



<p>(51) Internationale Patentklassifikation ⁶ : G06F 11/00</p>	<p>A1</p>	<p>(11) Internationale Veröffentlichungsnummer: WO 98/28687 (43) Internationales Veröffentlichungsdatum: 2. Juli 1998 (02.07.98)</p>
<p>(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE97/02847 (22) Internationales Anmeldedatum: 5. Dezember 1997 (05.12.97) (30) Prioritätsdaten: 196 53 551.4 20. Dezember 1996 (20.12.96) DE (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten ausser US): SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT [DE/DE]; Wittelsbacherplatz 2, D-80333 München (DE). (72) Erfinder; und (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): ZIEGLER, Herbert [DE/DE]; Waldemar-Scherl-Strasse 2, D-94369 Rain (DE). MERL, Richard [DE/DE]; Oskar-von-Müller-Strasse 3, D-92421 Schwandorf (DE). JOUVENAL, Horst [DE/DE]; Waldenserstrasse 33, D-75446 Wiernsheim (DE). PETERS, Dietmar [DE/DE]; Alte Nürnberger Strasse 4a, D-93059 Regensburg (DE). SCHMID, Johann [DE/DE]; Thierlstein 10, D-93413 Cham (DE).</p>	<p>(81) Bestimmungsstaaten: JP, KR, 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></p>	

(54) Title: METHOD OF CHECKING THE OPERABILITY OF A COMPUTING UNIT

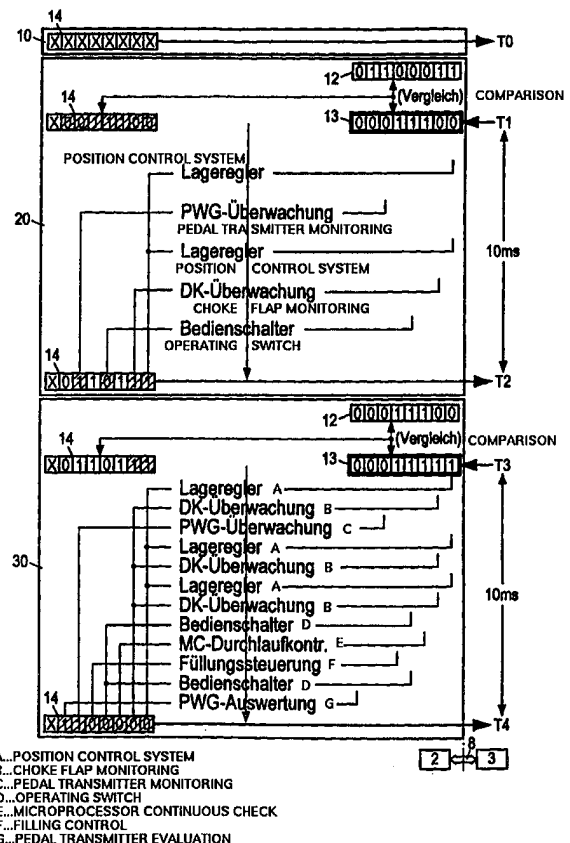
(54) Bezeichnung: VERFAHREN ZUR ÜBERPRÜFUNG DER FUNKTIONSFÄHIGKEIT EINER RECHENEINHEIT

(57) Abstract

The invention concerns a method of checking the operability of a first computing unit, a data word with a predetermined number of data bits being delivered from a second computing unit to the first computing unit at predetermined time intervals. A function is allocated to each data bit. When a function has been executed, the first computing unit inverts the associated data bit and, at the end of a time slice, transfers the data word to the second computing unit which checks the transferred data word.

(57) Zusammenfassung

Es wird ein Verfahren zur Überprüfung der Funktionsfähigkeit einer ersten Recheneinheit beschrieben, bei der in vorgegebenen Zeitabständen ein Datenwort mit einer vorgegebenen Anzahl von Datenbits von einer zweiten Recheneinheit der ersten Recheneinheit zugeführt wird. Jedem Datenbit ist eine Funktion zugeordnet. Die erste Recheneinheit invertiert nach Abarbeitung einer Funktion das zugehörige Datenbit und gibt am Ende einer Zeitscheibe das Datenwort an die zweite Recheneinheit, die das übergebene Datenwort überprüft.



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	Aserbaidzhan	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						

Beschreibung

Verfahren zur Überprüfung der Funktionsfähigkeit einer Recheneinheit

5

Die Erfindung beschreibt ein Verfahren zur Überprüfung der Funktionsfähigkeit einer Recheneinheit nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

10 Sicherheitsrelevante Funktionen werden zunehmend, insbesondere im Kraftfahrzeug, von einer Recheneinheit gesteuert. Die Recheneinheit ist deshalb auf eine korrekte Funktionsweise zu überprüfen. Eine korrekte Funktionsweise der Recheneinheit beinhaltet eine zeitgerechte Abarbeitung der vorgegebenen
15 Funktionen, die beispielsweise anhand einer Laufzeitüberwachung überprüft wird.

Aus DE 41 14 999 A1 ist ein System zur Steuerung eines Kraftfahrzeugs bekannt, bei dem eine erste Recheneinheit zur Bestimmung der Steuerdaten eines Kraftfahrzeugs und eine zweite
20 Recheneinheit zur Überwachung der ersten Recheneinheit vorgesehen sind. Die erste Recheneinheit und die zweite Recheneinheit sind jeweils mit einer unabhängigen Zeitbasis verbunden. Die zweite Recheneinheit gibt der ersten Recheneinheit erste
25 Daten vor, aus denen die erste Recheneinheit nach einer Rechenvorschrift ein Ergebnis berechnet, das diese wieder an die zweite Recheneinheit zurückgibt. Die zweite Recheneinheit überprüft, ob die von der ersten Recheneinheit zurückgegebenen Daten korrekt und rechtzeitig zurückgegeben werden.

30

Die Aufgabe der Erfindung beruht darin, eine Verbesserung der Überwachung der korrekten Funktionsweise der ersten Recheneinheit bereit zu stellen.

- 5 Die Aufgabe der Erfindung wird durch die Merkmale des Anspruchs 1 gelöst.

Ein wesentlicher Vorteil der Erfindung beruht darin, daß die Abarbeitung einzelner Funktionen, die von der ersten Recheneinheit abgearbeitet werden, überprüft wird.

Vorteilhafte Ausbildungen und Verbesserungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen angegebenen.

- 15 Die Erfindung wird anhand der Figuren näher erläutert; es zeigen:

Figur 1 einen schematischen Aufbau einer Steueranordnung für ein Kraftfahrzeug,

20 Figur 2 einen schematischen Programmablauf zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens und

Figur 3 ein Datenwort für sicherheitsrelevante Funktionen.

Im folgenden wird am Beispiel der Figur 1, das schematisch
25 eine Vorrichtung zum Steuern eines Kraftfahrzeugs darstellt, die Erfindung näher erläutert. Figur 1 zeigt einen Kraftfahrzeugblock 1, der schematisch die in einem Kraftfahrzeug zu regelnden und steuernden Stellglieder darstellt. Der Kraftfahrzeugblock 1 weist beispielsweise eine elektronische Leistungsteuerung, ein elektronisches Bremssystem oder eine au-
30

tomatische Fahrgeschwindigkeitsregelung auf. Zudem sind in dem Kraftfahrzeugblock 1 die entsprechenden Sensoren und Geber beinhaltet, die die jeweilige Stellung der entsprechenden Stellglieder und die Betriebsparameter des Kraftfahrzeugs und
5 der Umwelt erfassen.

Die Stellglieder und Sensoren des Kraftfahrzeugblocks 1 sind über einen Datenbus 4 mit einer ersten Recheneinheit 2 verbunden. Vorzugsweise sind die Stellglieder und Sensoren des
10 Kraftfahrzeugblocks 1 auch mit einer zweiten Recheneinheit 3 über den Datenbus 4 verbunden. Die erste und die zweite Recheneinheit 2, 3 stehen miteinander über eine bidirektionale Datenleitung 8 in Verbindung.

15 Weiterhin ist die erste Recheneinheit 2 über eine Steuerleitung 6 mit den entsprechenden Stellgliedern des Kraftfahrzeugblocks 1 verbunden. Die zweite Recheneinheit 3 ist über eine Ansteuerleitung 6 mit der ersten Recheneinheit 2 und vorzugsweise über eine zweite Steuerleitung 7 mit den ent-
20 sprechenden Stellgliedern des Kraftfahrzeugblocks 1 verbunden. Die erste Recheneinheit 2 und die zweite Recheneinheit 3 sind jeweils an einen ersten bzw. zweiten Speicher 9, 10 angeschlossen.

25 Im folgenden wird die Anordnung der Figur 1 am Beispiel der elektronischen Leistungssteuerung einer Brennkraftmaschine mit Drosselklappe beschrieben: Der Drosselklappe ist ein Geber zugeordnet, der über den Datenbus 4 die Stellposition der Drosselklappe an die erste Recheneinheit 2 gibt. Zudem werden
30 der ersten Recheneinheit 2 über die Sensoren des Kraftfahr-

zeugblocks 1 Informationen über die Betriebsbedingungen des Kraftfahrzeugs und vorzugsweise weitere Informationen über Außenbedingungen wie zum Beispiel die Umgebungstemperatur, die Straßenfeuchtigkeit usw. zugeführt.

5

Die erste Recheneinheit 2 berechnet nun aufgrund der Betriebsbedingungen des Kraftfahrzeugs nach vorgegebenen Funktionen und/oder Tabellen, die im ersten Speicher 9 abgelegt sind, die Stellposition, die die Drosselklappe 1 einnehmen

10 soll. Nach der Berechnung der Stellposition steuert die erste Recheneinheit 2 über die Steuerleitung 6 den Steller, der der Drosselklappe zugeordnet ist, mit einem der berechneten Stellposition entsprechenden Signal an.

15 In einer einfachen Ausführung ist die zweite Recheneinheit 3 nicht mit dem Datenbus 4 verbunden und verfügt auch nicht über die zweite Steuerleitung 7. In diesem Fall überprüft die zweite Recheneinheit 3 durch einen Datenaustausch über die Datenleitung 8 nach einem vorgegebenen Verfahren, das im

20 zweiten Speicher 10 abgelegt ist, die korrekte Funktionsweise der ersten Recheneinheit 2.

In einer Weiterbildung der Erfindung ist die zweite Recheneinheit 3 auch an den Datenbus 4 angeschlossen und verfügt

25 über die zweite Steuerleitung 7. In diesem Fall berechnet die zweite Recheneinheit 3 für bestimmte Stellglieder aus den von den Sensoren des Kraftfahrzeugs gelieferten Betriebsbedingungen und den abgelegten Funktionen und/oder Tabellen neue Stellpositionen. Nach der Berechnung der neuen Stellpositionen

30 steuert die zweite Recheneinheit 3 über die zweite Steu-

erleitung 7 die entsprechenden Stellglieder entsprechend an. Die Funktionen und/oder Tabellen zur Berechnung der Positionen der Stellglieder sind im zweiten Speicher 10 abgelegt.

5 Figur 2 zeigt einen schematischen Programmablauf, mit dem die zweite Recheneinheit 3 über einen Datenaustausch die erste Recheneinheit 2 auf eine korrekte Funktionsweise, insbesondere auf eine zeitgenaue Abarbeitung der vorgegebenen Funktionen, überwacht. In dem beschriebenen Beispiel ist der zeitliche Ablauf in Zeitscheiben eingeteilt, bei deren Beginn jeweils die zweite Recheneinheit 3 der ersten Recheneinheit 2 ein Datenwort 13 zuführt und bei deren Ende die erste Recheneinheit 2 der zweiten Recheneinheit 3 ein Sicherheitswort zurückgibt. Eine Zeitscheibe dauert eine vorgegebene Zeitdauer, 15 vorzugsweise 10 ms.

In der ersten Zeitscheibe 10 gibt die erste Recheneinheit 2 zum Zeitpunkt T_0 ein Sicherheitswort 14, das in diesem Fall aus acht Bits besteht, an die zweite Recheneinheit 3.

20

Die zweite Recheneinheit 3 gibt anschließend zu Beginn der zweiten Zeitscheibe 20 zum Zeitpunkt T_1 ein Datenwort 13 an die erste Recheneinheit 2. Die erste Recheneinheit 2 vergleicht das Datenwort 13 mit einem im ersten Speicher 9 abgelegten Referenzwort 12. Bei diesem Vergleich werden die einzelnen Bits des Datenwortes 13 mit den entsprechenden einzelnen Bits des Referenzwortes 12 verglichen. Weist nun ein Bit des Datenwortes 13 einen anderen Wert auf, als das entsprechende Bit des Referenzwortes 12, so wird der Wert des entsprechenden Bits des Datenwortes von der ersten Recheneinheit 25 30

2 an die entsprechende Position eines Sicherheitswortes 14 geschrieben, das ebenfalls im ersten Speicher 9 abgelegt ist.

Die Bitpositionen werden im folgenden von rechts nach links mit der Position 1 bis 8 bezeichnet. Das Referenzwort 12 weist an der ersten Position den Wert 1, an der zweiten Position den Wert 1, an der dritten Position den Wert 0, an der vierten Position den Wert 0, an der fünften Position den Wert 0, an der sechsten Position den Wert 1, an der siebten Position den Wert 1 und an der achten Position den Wert 0 auf.

Das Datenwort 13 weist an der ersten Position den Wert 0, an der zweiten Position den Wert 0, an der dritten Position den Wert 1, an der vierten Position den Wert 1, an der fünften Position den Wert 1, an der sechsten Position den Wert 0, an der siebten Position den Wert 0 und an der achten Position ebenfalls den Wert 0 auf.

Damit unterscheiden sich die Bits des Datenwortes 13 von der ersten Position bis zur siebten Position von den entsprechenden Bits des Referenzwortes 12. Somit schreibt die erste Recheneinheit 2 in das Sicherheitswort 14 die Werte der ersten sieben Bits des Datenwortes 13 in die entsprechenden ersten sieben Positionen des Sicherheitswortes 14. Dies ist in Figur 2 durch eine Schraffur der entsprechenden Bits dargestellt.

Das Datenwort 13 und das Sicherheitswort 14 sind so aufgebaut, daß jedes Bit mindestens einer Funktion, insbesondere einer Funktion des Kraftfahrzeuges, zugeordnet ist. In dem dargestellten Beispiel ist das Bit der ersten Position der

- Lageregelung der Drosselklappe, das Bit der zweiten Position der Überwachung der Drosselklappe, bei der die Stellposition der Drosselklappe mit einem zulässigen Bereich verglichen wird, das Bit der vierten Position der Betätigung des Brems-
- 5 pedal und das Bit der sechsten Position einer Pedalwertgeberüberwachung (PWG-Überwachung), bei der die Stellposition des Pedals mit einem zulässigen Bereich verglichen wird, zugeordnet.
- 10 Führt nun die erste Recheneinheit 2 eine Funktion durch, so wird nach der Durchführung der Funktion das der Funktion entsprechende Bit des Sicherheitswortes 14 im Vergleich zu dem Wert des entsprechenden Bits des Datenwortes 13 invertiert. Es ist jedoch auch möglich das Sicherheitswort 14 vor der
- 15 Durchführung der Funktion oder während der Durchführung der Funktion zu ändern. Das veränderte Bit zeigt im wesentlichen an, daß eine vorgegebene Stelle des Programmes zu einem vorgegebenen Zeitpunkt erreicht wurde.
- 20 Zum Beispiel wird in der zweiten Zeitscheibe 20 nach Durchführung der Drosselklappenüberwachung (DK-Überwachung) das Bit, das an der zweiten Position im Sicherheitswort 14 steht, von den Wert 0 auf den Wert 1 verändert. Ebenso wird nach der Durchführung der Pedalwertgeberüberwachung das Bit, das an
- 25 der sechsten Position des Sicherheitswortes 14 steht, von dem Wert 0 auf den Wert 1 verändert. Entsprechend wird auch bei der Lageregelung (Lageregler) und bei dem Bremspedal (Bedienschalter) verfahren.

Die erste Recheneinheit 2 speichert das im zweiten Zeitbereich 20 eingegebene Datenwort 13 als neues Referenzwort 14 für die dritte Zeitebene 30 ab.

5 Wird nun eine Funktion von der ersten Recheneinheit 2 zweimal nacheinander durchgeführt, so wird der Wert des entsprechenden Bits im Sicherheitswort 14 nur beim ersten Mal gegenüber dem Wert des Datenwortes 13 invertiert und beim zweiten Mal bleibt der einmal invertierte Wert erhalten, da die erste Re-
10 cheneinheit 2 nach der Abarbeitung einer Funktion in das entsprechende Bit des Sicherheitswortes 14 den invertierten Wert des entsprechenden Bits des Datenwortes 13 einschreibt. Dies ist in der zweiten Zeitscheibe 20 am Beispiel des Lagereglers explizit dargestellt.

15

Die erste Recheneinheit 2 gibt das durch die Abarbeitung von Funktionen entsprechend veränderte Sicherheitswort 14 zu einem vorgegebenen Zeitpunkt T2 am Ende der zweiten Zeitscheibe 20 an die zweite Recheneinheit 3. Im beschriebenen Ausführungsbeispiel wird das Sicherheitswort 14 vorzugsweise 10 ms
20 nach dem Erhalt des Datenwortes 13 an die zweite Recheneinheit 3 ausgegeben.

Die zweite Recheneinheit 3 überprüft nun die Bits des Sicherheitswortes 14 mit einer vorgegebenen Tabelle, in der angegeben ist, welche Funktionen von der ersten Recheneinheit 2 zu dem gegebenen Zeitpunkt abgearbeitet sein sollten, so daß die
25 entsprechenden Bits gegenüber dem Datenwort 13 einen invertierten Wert aufweisen müssen. Ist der Wert des entsprechenden Bits nicht invertiert, so wird ein Entprellzähler, der
30

der Funktion des entsprechenden Bits zugeordnet ist, von der zweiten Recheneinheit 3 um einen Wert erhöht. Überschreitet der Entprellzähler einen Maximalwert, so wird eine Fehlfunktion der entsprechenden Funktion erkannt.

5

Die von der ersten Recheneinheit 2 abzuarbeitenden Funktionen werden vorzugsweise zyklisch in verschiedenen Zeitabständen abgearbeitet. Bei dem beschriebenen Beispiel werden die Lage-
regelung und die Überwachung der Drosselklappe, die den er-
sten zwei Bits des Datenwortes 13 und des Sicherheitswortes
14 entsprechen, alle 5 ms durchgeführt. Die ersten zwei Bits
des Sicherheitswortes 14 werden somit von der zweiten Rechen-
einheit 3 nach jeder Zeitscheibe überprüft und die ersten
zwei Bits des Datenwortes 13 werden vor jeder Zeitscheibe in-
vertiert.

10
15

Die erste Recheneinheit 2 arbeitet aber auch Funktionen ab, die nicht in jeder Zeitscheibe durchzuführen sind. Beispielsweise wird die PWG-Überwachung nur alle 10 ms durchgeführt.

Da eine Zeitscheibe 10 ms lang ist, kommt es vor, daß in einer Zeitscheibe keine PWG-Überwachung durchzuführen ist. Die zweite Recheneinheit 2 gibt in diesem Fall z.B. in der ersten Zeitscheibe 10 das sechste Bit des Datenwortes 13 im Vergleich zum letzten Datenwort 13 invertiert an die erste Recheneinheit 2. Die zweite Recheneinheit 3 überprüft aber erst nach der dritten Zeitscheibe 30, ob das entsprechende Bit des Sicherheitswortes 14 gegenüber dem entsprechenden Bit des Datenwortes 13 invertiert ist. Somit wird ein Bit eines Sicherheitswortes 14 nicht nach jeder Zeitscheibe überprüft.

20
25

30

Die zweite Recheneinheit 3 überprüft vorzugsweise die Abar-
beitung der Funktionen und damit die Invertierung der ent-
sprechenden Bits des Sicherheitswortes 14 im Vergleich zum
Datenwort 13 in einem doppelt so großen zeitlichen Abstand,
5 wie die Wiederholfrequenz der Abarbeitung der Funktionen ist.
Auf diese Weise wird verhindert, daß durch eine kleine Takt-
verschiebung zwischen der ersten und der zweiten Rechenein-
heit 2,3 ein Fehler erkannt wird, obwohl die erste Rechenein-
heit 2 richtig arbeitet.

10

Der Zeitabstand zwischen der Invertierung eines Bits im Da-
tenwort 13 und der Überprüfung des entsprechenden Bits des
Sicherheitswortes 14 kann jedoch entsprechend den abzarbei-
tenden Funktionen angepaßt werden.

15

Die Funktion der Geschwindigkeitsregelung, die dem achten Bit
des Datenwortes 13 und dem achten Bit des Sicherheitswortes
14 entspricht, sollte alle 100 ms durchgeführt werden. Das
achte Bit des Sicherheitswortes 14 wird somit 200 ms nach der
20 Invertierung des entsprechenden Bits im Datenwort 13 auf eine
Invertierung gegenüber dem Bit im Datenwort 13 überprüft.

Die zweite Recheneinheit 3 gibt für die dritte Zeitebene 30
zum Zeitpunkt T3 ein neues Datenwort 13 an die erste Rechen-
25 einheit 2. Das neue Datenwort 13 wird aus dem Datenwort 13,
das für die zweite Zeitebene 20 der ersten Recheneinheit 2
zugeführt wurde, folgendermaßen bestimmt: Die Bits, die von
der zweiten Recheneinheit 3 zuletzt überprüft wurden und de-
ren Funktionen zu diesem Zeitpunkt von der ersten Rechenein-
30 heit 2 abgearbeitet sein sollten, werden im neuen Datenwort

13 gegenüber dem alten Datenwort 13 invertiert. Die anderen Bits werden von dem Datenwort 13 der zweiten Zeitebene 20 übernommen.

5 Die erste Recheneinheit 2 vergleicht in der dritten Zeitebene 30 das Datenwort 13 mit dem Referenzwort 12, das dem Datenwort 13 der zweiten Zeitebene 20 entspricht. Die Bits, die im Datenwort 13 gegenüber dem Referenzwort 12 unterschiedlich sind, werden in das Sicherheitswort 14 der dritten Zeitebene
10 30 übertragen, das dem geänderten Sicherheitswort 14 der zweiten Zeitebene 20 entspricht.

In der dritten Zeitebene 30 unterscheidet sich das Datenwort 13 von dem Referenzwort 12 im ersten und im zweiten Bit. So-
15 mit schreibt die erste Recheneinheit 2 das erste und das zweite Bit des Datenwortes 13 in das Sicherheitswort 14. Dies ist durch eine gestrichelte Markierung des ersten und des zweiten Bits des Sicherheitswortes 14 in der dritten Zeitebene 30 angedeutet.

20

In der dritten Zeitebene 30 werden die Funktionen des ersten bis zum siebten Bit des Sicherheitswortes 14 von der ersten Recheneinheit 2 durchgeführt.

25 Dem ersten Bit des Sicherheitswortes 14 entspricht die Lage-
regelung, dem zweiten Bit die Überwachung der Drosselklappe,
dem dritten Bit die Durchlaufkontrolle der ersten Recheneinheit, dem vierten Bit der Bedienschalter, dem fünften Bit der Füllungssteller, dem sechsten Bit die Pedalwertgeberüberwa-
30 chung und dem siebten Bit die Pedalwertgeberauswertung. Da

12

die erste Recheneinheit 2 die Funktionen der ersten sieben Bits durchführt, werden die ersten sieben Bits des Sicherheitswortes 14 von der ersten Recheneinheit 2 invertiert. Dies ist in der dritten Zeitscheibe 30 durch eine Strichelung der ersten sieben Bits angedeutet.

Am Ende der dritten Zeitebene 30 wird zum Zeitpunkt T4 das veränderte Sicherheitswort 14 wieder an die zweite Recheneinheit 3 gegeben. Die zweite Recheneinheit 3 vergleicht nun die Bits des Sicherheitswortes 14, die nach der Tabelle zu diesem Zeitpunkt von der ersten Recheneinheit 2 abgearbeitet sein sollten, mit den Bits des Datenwortes 13.

Das Verfahren wird nun in Analogie zu dem Übergang von der zweiten Zeitebene 20 zur dritten Zeitebene 30 bei dem Übergang von der dritten Zeitebene 30 auf die vierte Zeitebene 40 weitergeführt.

Dadurch, daß die einzelnen Bits des Datenwortes 13 und des Sicherheitswortes 14 in regelmäßigen Zeitabständen invertiert werden, werden Kurzschlüsse oder ein fehlerhaftes Halten der Spannung auf einen festen Wert auf den Leitungen zwischen der ersten und der zweiten Recheneinheit 2,3 sicher erkannt. Damit werden auch die Leitungsverbindungen zwischen der ersten und der zweiten Recheneinheit 2,3 auf Fehler überprüft.

Figur 3 zeigt schematisch ein Datenwort 13 für eine vorgegebene Anzahl von Funktionen, die regelmäßig in den in Klammern angegebenen Zeitabständen von der ersten Recheneinheit 2 abgearbeitet werden sollen und damit auch in entsprechenden

Zeitabständen von der zweiten Recheneinheit 3 die Abarbeitung überprüft wird.

Vorzugsweise sind die Bits eines Datenwortes 13 so gewählt,
5 daß mindestens ein Bit mit dem Wert 1 und mindestens ein Bit
mit dem Wert 0 vorgesehen sind. Damit kann eine Leitungsstö-
rung wie z.B. ein Kurzschluß, der zwischen der ersten und der
zweiten Recheneinheit 2,3 auftritt und die Werte aller Bits
auf 1, d.h. auf ein hohes Potential, oder 0, d.h. ein niedri-
10 ges Potential festlegt, nachgewiesen werden.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Überprüfung der Funktionsfähigkeit einer ersten Recheneinheit (2), der von einer zweiten Recheneinheit (3) ein Datenwort (13) vorgegeben wird, das von der ersten Recheneinheit (2) verändert wird und die zweite Recheneinheit (3) überwacht, ob das Datenwort (14) von der ersten Recheneinheit bis zu einem vorgegebenen Zeitpunkt verändert wird, **dadurch gekennzeichnet,**
- 5
- 10 - daß mindestens ein Bit des Datenwortes (13,14) einer Funktion zugeordnet ist,
 - daß von der ersten Recheneinheit (2) das entsprechende Bit verändert wird, wenn die Funktion von der ersten Recheneinheit (2) abgearbeitet wird.
- 15
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die zweite Recheneinheit (3) zu einem vorgegebenen Zeitpunkt (T1,T3) ein Datenwort (13) vorgibt, daß die erste Recheneinheit (2) das Datenwort (13) mit einem Referenzwort (12) vergleicht und die Bits, die gegenüber den entsprechenden Bits des Referenzwortes (12) unterschiedlich sind, in ein Sicherheitswort (14) einschreibt, daß die erste Recheneinheit (2) nach Abarbeitung einer Funktion das der Funktion zugeordnete Bit des Sicherheitsworts (14) ändert, und daß die erste Recheneinheit (2) zu einem vorgegebenen Zeitpunkt (T3,T4) das Sicherheitswort (14) an die zweite Recheneinheit (3) ausgibt.
- 20
3. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die zweite Recheneinheit (3) aus dem bisherigen Datenwort ein neues Datenwort ermittelt und dieses zu einem vorgegebenen Zeitpunkt (T3) der ersten Recheneinheit (2) vorgibt, wobei die zweite Recheneinheit (3) im neuen Datenwort im Vergleich zum bisherigen Datenwort mindestens das Bit verändert, dessen Funktion von der ersten Recheneinheit (2) in einem vorgegebenen Zeitraum abgearbeitet werden soll.
- 30
- 35

4. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die erste Recheneinheit (2) das von der zweiten Recheneinheit (3) zugeführte Datenwort (13) als Referenzwort (12) ablegt und beim Vergleich mit dem nächsten zugeführten Datenwort (13) als Referenzwort (12) verwendet.
5. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die erste Recheneinheit (2) das veränderte Datenwort (13) als Sicherheitswort (14) an die zweite Recheneinheit (3) zurückgibt, daß die zweite Recheneinheit (3) mindestens ein Bit des Sicherheitswortes (14) mit einem Vergleichswert vergleicht.
6. Verfahren nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß die zweite Recheneinheit (3) ein Bit des Sicherheitswortes (14) in vorgegeben Zeitabständen überprüft, die von der dem Bit zugeordneten Funktion abhängen.
7. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß mindestens ein Bits des Datenwortes (13) den Wert 1, d.h. einen High-Zustand, und mindestens ein Bit des Datenwortes (13) den Wert 0, d.h. einen Low-Zustand, aufweist.

FIG 1

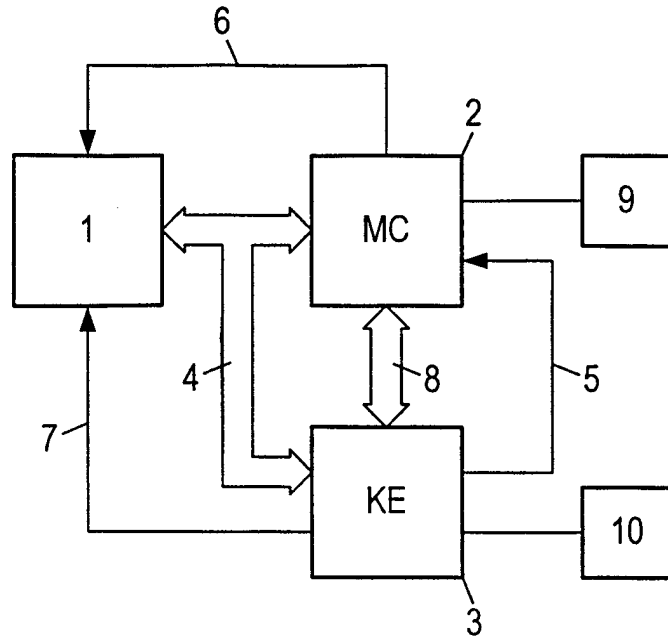
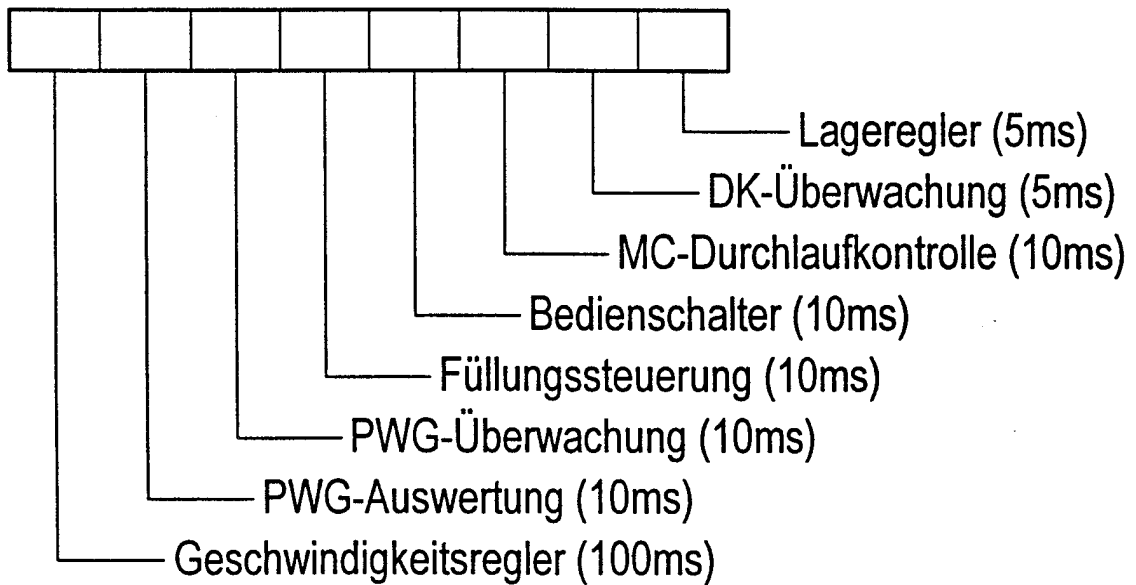
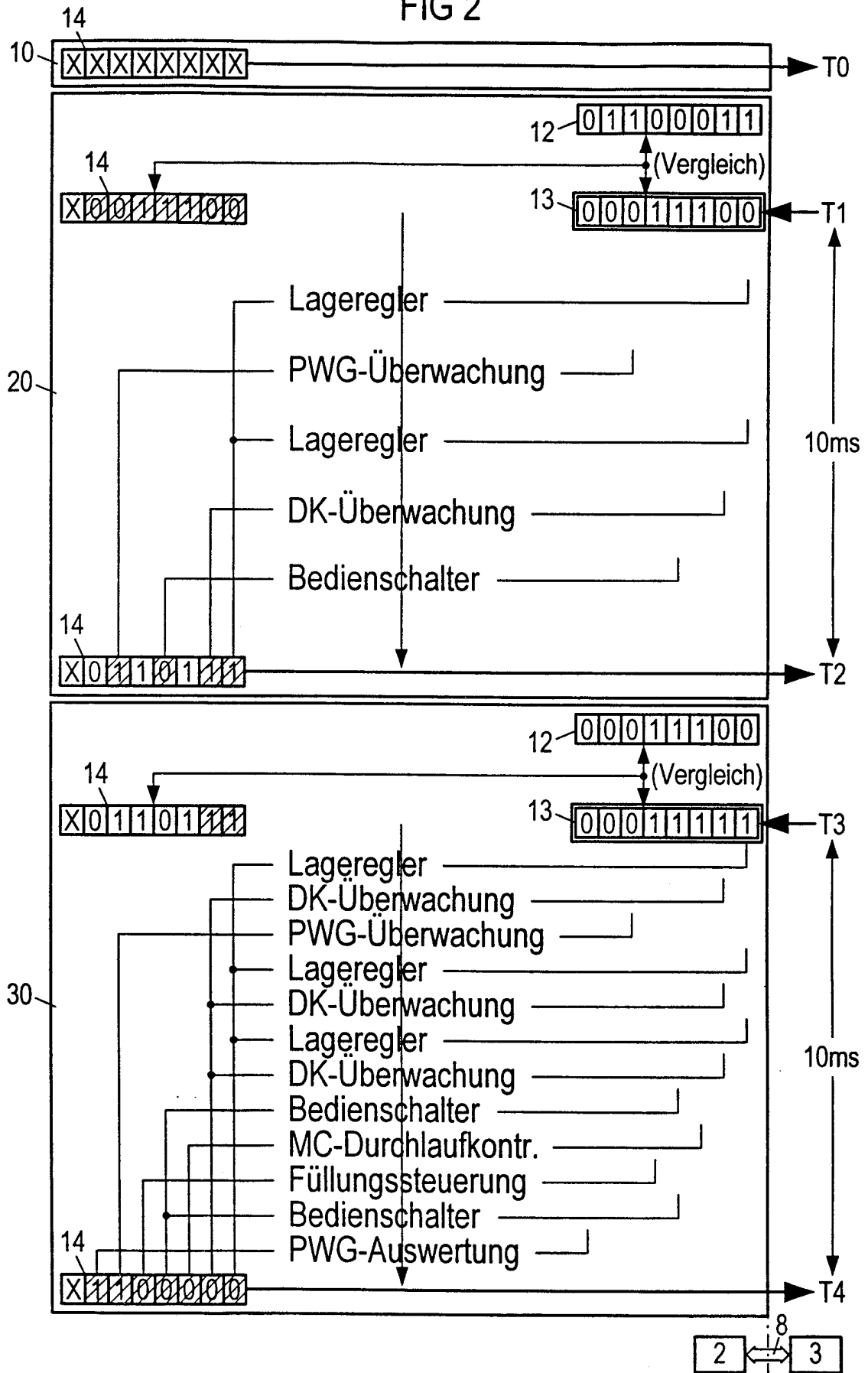


FIG 3



2/2
FIG 2



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/DE 97/02847

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC 6 G06F11/00

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 G06F

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	US 5 581 794 A (LIN ET AL.) 3 December 1996 see column 2, line 29 - line 60 ---	1-6
A	GB 2 153 564 A (NEC CORPORATION) 21 August 1985 see abstract -----	1

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

6 May 1998

Date of mailing of the international search report

15/05/1998

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

Corremans, G

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/DE 97/02847

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 5581794 A	03-12-96	US 5651113 A	22-07-97
GB 2153564 A	21-08-85	JP 1687358 C	11-08-92
		JP 3051002 B	05-08-91
		JP 60186919 A	24-09-85
		AU 572751 B	12-05-88
		AU 3813285 A	08-08-85
		CA 1230683 A	22-12-87
		US 5053943 A	01-10-91

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE 97/02847

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
IPK 6 G06F11/00

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

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
IPK 6 G06F

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	US 5 581 794 A (LIN ET AL.) 3. Dezember 1996 siehe Spalte 2, Zeile 29 - Zeile 60 ----	1-6
A	GB 2 153 564 A (NEC CORPORATION) 21. August 1985 siehe Zusammenfassung -----	1

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

6. Mai 1998

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

15/05/1998

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

Corremans, G

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE 97/02847

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 5581794 A	03-12-96	US 5651113 A	22-07-97
GB 2153564 A	21-08-85	JP 1687358 C	11-08-92
		JP 3051002 B	05-08-91
		JP 60186919 A	24-09-85
		AU 572751 B	12-05-88
		AU 3813285 A	08-08-85
		CA 1230683 A	22-12-87
		US 5053943 A	01-10-91