



Europäisches  
Patentamt  
European  
Patent Office  
Office européen  
des brevets



(11)

EP 1 715 285 B2

(12) **NEUE EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**  
Nach dem Einspruchsverfahren

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des  
Hinweises auf die Entscheidung über den Einspruch:  
**26.05.2021 Patentblatt 2021/21**

(51) Int Cl.:  
**F41G 3/26 (2006.01)**

(45) Hinweis auf die Patenterteilung:  
**20.11.2013 Patentblatt 2013/47**

(21) Anmeldenummer: **06007783.1**

(22) Anmeldetag: **13.04.2006**

---

**(54) Verfahren und Simulation fiktiver Systemzustände eines zentralrechnergesteuerten Systems eines Fahrzeugsystems oder eines Waffensystems**

Method and simulation of fictitious system states of a system controlled by a central computer, especially of a vehicle system or of a weapon system

Procédé et simulation d'états fictifs d'un système commandé par un calculateur central, en particulier d'un système de véhicule ou d'un système d'arme

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR  
HU IE IS IT LI LT LU LV MC NL PL PT RO SE SI  
SK TR**

(30) Priorität: **20.04.2005 DE 102005018213**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
**25.10.2006 Patentblatt 2006/43**

(73) Patentinhaber: **Krauss-Maffei Wegmann GmbH & Co. KG  
80997 München (DE)**

(72) Erfinder:  
• **Schmidt, Dirk, Dr.  
85302 Gerolsbach (DE)**

• **Schmidt, Rudolf  
82269 Geltendorf (DE)**  
• **Trost, Norbert  
85416 Langenbach (DE)**

(74) Vertreter: **Feder Walter Ebert  
Partnerschaft von Patentanwälten mbB  
Achenbachstrasse 59  
40237 Düsseldorf (DE)**

(56) Entgegenhaltungen:  
**EP-A- 0 947 797 DE-A1- 2 812 201  
DE-A1- 19 606 685 FR-A- 2 754 890**

## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Simulation fiktiver Systemzustände eines zentralrechnergesteuerten Waffensystems, mit den Merkmalen aus dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1.

**[0002]** Der Zentralrechner hat hierbei die Funktion, aus Daten, welche eingangsseitig von datengenerierenden Vorrichtungen, wie Bediengeräten, Sensoren oder sonstigen Baugruppen zugeführt werden, mittels einer Logik-Software neue Systemzustände zu berechnen und diese Systemzustände ausgangsseitig datenempfangenden Vorrichtungen, wie Anzeigen und Aktuatoren, zuzuführen. Der Zentralrechner reagiert somit auf Bedienereingaben oder auf wechselnde Umgebungsbedingungen. Über die Bediengeräte kann ein Bediener dem System beispielsweise Anweisungen erteilen oder Anfragen stellen, über die Sensoren erhält das System beispielsweise Informationen über die Umgebung. Die sonstigen Baugruppen können in der Lage sein, dem Zentralrechner ihren Funktions-Status mitzuteilen. Der Zentralrechner verarbeitet diese Informationen. Über die Anzeigen wird dem Bediener beispielsweise der neue Systemzustand angezeigt, über die Aktuatoren, beispielsweise Motoren, können Aktionen entsprechend den neuen Systemzuständen durchgeführt werden.

**[0003]** Ein solches System hat den Vorteil, dass es in einfacher Weise für Simulationszwecke angepasst werden kann: Weil alle Daten im Zentralrechner gesammelt werden, dieser die Berechnung der neuen Systemzustände leistet und die neuen Systemzustände von ihm koordiniert werden, kann ein Eingriff an dieser Stelle für Simulationszwecke verwendet werden. Eine Möglichkeit ist, den Zentralrechner gegen einen Simulationsrechner auszutauschen. Eine weitere Möglichkeit ist, den Zentralrechner zwar im System zu belassen, dessen Funktionen allerdings in einen Simulationsrechner auszulagern, bzw. die Logik-Software zur Berechnung der neuen Systemzustände in einem Simulationsrechner nachzubilden.

**[0004]** Diese Möglichkeit wird in der Patentschrift EP 0 947 797 B1 beschrieben. Die Patentschrift offenbart ein gepanzertes Landfahrzeugsystem, insbesondere ein Panzerfahrzeugsystem, welches als zentralrechnergesteuertes System ausgeführt ist. Zu Ausbildungszwecken wird ein Simulationsrechner an den Zentralrechner angeschlossen, wobei alle modellspezifischen Daten des Landfahrzeugs sowie dessen Waffenanlage auf den Simulationsrechner überspielt werden. Zentralrechnergesteuert wird auf dem Simulationsrechner eine modellspezifische Software angewählt und hochgefahren. Besteht sich das Landfahrzeugsystem im Simulations-Modus, so werden alle echten Betriebs- und Bewegungsfunktionen des Landfahrzeugs, wie des Motors, der Lenkung, der Waffenanlage und dergleichen, blockiert. Dies bedeutet, dass wenn der Auszubildende beispielsweise anfahren möchte, das Fahrzeug nicht wirklich anfährt, da diese Bewegungsfunktion blockiert wird, sondern das

Anfahren wird nur simuliert. Es werden allerdings nicht nur alle echten Bewegungsfunktionen, sondern auch alle echten Betriebsfunktionen blockiert, d.h. der Simulationsrechner übernimmt die Berechnung der neuen Systemzustände.

**[0005]** Nachteilig ist hierbei zum Einen, dass die zum Teil aufwändig entwickelten Betriebsfunktionen im Simulationsrechner nachgebildet werden müssen. Zum Anderen lässt sich hierbei keine Validierung des Systems durchführen, d.h. es ist nicht möglich zu überprüfen, wie das System auf von außen beliebig vorgegebene fiktive Situationen reagiert.

**[0006]** Es wird im Folgenden ein Beispiel für die nachteilige Funktionsweise des in der Patentschrift EP 0 947 797 B1 beschriebenen Verfahrens angegeben.

**[0007]** Betrachtet werden soll ein Waffensystem mit einem optischen Zielerfassungssystem als Sensor, welches sich unabhängig von der Waffenanlage bewegt. Nach der Erfassung eines sich nicht bewegenden Ziels kann über ein Bedienelement, wie beispielsweise einem Schaltknopf, der Waffenanlage mitgeteilt werden, dass sie automatisch auf das erfasste Ziel einlaufen soll. Besteht sich das System nicht im Simulationseinsatz, so laufen folgende Betriebsabläufe ab:

1. Die mit dem Zielerfassungssystem ermittelten Winkel Azimuth und Elevation zwischen der Sichtlinie des Zielerfassungssystems und der Fahrzeulgängenachse werden dem Zentralrechner zugeführt.

2. Der Zentralrechner wartet auf alle weiteren Eingangsdaten, die er für die Berechnungen zur Zielbekämpfung benötigt. Diese Daten werden gegebenenfalls von anderen Sensoren ermittelt oder manuell eingegeben oder sind selbst Resultat anderer Betriebsabläufe. Notwendige Daten sind in diesem Beispiel u.a. die Winkel zwischen Fahrzeulgängenachse und Sichtlinie des Zielerfassungssystems sowie zwischen Fahrzeulgängenachse und Waffenrichtung, die Verkantung der Fahrzeugwanne, die Entfernung zum Ziel, die Munitionsart und daraus abgeleitete ballistische Eigenschaften und Umwelteinwirkungen, wie z.B. Windgeschwindigkeit und Windrichtung.

3. Der Zentralrechner berechnet auf der Basis der vorliegenden Informationen die ballistische Kurve, die ausgehend von der Waffenanlage unter Berücksichtigung aller Parameter in der vorgegebenen Entfernung das Ziel schneidet.

4. Der Zentralrechner berechnet die Winkel Azimuth und Elevation, die sich die Waffe aus ihrer aktuellen Position in die berechnete Position bewegen muss.

5. Der Zentralrechner wartet auf eine Anforderung des Bedieners (z.B. Knopfdruck), dass die Waffen-

anlage auf das Ziel einlaufen soll.

6. Sofern die Anforderung erfolgt, werden die berechneten Winkel vom Zentralrechner den Aktuatoren der Waffenanlage zugeführt.

**[0008]** Befindet sich das System nun im Simulationsinsatz, so wie in der Patentschrift EP 0 947 797 B1 beschrieben, so werden alle Betriebsabläufe im Zentralrechner blockiert. Das Verfahren erfolgt somit nach folgendem Ablauf:

1. Das Zielerfassungssystem wird im Simulationsrechner für ein virtuelles Ziel simuliert. Das Resultat sind simulierte Winkel Azimuth und Elevation.
2. Der Zentralrechner führt dem Simulationsrechner alle weiteren Eingangsdaten zu, die er für seine Berechnungen zur Zielbekämpfung benötigt.
3. Der Simulationsrechner berechnet auf der Basis der vorliegenden Informationen die ballistische Kurve.
4. Der Simulationsrechner berechnet die Winkel Azimuth und Elevation, die sich die Waffe aus ihrer aktuellen Position bewegen muss.
5. Der Simulationsrechner wartet auf eine Anforderung des Bedieners (z.B. Knopfdruck), dass die Waffenanlage auf das Ziel einlaufen soll.
6. Sofern die Anforderung erfolgt, wird zum Einen die Waffenanlage blockiert und zum Anderen das Einlaufen der Waffe auf das Ziel zu simuliert.

**[0009]** Weil alle Betriebsabläufe im Simulationsrechner nachgebildet werden, entstehen sehr hohe finanzielle Kosten. Nachteilig ist ferner, dass bei einer Änderung einer Betriebsfunktion im Zentralrechner diese Änderung mit hohem Aufwand auch im Simulationsrechner nachgearbeitet werden muss. Des Weiteren ist durch die Nachbildung aller Betriebsabläufe im Simulationsrechner eine zusätzliche Fehlerquelle entstanden.

**[0010]** Der Erfindung liegt also die Aufgabe zu Grunde, ein Verfahren mit den Merkmalen aus dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1 so auszustalten, dass eine Validierung des System mittels eines Simulationsrechners ermöglicht wird, wobei vermieden werden soll, dass die Logik-Software des Zentralrechners im Simulationsrechner nachgebildet wird.

**[0011]** Die Lösung der Aufgabe erfolgt erfindungsgemäß mit den Merkmalen aus dem kennzeichnenden Teil des Patentanspruchs 1. Vorteilhafte Weiterbildungen sind in den abhängigen Ansprüchen beschrieben.

**[0012]** Zur Simulation von fiktiven Systemzuständen eines zentralrechnergesteuerten Systems wird ein Simulationsrechner an das System, vorteilhafter Weise an den Zentralrechner des Systems angeschlossen, wodurch das System aus einem Normalmodus in einen Simulationsmodus übergeht. Der Simulationsrechner hat die Aufgabe, Simulations-Daten an den Zentralrechner zu übermitteln.

**[0013]** Die vom Simulationsrechner übermittelten Simulations-Daten überschreiben zumindest teilweise die echten Real-Daten von den eingangsseitig datengenerierenden Vorrichtungen. Der Zentralrechner berechnet mittels der Simulations-Daten und der nicht überschriebenen Real-Daten den neuen Systemzustand und führt diesen dem Simulationsrechner zu, damit dieser auch über die entsprechenden aktuellen Daten verfügt. Der Zentralrechner verwendet hierfür die Logik-Software in der selben Art und Weise, wie er sie im Normalmodus, d.h. ohne angeschlossenem Simulationsrechner, verwenden würde. Die Simulations-Daten können hierbei in beliebiger Weise zur Simulation von fiktiven System-Zuständen von außen vorgegeben werden. Solche fiktiven Systemzustände können beispielsweise fiktive Umgebungsbedingungen oder ein fiktiver Ausfall eines Systemelementes darstellen.

**[0014]** Durch die Erfindung ist zum Einen eine Validierung des Systems in einfacher Weise möglich. Durch Vorgabe verschiedener fiktiver Zustände lässt sich überprüfen, wie das System auf diese Zustände reagiert.

**[0015]** Zum Anderen lässt sich das System zu Ausbildungszwecken verwenden. Der Ausbilder kann verschiedene fiktive Zustände vorgeben, auf die der Auszubildende reagieren muss.

**[0016]** Im Folgenden soll anhand des bereits geschilderten Beispiels "Waffensystem mit einem optischen Zielerfassungssystem" ein mögliches Ausführungsbeispiel für ein Verfahren nach der Erfindung erläutert werden.

**[0017]** Wenn sich das Waffensystem nicht im Simulationsmodus sondern im Normalmodus befindet, so laufen alle Betriebsabläufe genauso wie anfangs beschrieben ab. Wird das System in den Simulationsmodus geschaltet, so bleiben jetzt alle oben beschriebenen Betriebsabläufe im Zentralrechner erhalten, sie werden nicht blockiert.

**[0018]** Das Verfahren erfolgt nunmehr nach folgendem Ablauf:

1. Das Zielerfassungssystem wird im Simulationsrechner für ein virtuelles Ziel simuliert. Das Resultat sind simulierte Winkel Azimuth und Elevation, die dem Zentralrechner so zugeführt werden, dass sie die tatsächlich ermittelten Werte des Originalsystems überschreiben.
2. Der Zentralrechner wartet auf alle weiteren Eingangsdaten, die er für die Berechnungen zur Zielbekämpfung benötigt. Dieser Ablaufschritt ist gegenüber dem Normalmodus unverändert.
3. Der Zentralrechner berechnet auf der Basis der vorliegenden Informationen die ballistische Kurve, die ausgehend von der Waffenanlage unter Berücksichtigung aller Parameter in der vorgegebenen Entfernung das Ziel schneidet. Dieser Ablaufschritt ist gegenüber dem Normahnodus unverändert.
4. Der Zentralrechner berechnet die Winkel Azimuth und Elevation, die sich die Waffe aus ihrer aktuellen Position in die berechnete Position bewegen muss.

Dieser Ablaufschritt ist gegenüber dem Normalmodus unverändert.

5. Der Zentralrechner wartet auf eine Anforderung des Bedieners (z.B. Knopfdruck), dass die Waffenanlage auf das Ziel einlaufen soll. Dieser Ablaufschritt ist gegenüber dem Normalmodus unverändert.

6. Sofern die Anforderung erfolgt, werden die berechneten Winkel vom Zentralrechner dem Simulationsrechner zugeführt, um das Einlaufen der Waffe auf das Ziel zu simulieren. Ferner wird weiterhin die Waffenanlage blockiert.

#### Patentansprüche

1. Verfahren zur Simulation fiktiver Systemzustände eines zentralrechnergesteuerten Waffensystems, wobei das System einen Zentralrechner (1), datenerzeugende Sensoren (4), sowie datenempfangende Mittel (5, 6) aufweist, wobei an das System ein Simulationsrechner (2) anschließbar ist, wobei das System einen Normalmodus und einen Simulationsmodus aufweist, und wobei der Zentralrechner (1) im Normalmodus eingangsseitig von den Sensoren (4) Real-Daten empfängt, diese Real-Daten mittels einer systemspezifischen Logik-Software für die Berechnung von neuen Systemzuständen verwendet werden und die neuen Systemzustände ausgangsseitig den datenempfangenden Mitteln zugeführt werden, wobei der Zentralrechner (1) im Simulationsmodus vom Simulationsrechner (2) vorgegebene Simulations-Daten empfängt, welche zur Berechnung der neuen Systemzustände verwendet werden,

##### **dadurch gekennzeichnet, dass**

im Simulationsmodus mit den Simulations-Daten vor der Berechnung der neuen Systemzustände zumindest teilweise die Real-Daten der Sensoren (4) überschrieben werden, und dass die Simulations-Daten zusammen mit den nicht überschriebenen Real-Daten mittels der systemspezifischen Logik-Software zur Berechnung der neuen Systemzustände verwendet werden.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Verfahren zu Ausbildungszwecken verwendet wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Verfahren zu Validierungszwecken verwendet wird.

#### Claims

1. Process for simulating notional system states of a weapon system controlled by a central computer,

wherein the system exhibits a central computer (1), data-generating sensors (4) and also data-receiving means (5, 6),

wherein a simulation computer (2) is capable of being connected to the system,

wherein the system exhibits a normal mode and a simulation mode, and wherein the central computer (1) in the normal mode receives on the input side real data from the sensors (4), these real data are used by means of system-specific logic software for the calculation of new system states, and the new system states are supplied on the output side to the data-receiving means,

wherein the central computer (1) in the simulation mode receives simulation data predetermined by the simulation computer (2), which are used for calculating the new system states,

##### **characterised in that**

in the simulation mode the real data of the sensors (4) are overwritten at least partially with the simulation data before the calculation of the new system states, and **in that** the simulation data together with the nonoverwritten real data are used by means of the system-specific logic software for calculating the new system states.

2. Process according to Claim 1, **characterised in that** the process is used for training purposes.

3. Process according to Claim 1, **characterised in that** the process is used for validation purposes.

#### Revendications

1. Procédé servant à la simulation d'états fictifs de système d'un système d'arme commandé par un calculateur central, dans lequel le système présente un calculateur central (1), des capteurs (4) générant des données ainsi que des moyens (5, 6) recevant des données, dans lequel un calculateur de simulation (2) peut être raccordé au système, dans lequel le système présente un mode normal et un mode de simulation, et dans lequel le calculateur central (1) reçoit en mode normal, côté entrée des capteurs (4), des données réelles, lesdites données réelles étant utilisées pour le calcul de nouveaux états de système au moyen d'un logiciel logique spécifique au système et les nouveaux états de système étant amenés, côté sortie, aux moyens recevant les données, dans lequel le calculateur central (1), en mode de simulation, reçoit en provenance du calculateur de simulation (2) des données de simulation prédéfinies, lesquelles sont utilisées pour calculer de nouveaux états de système, **caractérisé en ce que** les données réelles des capteurs (4) sont au moins en partie écrasées en mode de simulation par les

données de simulation avant le calcul des nouveaux états de système, et **en ce que** les données de simulation sont utilisées conjointement avec les données réelles non écrasées pour calculer les nouveaux états de système au moyen du logiciel logique spécifique au système. 5

2. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** le procédé est utilisé à des fins de formation. 10

3. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** le procédé est utilisé à des fins de validation.

15

20

25

30

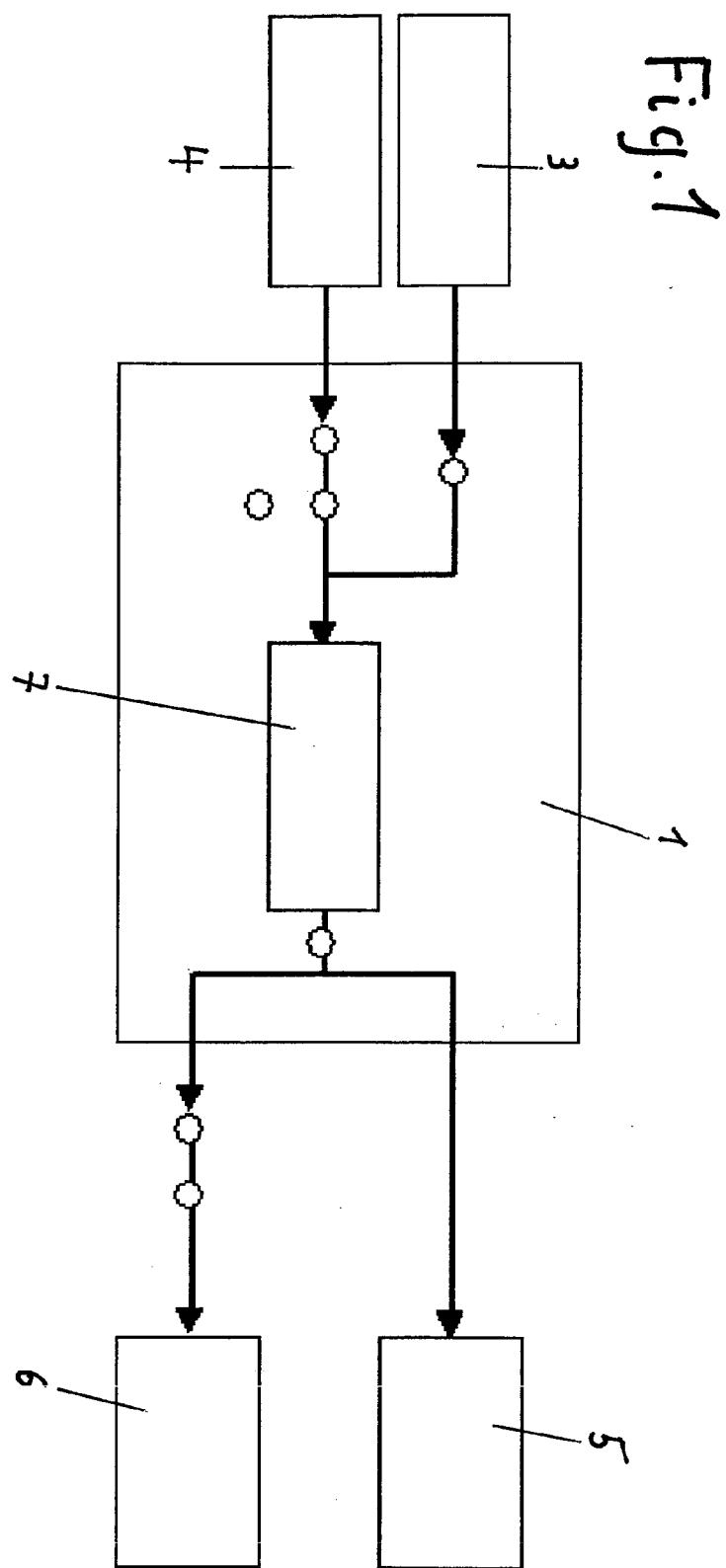
35

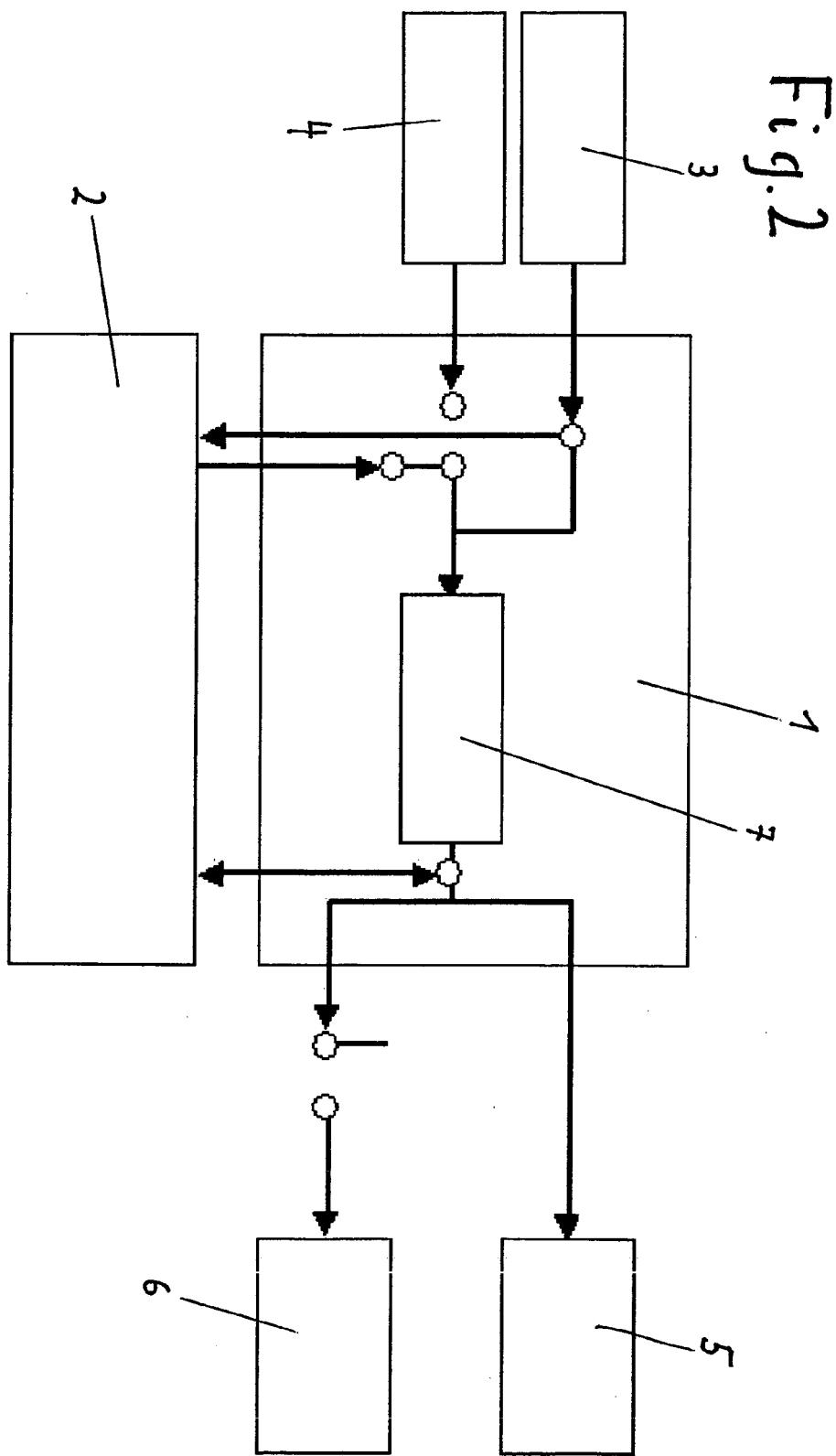
40

45

50

55





**IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE**

*Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.*

**In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente**

- EP 0947797 B1 [0004] [0006] [0008]