. Elektromechanisches Bremssystem, insbesondere für Kraftfahrzeuge, mit einem Pedalsimulator (1) zum redundanten Erfassen einer Fahrerbetätigung eines Bremspedals (2) mittels einer geeigneten Sensorik (3), einem Zentralmodul (6) zum Ermitteln eines Bremssollwerts basierend auf Ausgangssignalen der Sensorik (3), zumindest einem Bremsmodul (7) zum Ansteuern von zumindest einer Radbremse (8, 9) basierend auf dem Bremssollwert, und einer Datenübertragungseinheit, die eine Datenverbindung zwischen dem Zentralmodul (6) und dem Bremsmodul (7) herstellt, wobei das Zentralmodul (6) eine Fehlererkennungsschaltung aufweist, die einen Fehler bei der Ermittlung des Bremssollwerts erkennt.
2. Bremssystem nach Anspruch 1, dadurch **gekennzeichnet**, daß das Zentralmodul (6) mehrere, unabhängig voneinander betriebsfähige Mikroprozessorsysteme enthält und Notlauffähigkeit besitzt.
3. Bremssystem nach Anspruch 1 oder 2, dadurch **gekennzeichnet**, daß das Zentralmodul (6) zur Ermittlung des Bremssollwerts höhere Funktionen des Bremssystems wie beispielsweise ABS, ASR, Fahrdynamikregelungen, ICC, Bremsassistent oder Hillholder, berücksichtigt.
4. Bremssystem nach einen oder mehreren der Ansprüche 1

- 15 -

bis 3, dadurch **gekennzeichnet**, daß das Zentralmodul (6) in einem Gehäuse (10) des Pedalsimulators (1) integriert ist.

5. Bremssystem nach zumindest einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch **gekennzeichnet**, daß das Zentralmodul (6) eine Datenkonsolidierung zur Erkennung von Störungen des Pedalmoduls (1) und/oder des Zentralmoduls (6) durchführt.
6. Bremssystem nach zumindest einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch **gekennzeichnet**, daß das Zentralmodul (6) drei redundante Rechner (11, 12, 13) aufweist, die den Bremssollwert basierend auf Pedalfunktionen ermitteln und auf zumindest zwei dieser redundanten Rechner (11, 13) zusätzlich die höheren Funktionen des Bremssystems implementiert sind.
7. Bremssystem nach zumindest einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch **gekennzeichnet**, daß zumindest zwei unabhängige Energieversorgungsquellen (Bat1, Bat2) vorgesehen sind und jede Energieversorgungsquelle (Bat1, Bat2) mindestens einen Rechner (11, 12, 13) versorgt.
8. Bremssystem nach zumindest einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch **gekennzeichnet**, daß das Zentralmodul (6) zum Konsolidieren und Überwachen der Pedalfunktionen einen Voter/Monitor (4) aufweist und ein Vergleicher gebildet ist, der die Rechner (11, 13), welche die höheren Funktionen ausführen, über-

- 16 -

wacht, wobei im Fehlerfall diese Funktionen abgeschaltet werden, was einer Fail-Silent-Funktion entspricht.

9. Bremssystem nach zumindest einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch **gekennzeichnet**, daß das Zentralmodul (6) die redundanten Ausgangssignale des Pedalsimulators (1) zumindest zwei getrennten Meßkanälen (A/D-Wandler) zuführt, wobei zumindest zwei Rechner (von 11, 12, 13) die von den Meßkanälen (A/D-Wandler) gewandelten Daten erhalten.
10. Bremssystem nach zumindest einem der vorangehenden Ansprüche 8, dadurch **gekennzeichnet**, daß die Datenübertragungseinheit zwischen dem Zentralmodul (6) und den Radmodulen (7) ein Datenbus (5) ist.
11. Bremssystem nach zumindest einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch **gekennzeichnet**, daß der Pedalsimulator (1) zwei Pedalwegsensoren und einen Pedalkraftsensor aufweist.
12. Bremssystem nach zumindest einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch **gekennzeichnet**, daß das Bremsmodul (7) eine Fehlererkennung basierend auf lokalen aktorspezifischen Signalen wie beispielsweise Aktorstrom, Aktorposition, Spannkraft durchführt und bei einer Fehlererkennung eine entsprechende Meldung an das Bremssystem ausgibt, sich abschaltet und/oder eine Bremssollwertanpassung durchführt.

- 17 -

13. Bremssystem nach zumindest einem der vorangehenden Ansprüche 1 bis 12, dadurch **gekennzeichnet**, daß die Fehlererkennung modellgestützt ist.
14. Bremssystem nach zumindest einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch **gekennzeichnet**, daß das Bremsmodul (7) eine von einer Leistungselektronik getrennte Abschalteinheit (14) mit Zugriff durch das Zentralmodul (6) aufweist.
15. Bremssystem nach zumindest einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch **gekennzeichnet**, daß das Zentralmodul (6) eine Abschalteinheit (14) aufweist.
16. Bremssystem nach zumindest einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch **gekennzeichnet**, daß die Abschalteinheit (14) als Teil der Leistungselektronik in dem Bremsmodul (7), auf das das Zentralmodul (6) einen Zugriff besitzt, ausgebildet ist.
17. Verfahren zur Steuerung eines elektromechanischen Bremssystems, insbesondere für Kraftfahrzeuge, mit den Schritten:
 - redundantes Erfassen einer Fahrerbetätigung eines Bremspedals (2) mittels einer geeigneten Sensorik (3) in einem Pedalsimulator (1),
 - Ermitteln eines Bremssollwerts basierend auf Ausgangssignalen der Sensorik (3) in einem Zentralmodul (6),
 - Ansteuern von zumindest einer Radbremse (8, 9) basierend auf dem Bremssollwert in einem Bremsmodul (7), und

- 18 -

Herstellen einer Datenverbindung zwischen dem Zentralmodul (6) und dem Bremsmodul (7), wobei eine Fehlererkennungsschaltung einen Fehler bei der Ermittlung des Bremssollwerts erkennt.

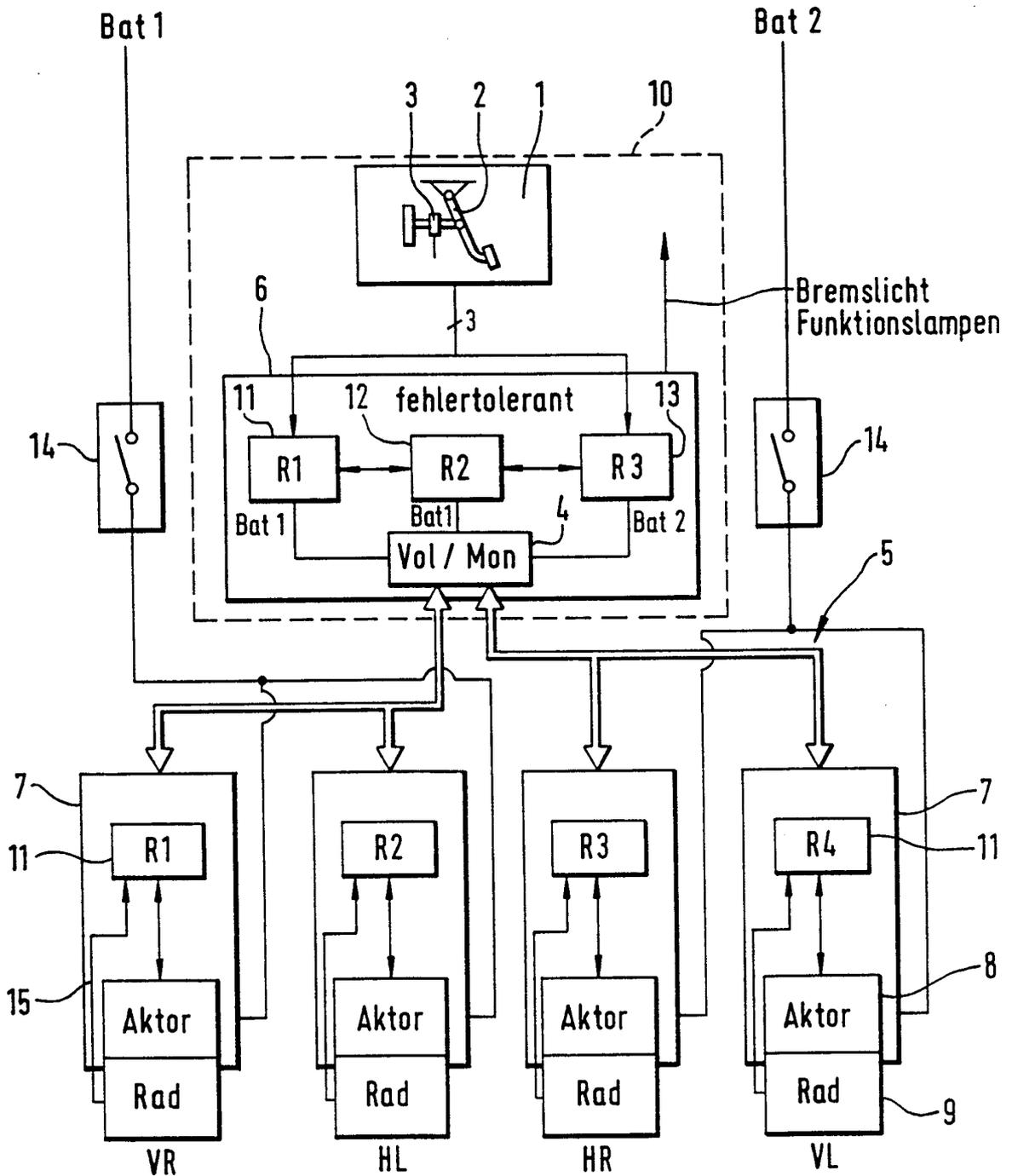


Fig. 1

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/EP 98/07448

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC 6 B60T8/00 B60T7/04 B60T13/74 B60R16/02 G05B9/03
 B60T13/66

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 B60T B60R G05B G05G

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.
A	DE 196 17 285 C (CONTINENTAL AG) 21 August 1997 see column 4, line 12 - line 63; figures 1,2 ---	1,17
A	WO 97 06487 A (ITT AUTOMOTIVE EUROPE ET AL) 20 February 1997 see page 5, last paragraph - page 10, line 21; figure 1 ---	1,17
A	DE 195 09 133 A (DAIMLER BENZ AG) 12 October 1995 see page 2, line 39 - page 4, line 67; figure 1 ---	1,17
	-/--	

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

10 March 1999

Date of mailing of the international search report

17/03/1999

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

Blurton, M

1

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/EP 98/07448

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
P,A	WO 98 36956 A (DEML ULRICH ;SIEMENS AG (DE); ZITTLAU DIRK (DE)) 27 August 1998 see page 5, line 6 - page 8, line 6; figure 1 <p style="text-align: center;">---</p>	1,17
A	DE 195 29 434 A (ITT AUTOMOTIVE EUROPE) 13 February 1997 cited in the application see column 3, line 17 - column 5, line 37; figure 1 <p style="text-align: center;">---</p>	1,17
A	WO 95 13946 A (BOSCH GMBH ROBERT ;SCHLAGMUELLER WALTER (DE); SCHRAMM DIETER (DE);) 26 May 1995 cited in the application see page 2, paragraph 2 - page 7, line 15; figures 1-3 <p style="text-align: center;">-----</p>	1,17

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/EP 98/07448

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE 19617285 C	21-08-1997	EP 0805084 A	05-11-1997
WO 9706487 A	20-02-1997	DE 19529434 A EP 0843853 A	13-02-1997 27-05-1998
DE 19509133 A	12-10-1995	FR 2718591 A GB 2288522 A, B SE 9501059 A US 5781585 A	13-10-1995 18-10-1995 12-10-1995 14-07-1998
WO 9836956 A	27-08-1998	NONE	
DE 19529434 A	13-02-1997	WO 9706487 A EP 0843853 A	20-02-1997 27-05-1998
WO 9513946 A	26-05-1995	DE 4339570 A EP 0728086 A JP 9505251 T US 5752748 A	24-05-1995 28-08-1996 27-05-1997 19-05-1998

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP 98/07448

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES

IPK 6 B60T8/00 B60T7/04 B60T13/74 B60R16/02 G05B9/03
B60T13/66

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

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

IPK 6 B60T B60R G05B G05G

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)

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
------------	--	--------------------

A	DE 196 17 285 C (CONTINENTAL AG) 21. August 1997 siehe Spalte 4, Zeile 12 - Zeile 63; Abbildungen 1,2 ---	1, 17
A	WO 97 06487 A (ITT AUTOMOTIVE EUROPE ET AL) 20. Februar 1997 siehe Seite 5, letzter Absatz - Seite 10, Zeile 21; Abbildung 1 ---	1, 17
A	DE 195 09 133 A (DAIMLER BENZ AG) 12. Oktober 1995 siehe Seite 2, Zeile 39 - Seite 4, Zeile 67; Abbildung 1 ---	1, 17

-/--

Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

10. März 1999

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

17/03/1999

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde

Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Blurton, M

1

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie ²	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
P,A	WO 98 36956 A (DEML ULRICH ;SIEMENS AG (DE); ZITTLAU DIRK (DE)) 27. August 1998 siehe Seite 5, Zeile 6 - Seite 8, Zeile 6; Abbildung 1 ---	1,17
A	DE 195 29 434 A (ITT AUTOMOTIVE EUROPE) 13. Februar 1997 in der Anmeldung erwähnt siehe Spalte 3, Zeile 17 - Spalte 5, Zeile 37; Abbildung 1 ---	1,17
A	WO 95 13946 A (BOSCH GMBH ROBERT ;SCHLAGMUELLER WALTER (DE); SCHRAMM DIETER (DE);) 26. Mai 1995 in der Anmeldung erwähnt siehe Seite 2, Absatz 2 - Seite 7, Zeile 15; Abbildungen 1-3 -----	1,17

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP 98/07448

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 19617285 C	21-08-1997	EP 0805084 A	05-11-1997
WO 9706487 A	20-02-1997	DE 19529434 A EP 0843853 A	13-02-1997 27-05-1998
DE 19509133 A	12-10-1995	FR 2718591 A GB 2288522 A, B SE 9501059 A US 5781585 A	13-10-1995 18-10-1995 12-10-1995 14-07-1998
WO 9836956 A	27-08-1998	KEINE	
DE 19529434 A	13-02-1997	WO 9706487 A EP 0843853 A	20-02-1997 27-05-1998
WO 9513946 A	26-05-1995	DE 4339570 A EP 0728086 A JP 9505251 T US 5752748 A	24-05-1995 28-08-1996 27-05-1997 19-05-1998