

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum  
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum  
24. Mai 2007 (24.05.2007)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
**WO 2007/057445 A1**

(51) Internationale Patentklassifikation:

G06F 11/08 (2006.01) G05B 19/042 (2006.01)  
G06F 11/16 (2006.01)

[DE/DE]; Spitzwegstr. 8, 91056 Erlangen (DE). **WEICH-HOLD, Peter** [DE/DE]; Buchschwabacher Str. 17, 90574 Rosstal (DE). **WOLSKI, Jürgen** [DE/DE]; Mühlstrasse 17, 91239 Henfenfeld (DE).

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2006/068623

(74) **Gemeinsamer Vertreter: SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT**; Postfach 22 16 34, 80506 München (DE).

(22) Internationales Anmeldedatum:  
17. November 2006 (17.11.2006)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(81) **Bestimmungsstaaten** (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:  
10 2005 055 428.8  
21. November 2005 (21.11.2005) DE

(71) **Anmelder** (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): **SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT** [DE/DE]; Wittelsbacherplatz 2, 80333 München (DE).

(72) **Erfinder; und**

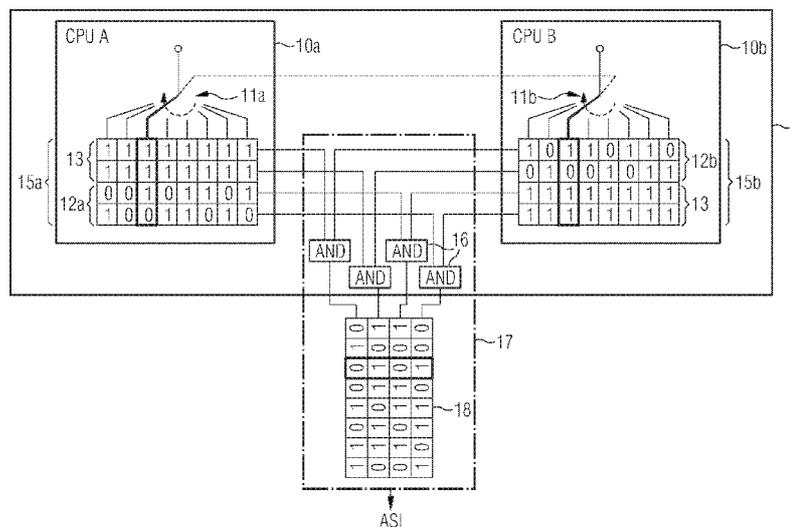
(84) **Bestimmungsstaaten** (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW,

(75) **Erfinder/Anmelder** (nur für US): **RITZ, Gudrun**

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) **Title:** BUS MODULE TO BE CONNECTED TO A BUS SYSTEM, AND USE OF SUCH A BUS MODULE IN AN AS-I BUS SYSTEM

(54) **Bezeichnung:** BUSMODUL ZUM ANSCHLUSS AN EIN BUSSYSTEM SOWIE VERWENDUNG EINES SOLCHEN BUSMODULS IN EINEM AS-I-BUSSYSTEM



(57) **Abstract:** Disclosed is a bus module that can be connected to a bus system (ASI) and comprises means (17, 27) for outputting safety-relevant signals in the form of repeated unambiguous code sequences (18). The inventive bus module further comprises a first and second arithmetic unit (10a, 10b; 20a, 20b) with means for executing software programs. A code generator program (11a, 21a) of the first arithmetic unit (10a, 20a) generates a first partial code sequence (12a) of the code sequence (18) while a code generator program (11b, 21b) of the second arithmetic unit (10b, 20b) generates the remaining portion of the code sequence (18) as a second partial code sequence (12b). Advantageously, a proper code sequence (18) is output at the output of the bus module only when both arithmetic units (10a, 10b; 20a, 20b) function properly. A deviation in the code sequence (18) that is output can then be detected by a monitor or actuator.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2007/057445 A1



GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

**Veröffentlicht:**

— mit internationalem Recherchenbericht

— vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen eintreffen

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

---

**(57) Zusammenfassung:** Das Busmodul ist an ein Bussystem (ASI) anschließbar und weist Mittel (17, 27) zur Ausgabe sicherheitsgerichteter Signale in Form von sich wiederholenden eindeutigen Kodefolgen (18) auf. Erfindungsgemäß weist das Busmodul eine erste und zweite Rechereinheit (10a, 10b; 20b, 20b) mit Mitteln zur Ausführung von Softwareprogrammen auf, wobei ein Kodeerzeugerprogramm (11a, 21a) der ersten Rechereinheit (10a, 20a) eine erste Teilkodefolge (12a) der Kodefolge (18) und ein Kodeerzeugerprogramm (11b, 21b) der zweiten Rechereinheit (10b, 20b) den restlichen Teil der Kodefolge (18) als zweite Teilkodefolge (12b) erzeugt. Am Ausgang des Busmoduls wird vorteilhaft nur dann eine ordnungsgemäße Kodefolge (18) ausgegeben, wenn beide Rechereinheiten (10a, 10b; 20a, 20b) ordnungsgemäß funktionieren. Eine Abweichung in der ausgegebenen Kodefolge (18) kann dann von einem Monitor oder Aktuator festgestellt werden.

## Beschreibung

Busmodul zum Anschluss an ein Bussystem sowie Verwendung eines solchen Busmoduls in einem AS-i-Bussystem

5

Die Erfindung betrifft ein Busmodul zum Anschluss an ein Bussystem, welches Mittel zur Ausgabe sicherheitsgerichteter Signale in Form von sich wiederholenden eindeutigen Kodfolgen aufweist. Die Erfindung betrifft zudem die Verwendung eines solchen Busmoduls in einem AS-i-Bussystem.

10

Derartige Busmodule können beispielsweise an ein AS-i-Bussystem nach der EN 50295-Norm bzw. nach dem zur Veröffentlichung anstehenden IEC 62026-2-Standard angeschlossen werden. Bei dem AS-i-Bussystem (AS-i für Actuator Sensor Interface) handelt es sich um einen Feldbus, der ein ungeschirmtes 2-Leiter-Flachkabel für die gemeinsame Übertragung von elektrischer Energie und Daten nutzt. Die maximale Kabellänge beträgt dabei ca. 100 m, wobei eine Verlängerung der Kabellänge durch Repeater möglich ist. Darüber hinaus ist jede Netzwerktopologie des Bussystems, wie z. B. eine Baumstruktur, zulässig.

15

20

An ein Bussystem der oben genannten Art können je nach Betriebsart bis zu 31 bzw. 62 Slaves an einen Master angeschlossen werden. Der Slave stellt eine datentechnische Verbindung zu einem Sensor oder zu einem Aktuator, der Master eine datentechnische Verbindung zu einem Hostsystem her, welches z. B. aus einer SPS (für Speicherprogrammierbare Steuerung), einem PC (für Personal Computer) oder aus einem Koppler zu einem übergeordneten Feldbussystem besteht. Die Funktionalität des Slaves ist vorzugsweise komplett im Sensor bzw. im Aktuator integriert.

25

30

Bei der Datenübertragung wird ein sicherheitsgerichtetes Signal in Form von sich wiederholenden eindeutigen Kodfolgen übertragen, wobei jedes Signal mehrfach auf Übertragungs-

35

fehler geprüft wird. Im Falle eines Fehlers wird die Kodefolge des Signals automatisch wiederholt, wobei dieser fehlerhaften Kodefolge dann zumindest neun korrekte Kodefolgen folgen müssen.

5

Das AS-i-Bussystem ist besonders für binäre und analoge Geräte der unteren Automatisierungsebene ausgebildet. Derartige Geräte sind z. B. Komponenten der Arbeitssicherheit wie Not-Aus-Schalter, Türkontakt-Schalter, Lichtvorhänge, Trittmatten, Absperrungen oder dergleichen. Die Signale solcher Sicherheitssensoren werden von einem Monitor überwacht, der über entsprechende Schaltausgänge Maschinen oder die Anlagen in einen sicheren Zustand versetzen kann.

15 Die Busmodule wie Slave, Master, Monitor oder Netzteil können an jeder beliebigen Stelle des Bussystems angeschlossen werden. Das Bussystem ist erweiterbar, leicht zu installieren und im Vergleich zu komplexeren Bussystemen wie Profibus, CAN-Bus erheblich günstiger in der Anschaffung.

20

Ein Busmodul mit der Funktionalität eines Slaves kann sicherheitsgerichtete Signale z. B. durch eine interne Verknüpfungslogik erzeugen. Die Signale können aber auch aus einem übergeordneten Bussystem oder aus einem angeschlossenen Rückwandbus eingelesen werden. Ein derartiges sicherheitsgerichtetes Signal kann z. B. aus einer ODER-Verknüpfung aus einem Trittmattensignal und aus einem Lichtvorhangsignal erzeugt werden. Das Signal wird vom Master zyklisch abgefragt und dann an den jeweils adressierten Aktuator weitergeleitet.

30

Ein sicherheitsgerichtetes Signal wird als sich wiederholende Kodefolge mit eindeutigen Kodierungen auf das Bussystem ausgegeben. Ist das Signal aktiv und für einen Aktuator zur Ausgabe bestimmt, so werden entsprechend der oben genannten Norm bzw. dem oben genannten Standard sieben Kodierungen zyklisch erzeugt, wobei sich eine aktuelle Kodierung von einer vorangegangenen Kodierung unterscheidet. Für einen Aktuator werden

35

zyklisch sieben Kodierungen á 4 Bit ausgegeben, wobei eine Kodierung mit vier logischen „0“-Werten oder vier „1“-Werten selbst nicht erzeugt wird. Anstelle der binären Wertebezeichnung „0“ oder „1“ für einen logischen Zustand ist auch die  
5 Wertebezeichnung „L“ oder „H“ gängig. Empfängerseitig, d. h. auf Seiten des Aktuators, wird diese 7 x 4-Bit-Kodfolge intern mit einer auf die gleiche Weise gebildeten Kodfolge verglichen. In einem Fehlerfall, d. h. bei einer detektierten Abweichung, setzt der Aktuator seinen Schaltausgang zurück.  
10 Ein Busmodul kann folglich den Schaltzustand eines Aktuators zurücksetzen, indem dieses die Kodfolge verändert oder aussetzt. Bei dem vorliegenden Beispiel wird z. B. bei Betreten der Trittmatte das sicherheitsgerichtete Signal zurückgenommen. Der adressierte Aktuator stellt eine Abweichung von der  
15 empfangenen zu der selbst generierten Vergleichsfolge fest und ändert daraufhin den Schaltzustand am Ausgang. Dadurch kann z. B. ein Warnlichtsignal eingeschaltet werden.

Im Falle der Adressierung eines Monitors werden entsprechend  
20 der oben genannten Norm bzw. des oben genannten Standards acht sich wiederholende Kodierungen anstelle von sieben sich wiederholenden Kodierungen verwendet. Im Fehlerfall bzw. bei Rücknahme eines sicherheitsgerichteten Signals durch das Busmodul ändert der Monitor in entsprechender Weise seinen  
25 Schaltzustand. Auf diese Weise kann z. B. die Energieversorgung der zu überwachenden Maschine oder der Anlage abgeschaltet werden.

Bisher erfolgte die Ausgabe der sicherheitsgerichteten Signale  
30 mittels einer Rechneinheit, auf welcher eine sichere Software ausgeführt wird. In der Regel benötigen Sicherheitsgeräte bzw. Sicherheitssteuerungen vor ihrer Verwendung eine besondere Zulassung durch zuständige Aufsichtsbehörden, wie beispielsweise in Deutschland durch den TÜV oder durch die  
35 Berufsgenossenschaften. Das Sicherheitsgerät muss dabei vorgegebene Sicherheitsstandards einhalten, die beispielsweise in der europäischen Norm EN 954-1 niedergelegt sind, und

zumindest die Sicherheitskategorie 3 der genannten europäischen Norm erfüllen.

Nachteil daran sind die extrem hohen Anforderungen an die  
5 eigene Fehlersicherheit eines Geräts und der damit verbundene  
Zeit- und Entwicklungsaufwand für die Zulassung bzw. für die  
Zertifizierung einer Sicherheitssoftware auf einem solchen  
Gerät. Insbesondere ist bei der Entwicklung der Sicherheits-  
10 software zu berücksichtigen, dass in allen möglichen Aus-  
fallsfällen der Rechneinheit sicher die ausgegebene Kode-  
folge zumindest verändert wird, so dass im darauf folgenden  
Zyklus, spätestens beim übernächsten Zyklus, der Aktuator  
bzw. der Monitor die fehlerhafte Kodefolge detektieren kann.  
So ist durchaus vorstellbar, dass bei einem Absturz der  
15 Rechneinheit der Prozessor derart in einer Schleife ver-  
harrt, dass weiterhin die Kodefolge zyklisch ausgegeben wird.

Es ist somit eine Aufgabe der Erfindung, ein Busmodul anzu-  
geben, bei welchem die oben genannten Nachteile vermieden  
20 werden.

Eine weitere Aufgabe der Erfindung ist es, eine geeignete  
Verwendung für ein solches Busmodul anzugeben.

25 Diese Aufgabe wird durch ein Busmodul zum Anschluss an ein  
Bussystem gemäß Anspruch 1 gelöst. Weitere vorteilhafte Aus-  
führungsformen sind in den abhängigen Ansprüchen 2 bis 9 an-  
gegeben. In Anspruch 10 ist eine geeignete Verwendung eines  
solchen Bussystems angegeben.

30 Erfindungsgemäß weist das Busmodul eine erste und zweite  
Rechneinheit mit Mitteln zur Ausführung von Software-  
programmen auf, wobei ein Kodeerzeugerprogramm der ersten  
Rechneinheit eine erste Teilkodefolge der Kodefolge und ein  
35 Kodeerzeugerprogramm der zweiten Rechneinheit den rest-  
lichen Teil der Kodefolge als zweite Teilkodefolge erzeugt.

Der große Vorteil der Erfindung besteht darin, dass am Ausgang des Busmoduls nur dann eine ordnungsgemäße Kodefolge ausgegeben wird, wenn beide Rechneinheiten ordnungsgemäß funktionieren. Fällt nun eine der Rechneinheiten aus, so  
5 ändert sich die Teilkodedefolge. Dadurch ändert sich auch die gesamte Kodefolge, deren Abweichung dann vom Monitor bzw. vom Aktuator sofort festgestellt werden kann.

Darüber hinaus ist in vorteilhafter Weise eine niedrigere  
10 Sicherheitskategorie für die auf der jeweiligen Rechneinheit ausgeführte Sicherheitssoftware, insbesondere für die Kodeerzeugerprogramme, erforderlich. Das Zertifizierungs- bzw. Zulassungsverfahren wird dadurch vereinfacht und erheblich beschleunigt. Zudem verringert sich der Entwicklungs-  
15 aufwand für eine solche Sicherheitssoftware deutlich.

Erzeugen die beiden Kodeerzeugerprogramme ausschließlich Kodierungen der jeweils eigenen Teilkodedefolge, so kann die jeweils komplementäre, d. h. der von der gesamten Kodefolge  
20 verbleibende Teil, nicht von der anderen Rechneinheit „erraten“ werden, da die Kodierung der jeweils anderen Teilkodedefolge nicht Bestandteil des jeweiligen Kodeerzeugerprogramms ist. Im Fall von 4-Bit breiten Kodierungen können z. B. in einem Speicherbereich einer Rechneinheit nur die  
25 jeweiligen 2-Bit breiten Kodierungen hinterlegt sein, welche von einem Prozessor der jeweiligen Rechneinheit nacheinander eingelesen und dann ausgegeben werden.

Typischerweise werden die beiden Rechneinheiten mittels  
30 einer Synchronisierungsleitung, wie z. B. mittels einer Taktleitung, synchronisiert, so dass die beiden Teilkodfolgen synchron auf das Bussystem ausgegeben werden. Die beiden Rechneinheiten können hierzu jeweils ein Ausgaberegister oder einen Ausgabeport aufweisen, an welchen die  
35 elektrischen Signale der jeweiligen Teilkodedefolge abgegriffen werden können.

Insbesondere weist die Kodefolge Kodierungen mit einem 4-Bit breiten Wertebereich auf, welche sich insbesondere nach sieben oder acht Kodierungen wiederholen. Jede Kodierung ist dabei von einer vorangegangenen Kodierung verschieden. Auf-  
5 einander folgende gleiche Kodierungen zeigen eine fehlerhafte Kodefolge an. Dies ist häufig dann der Fall, wenn aufgrund eines gravierenden Fehlers bei der Abarbeitung eines Softwareprogramms eine so genannte „Exception“ ausgelöst wird. In einem solchen Fall wird die weitere Prozessverarbeitung durch  
10 die Rechneinheit gestoppt.

Gemäß der oben genannten Norm bzw. des oben genannten Standards weist die Kodefolge nur binäre Kodierungen mit maximal drei „0“-Werten oder drei „1“-Werten auf. Dies bedeutet, dass  
15 Bitfolgen eines jeweiligen Kodierungsbits der Kodefolge mit ausschließlich binären „0“-Werten oder „1“-Werten nicht zulässig sind. Diese Folgen würden insbesondere im Fall eines Stopps der Prozessverarbeitung ausgegeben.

20 In einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung erzeugen die beiden Kodeerzeugerprogramme außerdem je eine Freigabefolge, welche ausschließlich binäre „0“- und/oder „1“-Werte je Kodierungsbit enthält. Die Mittel zur Ausgabe der sicherheitsgerichteten Signale weisen UND-Elemente und/oder ODER-  
25 Elemente zur logischen Verknüpfung der Kodierungsbits der jeweiligen Teilkodefolgen mit den jeweiligen korrespondierenden Kodierungsbits der Freigabefolgen zur Bildung der Kodefolge auf.

30 Der besondere Vorteil ist, dass bei Erkennung eines fehlerhaften Verhaltens der (eigenen) Rechneinheit die Ausgabe der Teilkodefolgen der anderen Rechneinheit durch Änderungen der Werte der Freigabefolgen unterbunden werden kann. Ist z. B. der eine Eingang des UND-Elements mit dem korrespondierenden Ausgabeport eines Kodierungsbits der Teilkode-  
35 folge der einen Rechneinheit verbunden, so durchläuft dieses Signal das UND-Element unverändert, wenn am anderen

Eingang des UND-Elements eine 1-bit breite Freigabefolge mit „1“-Werten der anderen Rechneinheit anliegt. Wird nun die Freigabefolge auf Werte mit einem „0“-Wert geändert, so liegen am Ausgang des UND-Elements nur noch „0“-Werte an.

5 Spätestens im übernächsten Zyklus wird dann diese Kodefolge empfängerseitig als fehlerhaft erkannt. Ist z. B. der eine Eingang des ODER-Elements mit dem korrespondierenden Ausgangsport eines Kodierungsbits der Teilkodfolge der einen Rechneinheit verbunden, so durchläuft dieses Signal das

10 ODER-Element unverändert, wenn am anderen Eingang des UND-Elements eine 1-bit breite Freigabefolge mit „0“-Werten der anderen Rechneinheit anliegt. Wird nun die Freigabefolge auf Werte mit einem „1“-Wert geändert, so liegen am Ausgang des ODER-Elements nur noch „1“-Werte an. Spätestens im über-

15 nächsten Zyklus wird dann auch diese Kodefolge empfängerseitig als fehlerhaft erkannt.

In einer bevorzugten Ausführungsform sind die beiden Rechneinheiten über eine Datenleitung zum Austausch von Synchronisierungsdaten verbunden. Das Kodeerzeugerprogramm der jeweiligen Rechneinheit erzeugt dann im Falle von Abweichungen bei den Synchronisierungsdaten eine geänderte Freigabefolge.

20

Der besondere Vorteil dabei ist, dass die eine Rechneinheit die andere überwachen kann. Dies erfolgt auf Basis der gegenseitig ausgetauschten Synchronisierungsdaten. Hierzu erzeugen vorzugsweise beide Rechneinheiten auf Basis eines Algorithmus synchron je ein gleiches und sich fortlaufend änderndes Synchronisierungsdatum, welches dann je über die Datenleitung

30 zur anderen Rechneinheit ausgegeben und dort verglichen wird. Empfängt nun eine Rechneinheit über die Datenleitung ein vermutlich fehlerhaftes Synchronisierungsdatum, so sperrt die Rechneinheit mittels der Ausgabe geänderter Freigabefolgen die Ausgabe der Teilkodfolge der anderen Rechneinheit.

35

Im ordnungsgemäßen Betrieb kann im Falle einer Änderung eines auszugebenden Signals mittels der Kodeerzeugerprogramme die jeweilige Teilcodefolge geändert werden. Dieses ist z. B. dann der Fall, wenn ein durch eine interne Verknüpfungslogik erzeugtes sicheres Signal, ein aus einem übergeordneten Bus-  
5 system oder ein aus einem angeschlossenen Rückwandbus eingelesenes sicheres Signal zurückgenommen wird. Wird beispielsweise ein Not-Aus-Taster gedrückt, so wird das zugehörige sichere Signal „Not-Aus nicht gedrückt“ zurück-  
10 genommen.

Im Besonderen weisen die Mittel zur Ausgabe des sicherheitsgerichteten Signals Mittel zur Umwandlung der Codefolge in eine serielle Signalfolge auf. Dieses Mittel kann z. B. ein  
15 Parallel/Seriell-Umsetzer sein. Derartige Umsetzer sind als elektronische integrierte Bausteine erhältlich. Die serielle Signalfolge kann dann z. B. mittels einer Pulsmodulation auf die beiden Leiter des AS-i-Bussystems aufmoduliert werden.

20

Ein Bussystem gemäß der Erfindung ist insbesondere in einem Bussystem auf Basis der EN 50295-Norm bzw. des IEC 62026-2-  
Standards verwendbar. Ein solches Bussystem ist insbesondere zur Übertragung von sicherheitsgerichteten Signalen geeignet.

25

Weitere vorteilhafte Eigenschaften der Erfindung ergeben sich aus deren beispielhafter Erläuterung anhand der Figuren. Es zeigt:

30 FIG 1 ein Beispiel für ein Busmodul, welches zwei Bussysteme datentechnisch miteinander verbindet,

FIG 2 einen beispielhaften Aufbau eines Busmoduls mit zwei Rechneinheiten zur gemeinsamen Erzeugung einer Codefolge gemäß der Erfindung und mit Mitteln zur Ausgabe der Codefolge gemäß einer Ausführungsform der Erfindung und  
35

FIG 3 eine weitere Ausführungsform des beispielhaften Busmoduls gemäß FIG 2.

FIG 1 zeigt ein Beispiel für ein Busmodul 1, welches zwei  
5 Bussysteme ASI, PB datentechnisch miteinander verbindet. Im  
oberen Teil der FIG 1 ist beispielhaft ein Profibus PB als  
Bussystem der oberen Automatisierungsebene mit beispielhaft  
vier Busteilnehmern dargestellt. Im unteren Teil der FIG 1  
10 ist ein Bussystem ASI der unteren Automatisierungsebene dar-  
gestellt. Zwischen diesen beiden Bussystemen ASI, PB können  
Daten DAT mit sicherheitsgerichteten Informationen, wie z. B.  
sicherheitsgerichtete Signale, ausgetauscht werden. Im Bei-  
spiel der FIG 1 fungiert das Busmodul 1 als so genanntes  
15 Gateway oder Link-Modul. Das Busmodul 1 kann durch interne  
logische Verknüpfung eigene sicherheitsgerichtete Signale  
erzeugen und diese auf die beiden Bussysteme ausgeben. Das  
Busmodul 1 kann aber auch weitere sicherheitsgerichtete Sig-  
nale über einen Rückwandbus RB einlesen bzw. diese auf den  
Rückwandbus RB ausgeben.

20

Im unteren Teil der FIG 1 ist beispielhaft ein AS-i-Bus-  
system entsprechend der europäischen Norm EN 50295 bzw. des  
IEC 62026-2-Standards dargestellt. An diesem Bussystem ASI  
sind beispielhaft sechs Busmodule angeschlossen. Im linken  
25 Teil der FIG 1 ist ein Master 2 dargestellt, der adressierte  
Nachrichten versendet und der direkt die Antwort der ange-  
sprochenen Slaves 1, 4 erhält. Der Master 2 überwacht die  
Slaves 1, 4 permanent, indem er diese zyklisch mit einer  
Zykluszeit von weniger als 5 ms abfragt. Die Zykluszeit passt  
30 sich dabei automatisch an die Anzahl der angeschlossenen  
Slaves 1, 4 an. So beträgt die Zykluszeit im Fall von sechs  
Slaves 1, 4 ca. 1 ms; im Fall von 31 Slaves 1, 4 ca. 5 ms. Im  
Beispiel der FIG 1 fungiert das als Gateway ausgebildete Bus-  
modul 1 ebenfalls als Slave. Mit dem Bezugszeichen 4 sind  
35 Aktuatoren mit der Funktionalität eines Slaves zur Ausgabe  
insbesondere von binären Signalen für Meldegeräte, Signal-  
säulen, Steuerrelais etc. dargestellt.

Mit dem Bezugszeichen 3 ist ein AS-i-Sicherheitsmonitor dargestellt, der die Signale von den sicherheitsgerichteten Komponenten überwacht und die Anlage entsprechend der definierten Stopp-Kategorie abschaltet. Mittels des Monitors 3  
5 lassen sich komplexe Schutzabläufe wie NOT-AUS, Zweihandbedienung, Türzuhaltung oder Vor-Ort-Quittierung realisieren. Mit dem Bezugszeichen 5 ist ein AS-i-Netzteil bezeichnet, welches aus zwei Funktionsblöcken besteht, nämlich einem konventionellen Netzteil und einer Datenentkopplung, um einen  
10 signaltechnischen Kurzschluss der auf die Betriebsspannung aufmodulierten Daten über das Netzteil zu vermeiden. Das Netzteil stellt meist eine Spannung im Bereich von 24 V bis 30 V zur Verfügung.

15 FIG 2 zeigt einen beispielhaften Aufbau eines Busmoduls 1 mit zwei Rechereinheiten 10a, 10b zur gemeinsamen Erzeugung einer Kodefolge 18 und mit Mitteln zur Ausgabe 17 der Kodefolge 18 gemäß einer Ausführungsform der Erfindung. Die beiden Rechereinheiten 10a, 10b erzeugen im ordnungsgemäßen  
20 Betrieb das sicherheitsgerichtete Signal parallel bzw. sie leiten dieses Signal über die Mittel zur Ausgabe 17 an das Bussystem ASI weiter.

Gemäß der Erfindung weisen die Rechereinheiten 10a, 10b  
25 Mittel zur Ausführung von Softwareprogrammen, insbesondere einer Vielzahl von Softwareroutinen, auf. Das Kodeerzeugerprogramm 11a der ersten Rechereinheit 10a erzeugt dabei eine erste Teilkodefolge 12a der Kodefolge 18 und ein Kodeerzeugerprogramm 11b der zweiten Rechereinheit 10b den  
30 restlichen Teil der Kodefolge 18 als zweite Teilkodefolge 12b. Die Ausgabe der sicherheitsgerichteten Signale in Form von sich wiederholenden eindeutigen Kodefolgen 18 ist durch einen Schalter mit einer Vielzahl von Schalterstellungen symbolisiert. Die gestrichelte Linie, welche die beiden  
35 „Schalter“ verbindet, deutet das synchrone Weiterschalten und somit die synchrone Ausgabe der erzeugten Teilkodefolgen 12a, 12b an. Die gemäß dem Beispiel der FIG 2 erzeugten Teilkode-

folgen 12a, 12b weisen eine 2-Bit breite Kodierung auf. Über die Mittel zur Ausgabe 17 ergeben die beiden 2-Bit breiten Teilkodfolgen 12a, 12b die 4-Bit breite Kodefolge 18. Zur Ausführung des jeweiligen Kodeerzeugerprogramms 11a, 11b wird  
5 zweckmäßigerweise ein Mikroprozessor bzw. eine CPU (für Central Processing Unit) verwendet.

Entsprechend einem Ausführungsbeispiel der Erfindung erzeugt das jeweilige Kodeerzeugerprogramm 11a, 11b neben den jewei-  
10 ligen Teilkodfolgen 12a, 12b noch eine 2-Bit breite Freigabefolge 13, welche je Kodierungsbit einen logischen „1“-Wert aufweist. Die Mittel zur Ausgabe 17 weisen vier UND-Elemente 16 auf, an deren Ausgängen dann die Signale der Kodefolge 18 anliegen. Dabei ist ein Eingang eines UND-Elements 16 jeweils mit einem Kodierungsbit einer Freigabefolge  
15 13 signaltechnisch verbunden, während der andere Eingang eines UND-Elements 16 mit dem jeweiligen Kodierbit der jeweils anderen Teilkodfolge 12a, 12b signaltechnisch verbunden ist. Die vier UND-Elemente 16 können bereits als  
20 Logikgatter in einem elektronischen Bauelement integriert sein. Ein derartiges Bauelement ist z. B. das integrierte Bauelement oder IC (für Integrated Circuit) mit der Typbezeichnung 7408 der bekannten 74er-TTL-Baureihe.

Im Beispiel der FIG 2 sind die beiden Rechneinheiten 10a, 10b über eine Datenleitung zum Austausch von Synchronisierungsdaten SD verbunden. Das Kodeerzeugerprogramm 11a, 11b der jeweiligen Rechneinheit 10a, 10b würde nun eine geänderte Freigabefolge 13 im Falle von Abweichungen bei den  
30 Synchronisierungsdaten SD erzeugen, d. h. zweckmäßigerweise eine Folge mit ausschließlichen „0“-Werten anstelle der „1“-Werte. Die dadurch geänderte Kodefolge 18 ist dann von einem Monitor-Busmodul 3 detektierbar.

FIG 3 zeigt eine weitere Ausführungsform des beispielhaften Busmoduls 1 gemäß FIG 2. Die FIG 3 unterscheidet sich vom Beispiel der FIG 2 dadurch, dass anstelle von UND-Elementen

16 nun ODER-Elemente 26 bzw. ODER-Gatter und anstelle von  
Freigabefolgen 13 mit „1“-Werten nun Freigabefolgen 14 mit  
„0“-Werten verwendet werden.

## Patentansprüche

1. Busmodul zum Anschluss an ein Bussystem (ASI), mit Mitteln (17, 27) zur Ausgabe sicherheitsgerichteter Signale in Form von sich wiederholenden eindeutigen Kodefolgen (18), dadurch gekennzeichnet, dass das Busmodul eine erste und zweite Rechnereinheit (10a, 10b; 20a, 20b) mit Mitteln zur Ausführung von Softwareprogrammen aufweist, wobei ein Kodeerzeugerprogramm (11a, 21a) der ersten Rechnereinheit (10a, 20a) eine erste Teilkodfolge (12a) der Kodefolge (18) und ein Kodeerzeugerprogramm (11b, 21b) der zweiten Rechnereinheit (10b, 20b) den restlichen Teil der Kodefolge (18) als zweite Teilkodfolge (12b) erzeugt.
2. Busmodul nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Kodeerzeugerprogramme (11a, 11b; 21a, 21b) ausschließlich Kodierungen der jeweils eigenen Teilkodfolge (12a, 12b) erzeugen.
3. Busmodul nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Kodefolge (18) Kodierungen mit einem 4-Bit breiten Wertebereich aufweist, welche sich insbesondere nach sieben oder acht Kodierungen wiederholen, wobei jede Kodierung von einer vorangegangenen Kodierung verschieden ist.
4. Busmodul nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Kodefolge (18) nur binäre Kodierungen mit maximal drei „0“-Werten oder drei „1“-Werten aufweist.
5. Busmodul nach einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass
- die Kodeerzeugerprogramme (11a, 21a; 11b, 21b) je eine Freigabefolge (13, 14) erzeugen, welche je Kodierungsbit ausschließlich binäre „0“- und/oder „1“-Werte enthält, und
  - die Mittel zur Ausgabe (17, 27) der sicherheitsgerichteten Signale UND-Elemente (16) und/oder ODER-Elemente (26) zur logischen Verknüpfung der Kodierungsbits der jeweiligen

Teilkodfolgen (12a, 12b) mit den jeweiligen korrespondierenden Kodierungsbits der Freigabefolgen (13, 14) zur Bildung der Kodefolge (18) aufweisen.

5 6. Busmodul nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass  
- die beiden Rechereinheiten (10a, 10b; 20a, 20b) über eine  
Datenleitung zum Austausch von Synchronisierungsdaten (SD)  
verbunden sind und  
- das Kodeerzeugerprogramm (11a, 11b; 21a, 21b) der jeweili-  
10 gen Rechereinheit (10a, 10b; 20a, 20b) im Falle von Ab-  
weichungen bei den Synchronisierungsdaten (SD) eine ge-  
änderte Freigabefolge (13, 14) erzeugt.

7. Busmodul nach einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch  
15 gekennzeichnet, dass im Falle einer Änderung eines auszu-  
gebenden Signals die jeweilige Teilkodfolge (12a, 12b) mit-  
tels des Kodeerzeugerprogramms (11a, 11b; 21a, 21b) änderbar  
ist.

20 8. Busmodul nach einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch  
gekennzeichnet, dass die Mittel zur Ausgabe (17, 27) des  
sicherheitsgerichteten Signals Mittel zur Umwandlung der  
Kodefolge (18) in eine serielle Signalfolge aufweisen.

25 9. Busmodul nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass das  
Mittel zur Umwandlung der Kodefolge (18) in eine serielle  
Signalfolge ein Parallel/Seriell-Umsetzer ist.

30 10. Verwendung eines Busmoduls (1) nach einem der vorangegan-  
genen Ansprüche in einem Bussystem auf Basis der EN 50295-  
Norm bzw. des IEC 62026-2-Standards.

FIG 1

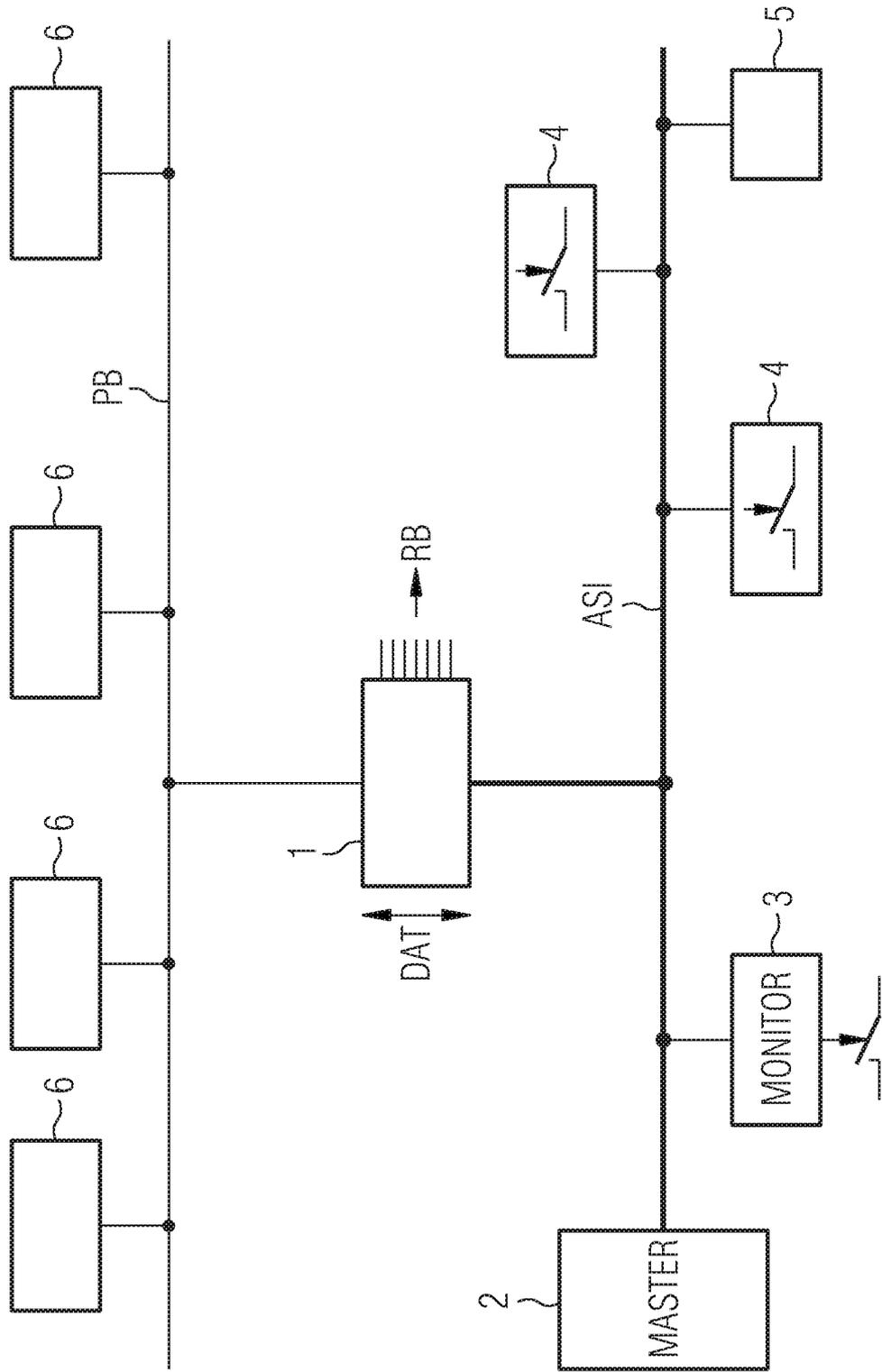


FIG 2

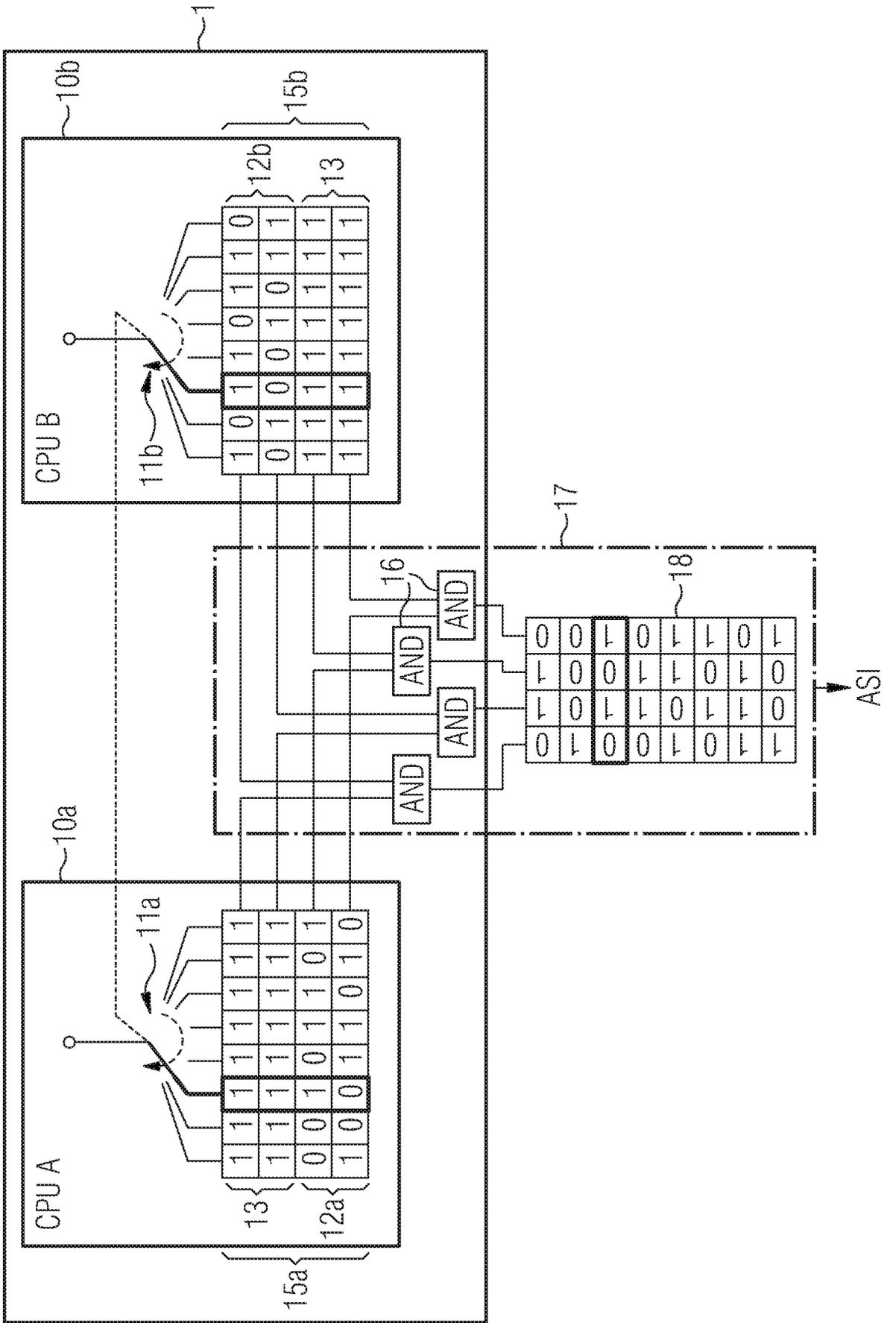
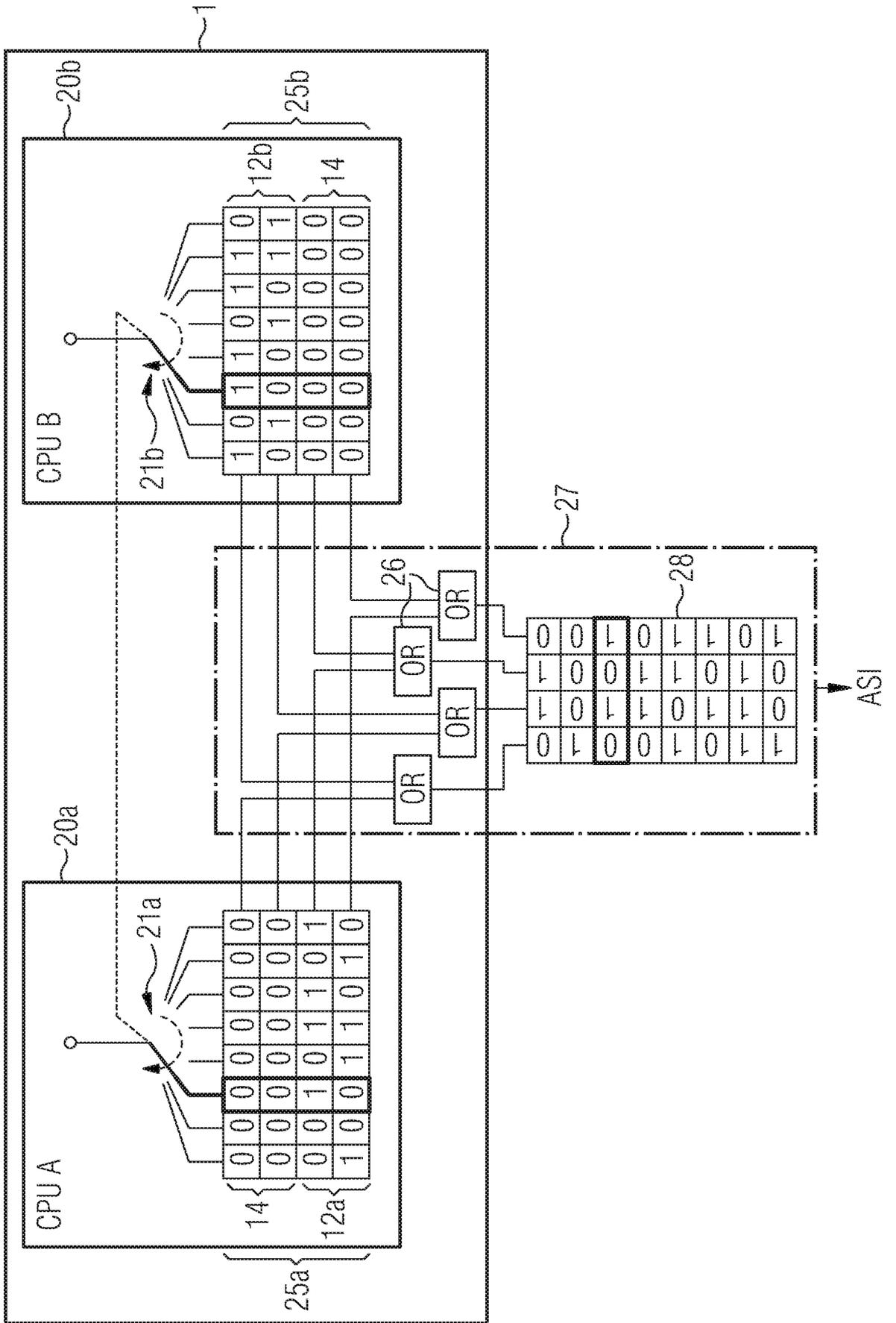


FIG 3



A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER INV. G06F11/08 G06F11/16 G05B19/042		
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) G05B 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) EPO-Internal, WPI Data		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X A	US 6 505 321 B1 (MACLELLAN CHRISTOPHER S [US] ET AL) 7 January 2003 (2003-01-07) column 1, line 5 - line 6 column 3, line 10 - line 34 figure 10 -----	1-5,7-10 6
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> See patent family 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 21 March 2007		Date of mailing of the international search report 30/03/2007
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 Braccini, Guido

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2006/068623

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 6505321	B1	07-01-2003	
		DE 10084651 T0	29-05-2002
		GB 2364806 A	06-02-2002
		WO 0072148 A1	30-11-2000

---

## A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES

INV. G06F11/08 G06F11/16 G05B19/042

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

## B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

G05B 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)

EPO-Internal, WPI Data

## C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 6 505 321 B1 (MACLELLAN CHRISTOPHER S [US] ET AL) 7. Januar 2003 (2003-01-07)	1-5,7-10
A	Spalte 1, Zeile 5 - Zeile 6 Spalte 3, Zeile 10 - Zeile 34 Abbildung 10 -----	6

 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

21. März 2007

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

30/03/2007

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 Beamteter

Braccini, Guido

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2006/068623

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 6505321	B1 07-01-2003	DE 10084651 T0	29-05-2002
		GB 2364806 A	06-02-2002
		WO 0072148 A1	30-11-2000

---