

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

(51) Internationale Patentklassifikation⁶ : G08C 15/00, H04L 25/38	A1	(11) Internationale Veröffentlichungsnummer: WO 98/35329 (43) Internationales Veröffentlichungsdatum: 13. August 1998 (13.08.98)
(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP98/00435 (22) Internationales Anmeldedatum: 27. Januar 1998 (27.01.98) (30) Prioritätsdaten: 197 05 063.8 11. Februar 1997 (11.02.97) DE 197 14 152.8 5. April 1997 (05.04.97) DE (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten ausser US): ITT MANUFACTURING ENTERPRISES, INC. [US/US]; Suite 1217, 1105 North Market Street, Wilmington, DE 19801 (US). (72) Erfinder; und (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): ZINKE, Olaf [DE/DE]; Schlesierstrasse 10, D-81669 München (DE). FEY, Wolfgang [DE/DE]; Nesselweg 17, D-65527 Niedernhausen (DE). LORECK, Heinz [AT/DE]; Rosenweg 16, D-65510 Idstein (DE). (74) Anwälte: BLUM, K.-D. usw.; ITT Automotive Europe GmbH, Guerickestrasse 7, D-60488 Frankfurt am Main (DE).		(81) Bestimmungsstaaten: JP, US, europäisches Patent (AT, BE, CH, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE). Veröffentlicht <i>Mit internationalem Recherchenbericht. Vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche zugelassenen Frist. Veröffentlichung wird wiederholt falls Änderungen eintreffen.</i>
(54) Title: METHOD FOR TRANSMITTING DATA DURING PULSE INTERVALS OF A SPEED SIGNAL, AND CIRCUIT FOR CARRYING OUT SAID METHOD		
(54) Bezeichnung: VERFAHREN ZUR ÜBERTRAGUNG VON DATEN IN PULSPAUSEN EINES DREHZAHLSIGNALES UND SCHALTUNGSANORDNUNG ZUR DURCHFÜHRUNG DES VERFAHRENS		
(57) Abstract <p>The present invention relates to a method for transmitting data during pulse intervals of a speed signal, whereby the maximum number of transmittable data is determined on the basis of both the period of time required for transmitting an information unit and a period of time corresponding to the duration of the pulse interval. The maximum number of data which can be transmitted in a pulse interval is adjusted by setting as time, corresponding to the duration of the pulse interval, a value obtained from recently measured pulse intervals, taking into consideration a maximum wheel-acceleration value. The invention also relates to a circuit for carrying out said method.</p>		
(57) Zusammenfassung <p>Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zur Übertragung von Daten in Pulspausen eines Drehzahlsignals, wobei die maximale Anzahl der übertragbaren Daten aus der Zeitdauer ermittelt wird, die für die Übertragung einer Information benötigt wird, sowie aus einer Zeit, die der Länge der Pulspause entspricht, wobei die maximale Anzahl der in einer Pulspause übertragbaren Daten adaptiert wird, indem als Zeit, die der Länge der Pulspause entspricht, ein Wert angesetzt wird, der sich aus gerade gemessenen Pulspausen unter Berücksichtigung eines Maximalwertes der Radbeschleunigung ergibt. Ebenso betrifft die Erfindung eine Schaltungsanordnung zur Durchführung des Verfahrens.</p>		

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	Aserbaidshon	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						

Verfahren zur Übertragung von Daten in Pulspausen eines Drehzahlsignales und Schaltungsanordnung zur Durchführung des Verfahrens

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Übertragung von Daten in Pulspausen eines Drehzahlsignales, wobei die maximale Anzahl der übertragbaren Daten aus der Zeitdauer ermittelt wird, die für die Übertragung einer Information benötigt wird sowie aus einer Zeit, die der Länge der Pulspause entspricht.

Ebenso betrifft die Erfindung eine Schaltungsanordnung zur Durchführung des Verfahrens.

Aus der nicht vorveröffentlichten Anmeldung mit der Nummer DE 196 50 935.1 (P 8887) ist bereits ein derartiges Verfahren bekannt, bei dem von einem Drehzahlsensor Signalpulse gesendet werden. Anhand der zeitlichen Abfolge dieser Signalpulse wird die Raddrehzahl ermittelt. In den Pulspausen werden weitere Daten übertragen. Diese Daten können beispielsweise die Fahrtrichtung symbolisieren, den Luftdruck im Reifen, den Bremsbelagverschleiß oder andere Größen, die von Sensoren am Rad erfaßt werden. Die Daten werden durch binäre Signale übertragen. Die Signalpegel der Signalpulse des Drehzahlsensors unterscheiden sich von den Signalpegeln bei der Datenübertragung, um das fahrsicherheitsrelevante Drehzahlsignal sicher von den anderen Daten unterscheiden zu können. Das Drehzahlsignal darf durch die anderen Daten nicht gestört werden. Bei dem Gegenstand der

- 2 -

Anmeldung wird die Datenübertragung durch einen Signalpuls des Drehzahlsensors ausgelöst. Die Anzahl der übertragbaren Daten wird bei diesem Verfahren anhand der Dauer der Übertragung einer einzelnen Information sowie der zur Verfügung stehenden Zeit in einer Pulspause festgelegt. Dabei ist die maximale Anzahl der übertragbaren Daten so festzulegen, daß bei einer Dauer der Pulspause, die der Maximalgeschwindigkeit des Fahrzeuges entspricht, die Übertragung der Daten abgeschlossen ist bevor der nächste Signalpuls des Drehzahlsignales auftritt.

Es ist Aufgabe der vorliegenden Erfindung, diese Datenübertragung zu verbessern.

Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe gelöst, indem die maximale Anzahl der in einer Pulspause übertragbaren Daten adaptiert wird, indem als Zeit, die der Länge der Pulspause entspricht, ein Wert angesetzt wird, der sich aus wenigstens einer gerade gemessenen Pulspause unter Berücksichtigung eines Maximalwertes der Radbeschleunigung ergibt.

Die Anzahl der in einer Pulspause übertragbaren Daten wird also in Abhängigkeit von der Fahrgeschwindigkeit angepaßt. Dadurch ist es beispielsweise möglich; im Bereich niedrigerer Geschwindigkeit des Fahrzeuges eine größere Anzahl von Daten zu übertragen. Die Auslegung des Protokolles hinsichtlich der Anzahl der übertragbaren Daten unterliegt damit nur geringeren Beschränkungen.

Bei dem Verfahren nach Anspruch 2 werden in einer Pulspause zuerst die Daten übertragen, die bei hohen Geschwindigkeiten relevant sind.

Wenn also nicht alle Daten übertragen werden können, weil die Signalpulse des Drehzahlsignales zu dicht aufeinander fol-

- 3 -

gen, sind trotzdem die Daten verfügbar, die bei hohen Geschwindigkeiten relevant sind. Daten, von deren Übertragung bei hohen Geschwindigkeiten abgesehen werden kann, sind beispielsweise die Information über eine Vorwärts- und Rückwärtsfahrt, weil zunächst die Fahrgeschwindigkeit verringert werden muß bevor eine Fahrtrichtungsumkehr stattfinden kann. Eventuell kann bei hohen Fahrgeschwindigkeiten auch von einer Übertragung der Information über den Bremsbelagverschleiß abgesehen werden. Der Bremsbelagverschleiß geht normalerweise nur vergleichsweise langsam vorstatten, so daß mit einer gelegentlichen Reduzierung der Fahrgeschwindigkeit - fahrsituationsabhängig oder beim Tanken oder Rasten - eine hinreichende Häufigkeit der Übertragung dieser Information gegeben ist. Hingegen wird der Luftdruck des Reifens eher zu den wichtigen Informationen gehören, die auch bei hohen Fahrgeschwindigkeiten übertragen werden sollten.

Bei dem Verfahren nach Anspruch 3 wird die maximale Anzahl der in einer Pulspause übertragenen Daten so adaptiert, daß die Datenübertragung beendet ist, wenn der nächste Signalpuls des Drehzahlsignales auftritt.

Vorteilhaft zeigt sich dabei, daß kein Zeitversatz beim Überschreiten des Schwellwertes des Signalpegels des Drehzahlsignales auftritt in Abhängigkeit davon, ob der Signalpegel der Datenübertragung "0" oder "1" war.

Bei dem Verfahren nach Anspruch 4 wird ein Protokoll der zu übertragenden Daten erstellt, wobei eine Adaption der maximalen Anzahl der Daten erfolgt, indem einzelne oder mehrere Daten aus dem Protokoll weggelassen werden, und wobei zu jeder möglichen Anzahl der zu übertragenden Daten eine Mindestdauer wenigstens einer vorausgegangenen Pulspause ermittelt wird, um diese Anzahl Daten übertragen zu können,

- 4 -

und wobei anhand der festgestellten Dauer der wenigstens einen vorausgegangenen Pulspause ermittelt wird, wie viele Daten maximal übertragen werden können.

Dabei zeigt sich, daß vergleichsweise einfach und ohne großen Aufwand in Echtzeit feststellbar ist, wieviele Daten übertragen werden können.

Bei dem Verfahren nach Anspruch 5 wird die Datenübertragung von einem Signalpuls des Drehzahlsignales abgebrochen, wenn die Zeitdauer der Datenübertragung so lang ist, daß bereits der nächste Signalpuls des Drehzahlsignales vorliegt. Vorteilhaft wird bei der Auswertung des Drehzahlsignales berücksichtigt, ob die bei dem Auftreten des Signalpulses des Drehzahlsignales abgebrochene Information den Wert "0" oder "1" hatte.

Vorteilhaft zeigt sich dabei, daß noch möglichst viele Daten übertragen werden können. Die Übertragung der Daten wird erst dann beendet, wenn dies tatsächlich notwendig ist. Die Höhe des Signalpegels bei Abbruch der Datenverarbeitung läßt Rückschlüsse auf den Zeitversatz zu, mit dem der entsprechende Schwellwert des Drehzahlsignales überschritten wird.

Bei einer Schaltungsanordnung nach Anspruch 6 wird zur Messung der wenigstens einen Pulspause einem Zähler ein Signal eines Oszillators und ein weiteres Signal zugeführt wird, wobei das weitere Signal das Auftreten eines Signalpulses des Drehzahlsignales repräsentiert.

Dadurch kann zum einen die Länge der Pulspause einfach festgestellt werden. Außerdem kann anhand dieser Pulspause und der Tabelle einfach festgestellt werden, wieviele Daten sicher übertragen werden können.

Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung ist in der Zeichnung dargestellt. Es zeigt dabei im einzelnen:

Fig. 1: eine Darstellung des Zeitverlaufes des Signalpegels bei einer Datenübertragung in Pulspausen,

Fig. 2: eine Darstellung des Zeitverlaufes des Signalpegels bei einer Datenübertragung in Pulspausen, wobei das Bit mit der Nummer 2 abgebrochen wird,

Fig. 3: eine Darstellung des Zeitverlaufes, mit der der Schwellwert des Signalpulses des Drehzahlsignales erkannt wird,

Fig. 4: eine Prinzipdarstellung einer Schaltungsanordnung zur Durchführung des Verfahrens.

Figur 1 zeigt eine Darstellung des Signalpegels bei einer Datenübertragung in Pulspausen. Wie Figur 1 a zu entnehmen ist, ist der Signalpegel des Signalpulses des Drehzahlsignales 101 größer als der Signalpegel bei der Datenübertragung 102. Dadurch kann der Signalpuls des Drehzahlsignales von Signalpulsen der Datenübertragung unterschieden werden, so daß es nicht zu Störungen bei der Übertragung des Drehzahl wegen der Übertragung anderer Daten kommen kann. Figur 1 b zeigt den zugehörigen Signalverlauf des Encoders, der den Signalpegel jedesmal bei einer ansteigenden Flanke des Signalpulses des Drehzahlsignales wechselt. In dem gezeigten Ausführungsbeispiel werden in der Pause zwischen zwei Signalpulsen 101 des Drehzahlsignales Daten in den Datenbits mit den Nummern 0 bis 5 übertragen.

Figur 2 zeigt die Übertragung von Signalpulsen eines Drehzahlsignales 201, wobei in den Pausen zwischen Signalpulsen 201 wiederum Daten 202 übertragen werden. Wie Figur 2a zu

- 6 -

entnehmen ist, wird die Übertragung der Daten dabei bereits bei dem Datenbit mit der Nummer 2 abgebrochen. Dies liegt daran, daß wegen der hohen Fahrzeuggeschwindigkeit die zeitliche Abfolge der Signalpulse 201 des Drehzahlsignales so dicht ist, daß für die vollständige Übertragung aller Datenbits nicht genügend Zeit bleibt.

Vorteilhaft werden die Daten bei der Übertragung so sortiert, daß die Daten, die laufend bzw. besonders bei hohen Geschwindigkeiten wichtig sind, in den "vorderen" Datenbits angeordnet sind, so daß diese Informationen auch bei höheren Fahrzeuggeschwindigkeiten übertragen werden. In den "hinteren" Datenbits können dann Informationen übertragen werden, deren Übertragung in größeren Zeitabständen toleriert werden kann (wie beispielsweise die Bremsbelagverschleißanzeige) oder Daten, die sich bei hohen Geschwindigkeiten ohnehin nicht ändern können wie beispielsweise die Information über eine Vorwärts- oder Rückwärtsfahrt.

Figur 3 zeigt eine Darstellung des Zeitverlaufes, mit der der Schwellwert des Signalpulses des Drehzahlsignales erkannt wird.

Die Darstellung der Kurven mit den senkrechten Flanken betrifft in der Darstellung von oben nach unten den Signalpegel bei der Datenübertragung (Stromquelle I1), den Signalpegel des Drehzahlsignales (Stromquelle I2 zusätzlich zur Stromquelle I1) und den sich einstellenden kombinierten Signalpegel (Isensor).

Figur 3a zeigt die Verhältnisse, wenn bei einem Signalpuls des Drehzahlsignales bei der Datenübertragung der Signalpegel auf "1" ist. Fig. 3b zeigt die Verhältnisse, wenn bei

- 7 -

einem Signalpuls des Drehzahlsignales bei der Datenübertragung der Signalpegel auf "0" ist.

Aufgrund des nicht idealen Verhaltens der Bauteile sowie der Begrenzung der Schaltflanken wegen der HF-Abstrahlung erfolgen die Sprünge der Signalpegel bei einem Schalten der entsprechenden Stromquellen nicht senkrecht sondern mit einem gewissen zeitlichen Anstieg.

Ein Wechsel des Signalpegels des Encoders findet statt, wenn der Signalpegel des Sensors den Schwellwert überschreitet. Dies kann nur dann passieren, wenn ein Signalpuls des Drehzahlsignales vorliegt, das heißt, wenn beide Stromquellen zugeschaltet sind.

Wie Figur 3c zu entnehmen, erfolgen die Wechsel der Signalpegel aber nicht senkrecht sondern mit einer gewissen Anstiegszeit. Die Zeit vom Beginn eines Wechsels des Signalpegels des Drehzahlsignales bis zum Überschreiten des Schwellwertes hängt also von dem "Startwert" des Signalpegels des Drehzahlsignales ab. Dadurch bedingt kommt es zu einer Abhängigkeit davon, ob bei der Datenübertragung der Signalpegel der Datenübertragung beim Abbruch der Datenübertragung, d.h. beim Beginn des Signalpulses des Drehzahlsignales, gerade bei "0" lag (wie in Figur 3a dargestellt) oder bei "1" (wie in Figur 3b dargestellt).

Wenn der Signalpegel der Datenübertragung bei "1" lag, überschreitet der Signalpegel bei einem Signalpuls des Drehzahlsignales zeitlich entsprechend vorgezogen den Schwellwert. Dies ist der Darstellung der drei oberen Diagramme der Figur 3c zu entnehmen, in denen die Verhältnisse der Figur 3a dargestellt sind. Weil der fließende Strom I_{sensor} bereits einen Wert größer als 0 aufweist beim Beginn des Signalpulses

- 8 -

des Drehzahlsignals wird der Schwellwert entsprechend früher überschritten.

Die drei unteren Diagramme der Figur 3c zeigen die Verhältnisse der Figur 3b. Dort steigt der Wert des Stromes Isensor von 0 aus an, weswegen die Anstiegszeit bis zum Überschreiten des Schwellwertes entsprechend größer ist.

Die sich einstellende Zeitverschiebung ist in Figur 3 c unten durch Pfeile markiert.

Vorteilhaft wird also bei der Auswertung des Drehzahlsignals unterschieden, ob der Signalpegel der Datenübertragung beim Abbruch der Datenübertragung durch das Drehzahlsignal bei "0" oder bei "1" lag. Lag dieser Signalpegel bei "1", wird vorteilhaft berücksichtigt, daß das Überschreiten des Schwellwertes zeitlich vorgezogen erfolgte. Dieser zeitliche Verzug kann abgeschätzt werden aus dem zeitlichen Anstieg des Signales, der wiederum wesentlich von den verwendeten Bauteilen und deren Güte abhängt, und der Höhe des Signalpegels bei der Datenübertragung.

Alternativ zu dieser Berücksichtigung, ob beim Abbruch der Datenübertragung der Signalpegel der Datenübertragung bei "0" oder bei "1" lag, kann auch abgeschätzt werden, wieviele Daten übertragbar sind. Diese maximale Anzahl von Daten kann ermittelt werden aus der Fahrzeuggeschwindigkeit, d.h. dem bisherigen Abstand zwischen zwei Signalpulsen des Drehzahlsignals und einem maximalen Wert der Beschleunigung. Es werden dann nur so viele Daten übertragen, wie sicher in der Pulspause zwischen den Signalpulsen des Drehzahlsignals übertragen werden können. Dadurch ist zumindest weitgehend sichergestellt, daß der Signalpegel bei einem Signalpuls des Drehzahlsignals nicht wegen einer Datenübertragung bei "1" liegt.

- 9 -

Das Tastverhältnis des Encodersignales ist nicht exakt 1:1. Als Bewertungsgrundlage dient daher für eine Pulspause n daher eigentlich die Pulspause $(n-2)$. Zur Vereinfachung der Darstellung wird in der folgenden Beschreibung aber die Länge der Pulspause n in Abhängigkeit von der Pulspause $(n-1)$ dargestellt.

Die Länge des aktuellen Zeitfensters n entspricht bei gleichbleibender Geschwindigkeit etwa der Länge eines vorausgehenden Zeitfensters $n-1$. Findet nun eine Radbeschleunigung statt, so verkürzt sich die Breite des Zeitfensters um einen dem Beschleunigungswert entsprechenden Betrag. Da dieser Beschleunigungswert nicht vorhersehbar ist, muß der maximal mögliche Beschleunigungswert eingesetzt werden, um auch den ungünstigsten Fall noch sicher zu erfassen. Dieser maximal mögliche Beschleunigungswert kann anhand von Plausibilitätsbetrachtungen festgelegt werden. Üblicherweise ist dieser maximale Beschleunigungswert geschwindigkeitsunabhängig.

Aufgrund dieses geschwindigkeitsunabhängigen festen Beschleunigungswertes ergibt sich für jede Ausgangsgeschwindigkeit (bzw. dazugehörige Signalperiodendauer) eine unterschiedliche Variation der Signalperiodendauer. Eine Abschätzung für diese Signalperiodendauer soll im folgenden dargelegt werden.

Bezeichnungen:

a_{\max} : maximaler Beschleunigungswert (oberhalb dieses Wertes wird eine zeitliche Verschiebung infolge der abgebrochenen Datenübertragung gegebenenfalls in Kauf genommen)

K_{vF} : Umrechnungsfaktor von Geschwindigkeit auf Frequenz
 $K_{vF} = f / v$

- 10 -

v_0 : Ausgangsgeschwindigkeit
 T_0 : zu v_0 gehörende Signalperiodendauer
 v_1 : Geschwindigkeit nach der Beschleunigung
 T_1 : zu v_1 gehörende Signalperiodendauer.

$$\begin{aligned}
 T_0 &= 1 / (v_0 * K_{vF}) \\
 v &= v_1 - v_0 = a_{\max} * T_0 \\
 T &= T_1 - T_0 \\
 v_1 &= v_0 + a_{\max} * T_0 \\
 T_1 &= 1 / (v_1 * K_{vF}) = 1 / ((v_0 + a_{\max} * T_0) * K_{vF})
 \end{aligned}$$

Ersetzen von v_0 führt zu:

$$\begin{aligned}
 T_1 &= 1 / (((1 / T_0 * K_{vF}) + a_{\max} * T_0) * K_{vF}) \\
 T_1 &= T_0 / (1 + a_{\max} * T_0 * K_{vF})
 \end{aligned}$$

Für T folgt daraus:

$$T = T_0 * (1 / (1 + a_{\max} * T_0 * K_{vF}) - 1)$$

Wegen der Definition der Periodendauer des Encoders muß diese Periodendauer halbiert werden, um die Länge der Pulspause zwischen zwei Signalpulsen des Drehzahlsignalgebers zu erhalten.

Es folgt also:

$$\begin{aligned}
 t_{(n)} &= 2 * t_{(n-1)} / (2 * (1 + a_{\max} * (2 * t_{(n-1)})^2 * K_{vF})) \\
 t_{(n)} &= t_{(n-1)} / (1 + 4 * a_{\max} * (t_{(n-1)})^2 * K_{vF})
 \end{aligned}$$

mit

t_p : Zeitdauer des Signalpulses des Drehzahlsignals incl.
 Pausenzeit nach dem Signalpuls

t_d : Zeitdauer eines Datenpulses (1 Bit)

erhält man die Anzahl n_d möglicher Datenpulse in der Puls-
 pause t_n :

$$n_d = \text{integer} ((t_n - t_p) / t_d).$$

- 11 -

Es besteht die Möglichkeit, für jede Pulspause die maximale Anzahl der noch sicher übertragbaren Daten zu ermitteln. Vorteilhaft verringert sich jedoch der Schaltungsaufwand, wenn zu jeder denkbaren Anzahl von zu übertragenden Daten in einer Tabelle eine bestimmte Minstdauer wenigstens eines vorhergehenden Zeintintervalles festgelegt wird. Im laufenden Betrieb genügt dann die Messung des Zeitintervalles zwischen zwei Signalpulsen des Drehzahlsignals, um aus der Tabelle zu ermitteln, wieviele Daten sicher übertragen werden können.

Zum Erstellen einer solchen Tabelle gilt die Beziehung:

$$n_d = (t_n - t_p) / t_d$$

$$n_d * t_d = t_{(n-1)} * (1 + 4 * a_{max} * (t_{(n-1)})^2 * K_{vF}) - t_p$$

mit $A = n_d * t_d + t_p$ gilt:

$$4 * A * a_{max} * (t_{(n-1)})^2 * K_{vF} - t_{(n-1)} + A = 0$$

$$(t_{(n-1)})^2 - 1 / (4 * A * a_{max} * K_{vF}) * t_{(n-1)} + 1 / (4 * a_{max} * K_{vF}) = 0$$

Aus dieser quadratischen Gleichung ergibt sich als relevante Lösung:

$$t_{(n-1)} = 1 / (8 * A * a_{max} * K_{vF}) - \sqrt{1 / (64 * A^2 * (a_{max})^2 * (K_{vF})^2) - 1 / (4 * a_{max} * K_{vF})}$$

Mit Hilfe dieser Gleichung läßt sich für jede Anzahl zu übertragender Daten eine Minstdauer $t_{(n-1)}$ der Pulspause zwischen zwei vorausgegangenen Signalpulsen des Drehzahlsignals ermitteln.

Figur 4 zeigt eine Prinzipdarstellung einer Schaltungsanordnung, mittels der die maximale Anzahl der sicher übertrag-

- 12 -

baren Daten bestimmt werden kann. Die Länge des Zeitintervalles $t_{(n-1)}$ wird mittels eines Oszillators und eines Frequenzzählers bestimmt. Es kann dann einem bestimmten Zählstand des Frequenzzählers eine bestimmte maximale Anzahl von Daten zugeordnet werden, die sicher übertragen werden können.

In dem gezeigten Ausführungsbeispiel wird jeweils aus der vorletzten Intervalllänge auf die maximale Anzahl von übertragbaren Daten geschlossen.

Das Signal 301 eines Oszillators und ein Signal 302, das das Auftreten eines Signalpulses des Drehzahlsignales repräsentiert, wird einem Zähler 303 zugeführt. Der binäre Zählstand des Zählers 303 wird abwechselnd in einen der beiden Binärspeicher 304 und 305 geladen. Mit der Steuereinrichtung 306 werden die Ladesignale 307 und 308 für die beiden Binärspeicher 304 und 305 erzeugt, so daß zum richtigen Zeitpunkt der Zählstand in dem jeweils richtigen Binärspeicher 304 und 305 aktualisiert wird. Weiterhin erzeugt die Steuereinrichtung 306 ein Signal 309, das über den Multiplexer 310 veranlaßt, daß im Binärspeicher 304 oder 305 befindlichen Daten an den Dekoder 311 weitergegeben werden. Im Dekoder 311 selbst wird dann entsprechend dem binären Wert nach obigen Angaben die maximale Anzahl der übertragbaren Daten ermittelt. Einem bestimmten minimalen Binärwert des Wortes entspricht die Freigabe einer bestimmten Anzahl von Daten. Die Signale B1 --- B8 werden entsprechend auf "1" gesetzt, wenn die Übertragung des jeweiligen Datenbits erlaubt ist. Die Signale B1 ... B8 bewirken im Schieberegister, daß nur diejenigen Datenbits auf "1" geladen werden können, für die eine Datenübertragung erlaubt ist.

Die Sensorsignal-Auswertung muß ebenfalls eine spezielle Vorrichtung enthalten, um die weggelassenen Datenbits nicht

- 13 -

fälschlicherweise als auf "0" gesetzt zu interpretieren. Dazu kann die gleiche Schaltung implementiert werden. Auf diese Art und Weise "weiß" die Auswerteschaltung, wieviele Datenbits der Sensor senden wird. Dies ist möglich, da dem Sensor und der Signalauswerteschaltung die gleichen Entscheidungskriterien zur Verfügung stehen. Problematisch ist allerdings, daß beide Schaltungen ihren Zeittakt von den Taktfrequenzen unterschiedlicher Oszillatoren ableiten. Aus diesem Grund muß in der Auswerteschaltung auch in dieser Hinsicht (also nicht nur Bestimmung der Breite der Datenpulse) eine Adaption auf die Länge des Synchronisationspulses erfolgen, oder aber die in beiden Schaltungen vorhandenen Dekoder werden in der Art und Weise unterschiedlich ausgelegt, daß die Schaltung im Empfänger sich hinsichtlich der erlaubten Anzahl von Datenbits kritischer entscheidet. Das heißt, es muß in diesem Fall gewährleistet sein, daß der Empfänger sich früher für das Weglassen eines Datenbits (bzw. die Nichtauswertung eines Datenbits) entscheidet als die Schaltung im Sensor. Die Phasenshift, die Genauigkeit und die Stabilität der beiden unabhängigen Oszillatoren ist dabei zu berücksichtigen.

Grundsätzlich ist es auch möglich, zu Beginn der Datenübertragung in der Pulspause eine Information zu übertragen, wieviele Daten gesendet werden.

PATENTANSPRÜCHE

1. Verfahren zur Übertragung von Daten in Pulspausen eines Drehzahlsignals, wobei die maximale Anzahl der übertragbaren Daten aus der Zeitdauer ermittelt wird, die für die Übertragung einer Information benötigt wird sowie aus einer Zeit, die der Länge der Pulspause entspricht, dadurch gekennzeichnet, daß die maximale Anzahl der in einer Pulspause übertragbaren Daten adaptiert wird, indem als Zeit, die der Länge der Pulspause entspricht, ein Wert angesetzt wird, der sich aus wenigstens einer gerade gemessenen Pulspause unter Berücksichtigung eines Maximalwertes der Beschleunigung ergibt (101, 102, 302, 303).
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß in einer Pulspause zuerst die Daten übertragen werden, die bei hohen Geschwindigkeiten relevant sind.
3. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die maximale Anzahl der in einer Pulspause übertragenen Daten so adaptiert wird, daß die Datenübertragung beendet ist, wenn der nächste Signalpuls des Drehzahlsignals auftritt.
4. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß in einem Protokoll der zu übertragenden Daten eine Adaption der maximalen Anzahl der Daten erfolgt, indem einzelne oder mehrere Daten aus dem Protokoll weggelassen werden, daß zu jeder möglichen Anzahl der zu übertragenden Daten eine Minstdauer wenigstens einer vorausgegangenen Pulspause ermittelt wird, um diese Anzahl Daten übertragen zu können, und daß anhand der festgestellten Dauer der wenigstens einen

- 15 -

vorausgegangenen Pulspause ermittelt wird, wie viele Daten maximal übertragen werden können (310, 311).

5. Schaltungsanordnung zur Durchführung eines der Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß zur Messung der wenigstens einen Pulspause einem Zähler (303) ein Signal eines Oszillators (301) und ein weiteres Signal (302) zugeführt wird, wobei das weitere Signal (302) das Auftreten eines Signalpulses des Drehzahlsignales repräsentiert.

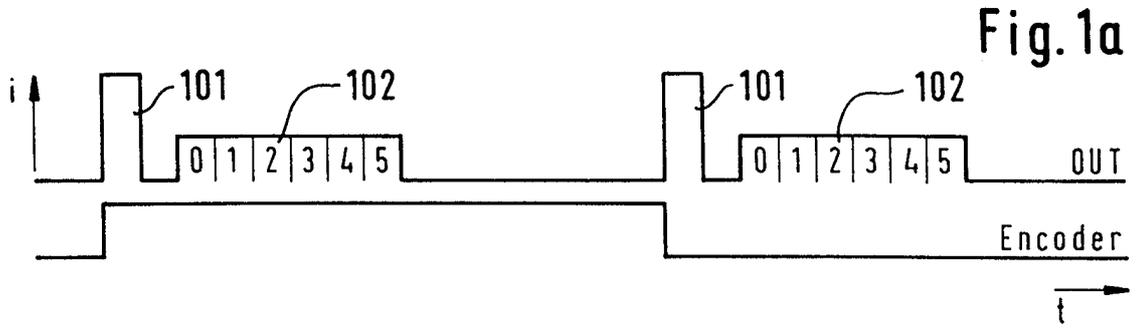


Fig.1b

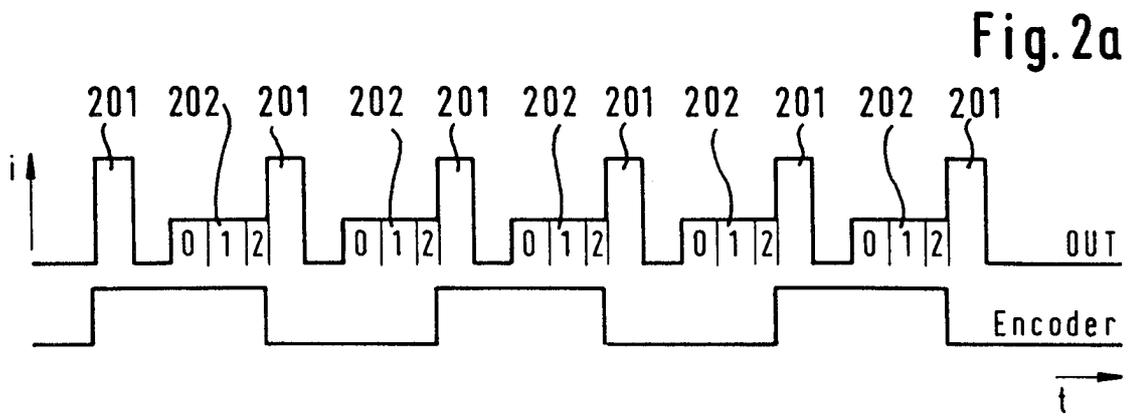


Fig.2b

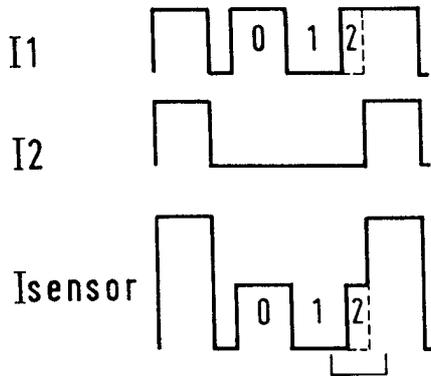


Fig.3a

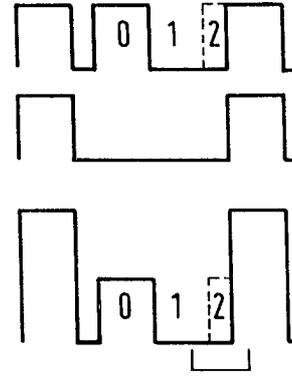


Fig.3b

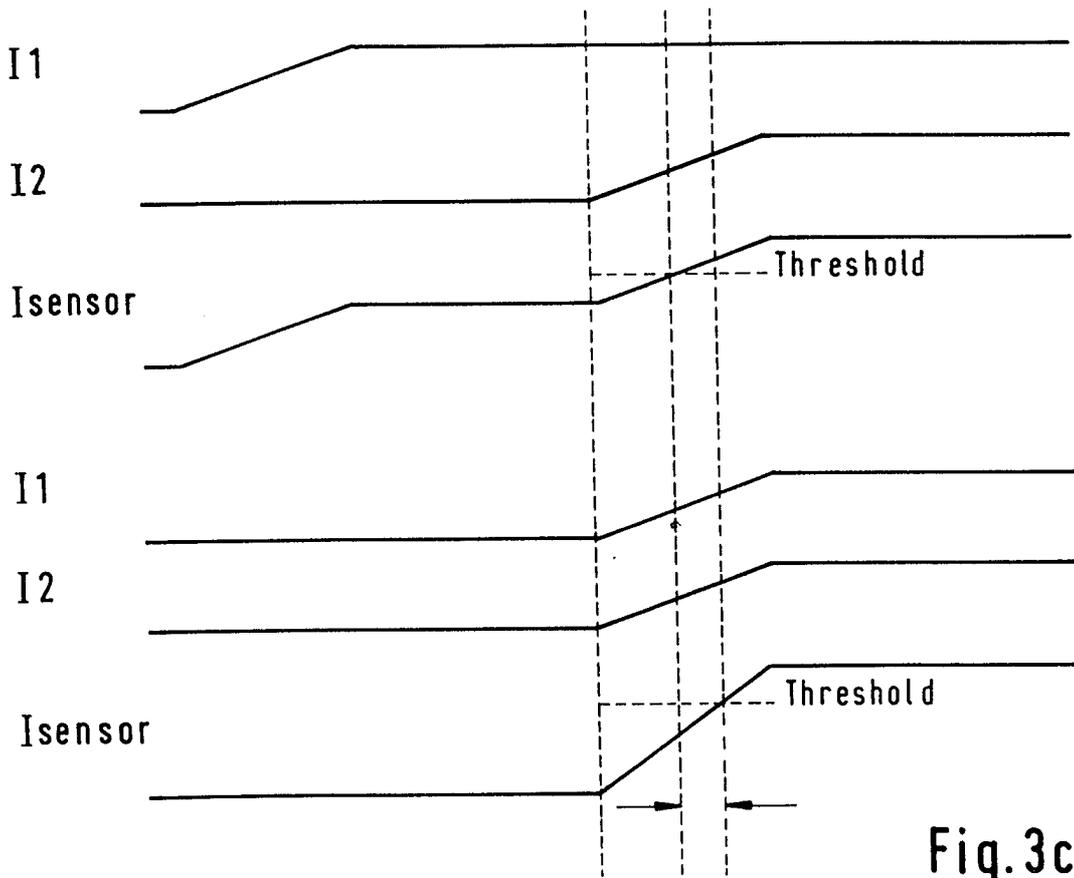


Fig.3c

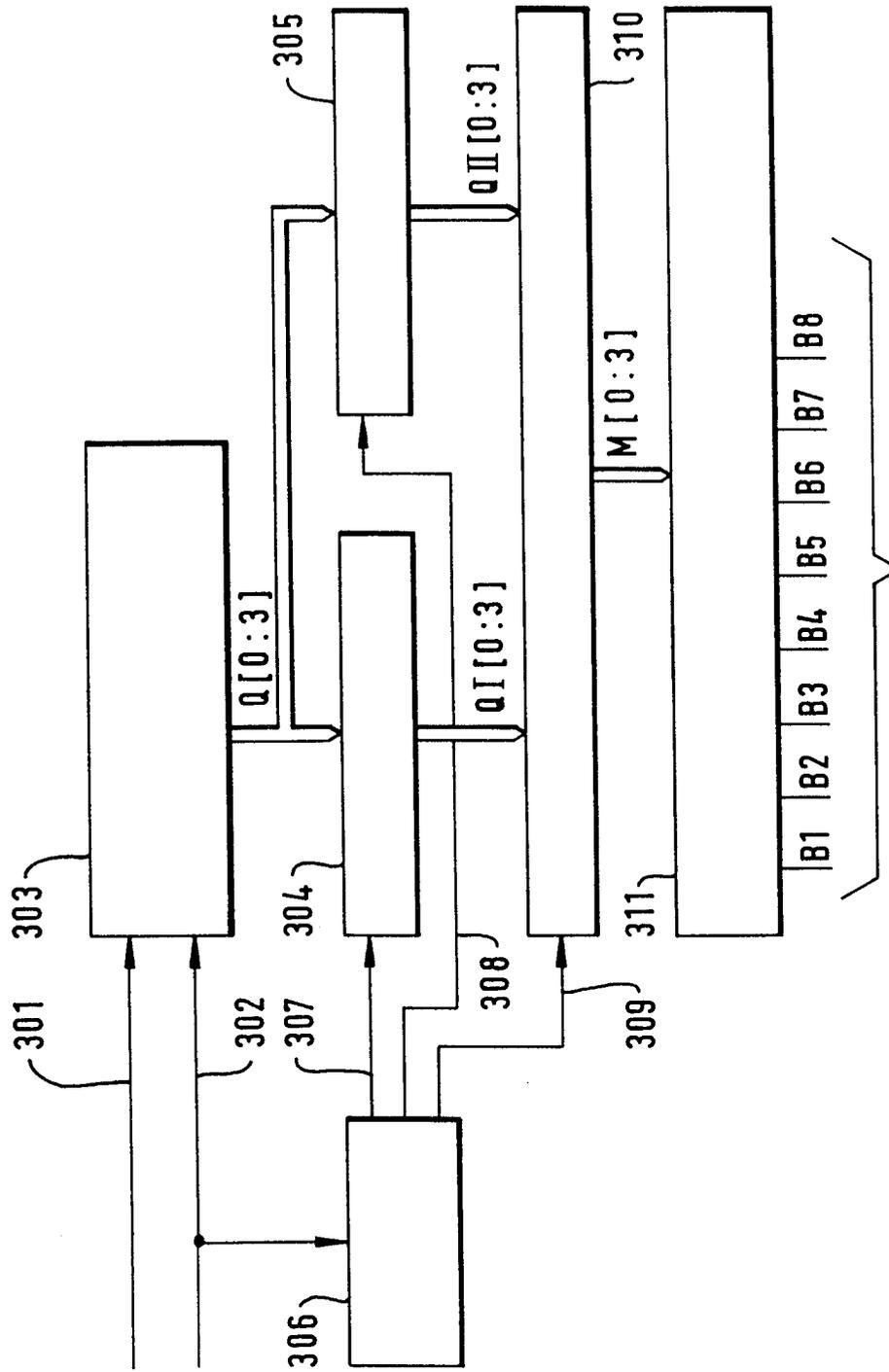


Fig. 4

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Inter. Appl. No.

PCT/EP 98/00435

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
 IPC 6 G08C15/00 H04L25/38

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 G08C H04L G01P

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 43 23 619 C (MERCEDES-BENZ AKTIENGESELLSCHAFT) 18 August 1994 see abstract see column 2, line 5 - line 27 see column 5, line 44 - line 56; figures 1-5 ---	1-5
A	DE 22 42 639 A (SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT) 7 March 1974 see page 4, line 20 - page 7, line 30; figure 2 ---	1-5
A	WO 95 17680 A (ITT AUTOMOTIVE EUROPE GMBH) 29 June 1995 see abstract see page 1, line 13 - line 18; figure 3 --- -/--	1-5

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
26 June 1998

Date of mailing of the international search report
03/07/1998

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
O'Reilly, D

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/EP 98/00435

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 5 434 891 A (MERY ET AL) 18 July 1995 see abstract see column 1, line 61 - line 68 -----	1-5

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

Inter. Patent Application No

PCT/EP 98/00435

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE 4323619	C	18-08-1994	NONE

DE 2242639	A	07-03-1974	AT 328522 B 25-03-1976
			BE 804225 A 28-02-1974
			CH 564289 A 15-07-1975
			JP 49065706 A 26-06-1974
			SE 380959 B 17-11-1975
			US 3851099 A 26-11-1974

WO 9517680	A	29-06-1995	DE 4445120 A 29-06-1995
			EP 0736183 A 09-10-1996
			JP 9510775 T 28-10-1997

US 5434891	A	18-07-1995	CA 2069856 A 01-12-1992
			DE 69224322 D 12-03-1998
			EP 0516232 A 02-12-1992
			JP 5153104 A 18-06-1993

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP 98/00435

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
 IPK 6 G08C15/00 H04L25/38

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

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

IPK 6 G08C H04L G01P

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 ^o	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	DE 43 23 619 C (MERCEDES-BENZ AKTIENGESELLSCHAFT) 18. August 1994 siehe Zusammenfassung siehe Spalte 2, Zeile 5 - Zeile 27 siehe Spalte 5, Zeile 44 - Zeile 56; Abbildungen 1-5	1-5
A	DE 22 42 639 A (SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT) 7. März 1974 siehe Seite 4, Zeile 20 - Seite 7, Zeile 30; Abbildung 2	1-5
A	WO 95 17680 A (ITT AUTOMOTIVE EUROPE GMBH) 29. Juni 1995 siehe Zusammenfassung siehe Seite 1, Zeile 13 - Zeile 18; Abbildung 3	1-5
	-/--	

Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

Siehe Anhang Patentfamilie

^o Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

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

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

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

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

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

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

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf 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

26. Juni 1998

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

03/07/1998

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

O'Reilly, D

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Inter. Internationales Aktenzeichen

PCT/EP 98/00435

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie ²	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	US 5 434 891 A (MERY ET AL) 18.Juli 1995 siehe Zusammenfassung siehe Spalte 1, Zeile 61 - Zeile 68 -----	1-5

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP 98/00435

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 4323619 C	18-08-1994	KEINE	
DE 2242639 A	07-03-1974	AT 328522 B BE 804225 A CH 564289 A JP 49065706 A SE 380959 B US 3851099 A	25-03-1976 28-02-1974 15-07-1975 26-06-1974 17-11-1975 26-11-1974
WO 9517680 A	29-06-1995	DE 4445120 A EP 0736183 A JP 9510775 T	29-06-1995 09-10-1996 28-10-1997
US 5434891 A	18-07-1995	CA 2069856 A DE 69224322 D EP 0516232 A JP 5153104 A	01-12-1992 12-03-1998 02-12-1992 18-06-1993