(19) Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11) Veröffentlichungsnummer: **0 249 679**
A2

(12) EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(21) Anmeldenummer: **87102683.7**

(51) Int. Cl.4: **F41G 5/24** , F41G 11/00

(22) Anmeldetag: **25.02.87**

(30) Priorität: **18.04.86 DE 3613097**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
23.12.87 Patentblatt 87/52

(84) Benannte Vertragsstaaten:
DE FR GB

(71) Anmelder: **Krupp MaK Maschinenbau GmbH**
Falckensteiner Strasse 2-4
D-2300 Kiel 17(DE)

(72) Erfinder: **Stabel, Dietmar, Dipl.-Ing.**
Robbenweg 12
D-2300 Kiel 17(DE)
Erfinder: **Hohensee, Heinz**
von der Wisch-Strasse 54
D-2300 Kiel 1(DE)

(74) Vertreter: **Hansmann, Dierk, Dipl.-Ing.**
Jessenstrasse 4
D-2000 Hamburg 50(DE)

(54) Feuerleitsystem für eine Waffenanlage eines Panzerfahrzeuges.

(57) Die Erfindung bezieht sich auf ein Feuerleitsystem für Panzerfahrzeuge, das aus Teilsystemen aufgebaut ist. Die einzelnen Teilsysteme sind autonom funktionsfähig und stehen über Schnittstellen miteinander in Verbindung. Bei einem Ausfall werden die Schnittstellen zu den ausgefallenen Teilsystemen unterbrochen und auf eine zur Bedienung zugänglichen Betriebsart umgeschaltet.

EP 0 249 679 A2

Feuerleitsystem für eine Waffenanlage eines Panzerfahrzeuges

Die Erfindung bezieht sich auf ein Feuerleitsystem für eine Waffenanlage eines Panzerfahrzeuges, insbesondere eines Kampfpanzers, mit Sensoren zum Erfassen der zum Richten der Waffe erforderlichen Bewegungs-und Positionsdaten, sowie der Waffenanlage zugeordneten Zielgeräten, Bedieneinheiten, Ladegeräten und Elektroniken aufweisenden Waffenricht-und Nachführgeräten.

Panzerfahrzeuge dieser Art müssen eine hohe Treffsicherheit gewährleisten, und zwar sowohl beim Schießen aus dem Stand als auch während der Fahrt auf stehende oder bewegte Ziele. Es ist daher üblich, Feuerleitsysteme zur Steigerung der Treffsicherheit einzusetzen, welche aber hohe Anforderungen in bezug auf die Zuverlässigkeit und die Funktionsfähigkeit bei Teilausfällen erfüllen müssen. Bisher war es üblich, die Funktionsfähigkeit einer Waffenanlage bei Störungen im Feuerleitsystem durch Umschalten auf Notbetrieb aufrechtzuerhalten. Ein solcher Notbetrieb gestattet es, eine Waffenanlage mit einem Hilfszielfernrohr von Hand oder mit hydraulischer Hilfsenergie zu richten und zu bedienen. Außerdem gestattet ein so aufgebautes Waffensystem, Teilausfälle durch ein bordeigenes Diagnosesystem zu ermitteln und bei Vorhandensein von Ersatzteilen durch Austausch betriebsfähig zu erhalten.

Da Ersatzteile bzw. Austauschgeräte für alle möglichen Einzelteile bzw. Stufen nicht in hinreichender Weise immer zur Verfügung stehen, ist es bei Störungen häufig erforderlich, auf Notbetrieb umzuschalten. Dies ist insbesondere dann unbefriedigend, wenn Störungen in lediglich einer Stufe ein Gesamtsystem ausschalten.

Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, ein Feuerleitsystem für ein Panzerfahrzeug vorzusehen, das bei Störungen praktisch ohne Einschränkungen funktionsfähig bleibt. Diese Aufgabe ist gemäß der Erfindung dadurch gelöst, daß das Feuerleitsystem aus autonom funktionsfähigen über Schnittstellen miteinander in Verbindung stehenden Teilsystemen besteht, die beim Ausfall in eine die Schnittstellen unterbrechende und für eine Bedienung zugängliche Betriebsart umschaltbar sind.

Die erfindungsgemäße Maßnahme bietet die Möglichkeit, ein Feuerleitsystem aus in sich autonomen Teilsystemen aufzubauen, diese gegebenenfalls redundant zu betreiben und zu versorgen, so daß bei einer Störund die Möglichkeit besteht, die funktionsfähig verbliebenen Teilsysteme weiter zu betreiben und sinnvoll miteinander zu koppeln. Die Leistungsfähigkeit eines Panzers bzw. damit ausgerüstetes Feuerleitsystems wird daher bei einer Störung nur wenig beeinträchtigt. Dabei kann ein Feuerleitsystem vorteilhafterweise auch gemäß den in den Unteransprüchen aufgeführten Merkmale aufgebaut werden.

Das Aufteilen einer Feuerleitanlage in autonome Teilsysteme bietet z.B. die Möglichkeit, das System in einer Grundausstattung mit einem einfachen Regelungsund Antriebskonzett zu betreiben. Ein solches Grundkonzept besteht z.B. aus einer mechanisch/hydraulischen bzw. mechanisch/elektrischen Waffenrichtanlage in Verbindung mit einem starr zugeordneten optischen Zielgerät. Bei einer solchen Grundausstattung ist eine Waffennachführung durch direkte Eingabe von Steuergrößen möglich. Durch Erfänzung der Grundausstattung mit weiteren Teilsystemen, wie Kommandanten-und Richt schützen-Sichtgeräten sowie mit entsprechenden Servoregelungs-Einrichtungen kann ein stabiler Servobetrieb, insbesondere mit einem Differenzialteil im Regelkreis sichergestellt werden. Dabei dürfen die Teilsysteme aber keine Trägheitssensoren, wie Kreisel oder Beschleunigungsmeßgeräte aufweisen, weil eine derartige Teilsystem-Kombination wegen der Redundanz durch zwei Sichtgeräte störanfällig ist. Wenn derartige Teilsysteme aber über Winkelmeßketten miteinander verknüpft werden, dann können damit einfache Betriebsarten wie Zielzuweisung und Waffennachführung realisiert werden.

Wird das erfindungsgemäße Feuerleitsystem durch einen Rechner, welcher die Feuerleitdaten zur Ermittlung der ballistischen Werte und der dynamischen Vorhaltrechnung durchführt, erweitert, so ergibt sich ein leistungsstarkes Feuerleitsystem, das für den Kampf aus dem Stand auf stehende oder bewegte Ziele mit hoher Treffersicherheit geeignet ist. Die Leistungsfähigkeit eines Feuerleitsystems kann darüber hinaus noch gesteigert werden, um den Kampf auch gegen bewegte und stehende Ziele ohne Einschränkungen, d.h. auch während der Fahrt durchführen zu können. Dies ist nur mit hochgenauen Sichtgeräten für den Kommandanten und den Richtschützen, d.h. stabilisierten Sichtgeräten und Waffennachführanlagen mit hoher Dynamik erreichbar. Dabei erfordert sowohl der Stabilisierungsbetrieb als auch der dynamische Nachführbetrieb einer Waffennachführanlage das Erfassen der auf die Teilsysteme wirkenden Störgrößen. Hierfür können bekannte Einrichtungen, im Regelfall Kreisel benutzt werden, welche normalerweise bei den zu stabilisierenden Teilsystemen unmittelbar an den zu stabilisierenden Achsen angebracht sind. Da solche Sensoren wegen der mechanischen Verknüpfung mit den bewegten Teilen der Systeme störanfällig sind wird erfin-

dungsgemäß vorgeschlagen, derartige Störgrößen mit einem externen Sensor in sogenannter Strapdowntechnologie zu erfassen. Bei einem Einsatz in einem Kampfpanzer kann ein derartiger Sensor vorzugsweise an besonders geschützer Stelle z.B. im Turm montiert werden und so in bezug auf den Montageort die entsprechenden Daten der Drehgeschwindigkeit bzw. der Position erzeugen. Die Verarbeitung dieser Sensorsignale in den zugeordneten Teilsystemen verlangt aber noch eine entsprechende Transformation in die teilsystemrelevanten Koordinatenebenen. Dies kann in einer Recheneinheit des Sensors oder in speziellen Informationsstufen in den Teilsystemen erfolgen. Die transformierten Daten werden dann zur Eigenstabilisierung der Sichtgeräte oder zur Vorstabilisierung der Waffennachführanlage in bekannter Weise benutzt.

Die Erfindung wird anhand der beiliegenden Zeichnung näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 ein Blockschaltbild eines erfindungsgemäßen Feuerleitsystems in einer Grundausstattung,

Fig. 2 ein um eine Rechnereinheit und ein Sensorsystem erweitertes Feuerleitsystem gemäß Fig. 1 und

Fig. 3 ein Feuerleitsystem in höchster Ausbaustufe.

Wie das Blockschaltbild nach Fig. 1 zeigt ist an einer Hauptwaffe 1 ein Hilfszielfernrohr 2 starr angebracht, so daß es von einer Waffennachführanlage 3 im Azimut und in der Elevation verstellbar ist. Die Waffennachführanlage 3 enthält in der Regel mechanisch/hydraulische oder mechanisch/elektrische Servosysteme, sowie die dazu gehörende Ansteuerelektronik. Die zur Ansteuerung der Waffennachführanlage erforderlichen digitalen Daten werden aus einem Datenbus 4 zugeführt. Wenn diese Daten aus irgend einem Grund nicht mehr zur Verfügung stehen, wie z.B. in einem Notfall, dann ist ein rein mechanisch/hydraulisches bzw. mechanisch/elektrisches Richten der Waffe mit einem Richtgriff 5 möglich. Bei einem solchen Richten wird die Zielrichtung mit dem Hilfszielfernrohr 2 ermittelt. Die Hauptwaffe 1, das Hilfszielfernrohr 2, die Waffennachführanlage 3 und der Richtgriff 5 stellen ein erstes autonomes Teilsystem 6 des Feuerleitsystems dar. Zwei weitere autonome Teilsysteme 7,8 und zwar zwei gleichartige Zielsysteme für den Kommandanten und den Richtschützen stehen mit dem Datenbus 4 ebenfalls in Verbindung. Diese Teilsysteme umfassen jeweils ein Zielgerät 9.10 eine Elektronik 11,12 sowie ein Anzeige-und Bediengerät 13,5. Das Anzeige-und Bediengerät 5 ist mit dem Richtgriff 5 kombiniert und ist sowohl dem Teilsystem 6 als auch dem Teilsystem 8 zugeordnet. Die Teilsysteme 7,8 schalten die Führungsgrößen für die Hauptwaffe 1 an den Datenbus 4 und an die Waffennachführanlage 3 (Servobetrieb). Das Feuerleitsystem in der Grundausstattung hat den Vorteil, mit einfach aufgebauten Teilsystemen verwirklicht werden zu können. Durch Verknüpfung über Winkelketten lassen sich einfache Feuerleitsysteme für den Kampf aus stehenden Fahrzeugen auf stehende Ziele aufbauen.

Wie aus Fig. 2 hervorgeht, kann ein einfaches Feuerleitsystem um einen Rechner 15 erweitert werden. Dieser Rechner 15 kann die Feuerleitrechnung wie Ermittlung der ballistischen Werte und des dynamischen Vorhaltes vornehmen und die Betriebsarten umschalten. Mit einer zusätzlichen Erweiterung, und zwar einer Sensoreinrichtung 16, mit zugehöriger Elektronik 17 kann das Feuerleitsystem auch für einen Kampf auf bewegte Ziele ausgelegt werden. Die Sensoreinrichtung 16 - schaltet ihre Daten ebenso wie die Elektronik 17 auf den Datenbus 4. Bei einer bevorzugten Ausführungsform kann für die Sensoreinrichtung 16 ein Sensor in sogenannter "Strapdown-Technologie" benutzt werden. Derartige Sensoren arbeiten ohne aufwendige feinmechanische Konstruktionen, wie Kardanrahmen, so daß sich mit einem derartigen Sensor die Zahl der störanfälligen Komponenten reduziert. Außerdem erlauben solche Sensoren ohne großen Aufwand auch eine Auswertung der Lagesignale zum Berechnen von Standorten sowie von Standortveränderungen. In bestimmten Fällen ist es sogar möglich, einen zusätzlichen Navigationsrechner 18 mit zugehöriger Anzeige- und Bedienkonsole 19 einzusetzen. Auch dieser Rechner kann direkt mit dem Datenbus 4 zusammenarbeiten.

Wie bereits erwähnt, ergibt sich durch den Einbau des Rechners 15 der Vorteil einer Leistungssteigerung, und zwar, um bei stehendem Panzerfahrzeug auf sich bewegende Ziele schießen zu können. Durch die weitere Integration von Trägheitssensoren in sogenannter "Strapdown-Technologie" lassen sich vollstabilisierte Sichtgeräte hoher Leistungsgüte sowie leistungsstarke Waffennachführanlagen für den dynamischen Betrieb herstellen. Dabei bedeutet der Einsatz von zwei Strapdown-Sensoren eine Redundanz dieser Komponenten und damit eine Steigerung der Zuverlässigkeit und der Genauigkeit für das Gesamtsystem.

Bei dem in Fig. 3 dargestellten System handelt es sich um ein Feuerleitsystem in seiner höchsten Ausbaustufe. Dieses Feuerleitsystem ist durch eine Ladeelektronik 20 für eine Ladevorrichtung 21 und eine Fahrgestellelektronik 22 ergänzt. Auch diese Einheiten stehen mit dem Datenbus in entsprechender Funktionsverbindung, wobei der Datenbus 4 hier als Ringleitung ausgebildet ist. Unterbrechungen im Datenbus 4 bedeuten daher nöch keinen Funktionsverlust. Koppeleinheiten 14 sorgen

hierbei für eine Erfassung von Fehlersignalen mit den dann notwendig werdenden Unterbrechungen der Datenbusleitung 4 sowie der Abtrennung fehlerhafter Teilsysteme. Auch die Energieversorgung für die autonomen Teilsysteme erfolgt über eine Ringleitung 23 aus einer Energieversorgungseinheit 24, z.B. einer Generator-Batterie-Einheit. Darüber hinaus sind Notkonsolen 25,26 für den Kommandanten und den Richtschützen sowie gegebenenfalls für den Fahrer und den Ladekanonier Anzeige-und Notkonsolen 27,28 vorgesehen.

Für den Fall, daß eines der Teilsysteme 6,7,8,15,17,20 oder 22 ausfällt, werden die verbleibenden Systeme aufgrund der durch den Ausfall erzeugten Ausfallkriterien programmgemäß auf einen stabilen Rückfallzustand geschaltet. Dieser Zustand wird auf den Notkonsolen 25 bis 28 der Besatzung angezeigt. Die Besatzungsmannschaft hat dann die Möglichkeit entweder die ausgefallenen Teilsysteme durch noch intakte Teilsysteme zu ersetzen oder die ausgefallenen Funktionen durch manuelle Eingaben zu ersetzen.

Das Feuerleitsystem der höchsten Leistungsstufe kann bei einem Ausfall von Teilsystemen auch auf weniger leistungsfähige Leistungsstufen zurückgeschaltet werden oder auf eine Notbetriebsart eingestellt werden. Das Aufteilen eines Feuerleitsystemes in autonome Teilsysteme bietet hierbei die Möglichkeit, verschiedene Waffensysteme unter Verwendung gleicher Teilsysteme unterschiedlich weit auszubauen, um z.B. bei hauptsächlich aus dem Stand schießenden Panzerfahrzeugen auf die Stabilisierung von Waffe und Zielgeräten zu versichten, dafür aber Lageinformationen im System zu verarbeiten. Dagegen können bei einem während der Fahrt schießenden Panzer die Stabilisierungssysteme nicht entbehrt werden. Hier kann dagegen auf die Lageinformation verzichtet werden.

Die Redundanz sowie eine unterschiedliche Ausstattung der Feuerleitsyteme mit gleichen Teilsystemen kann auch durch die Verwendung von Ringleitungen für die Informationsübertragung sowie für die Energieversorgung erreicht werden.

Ansprüche

1. Feuerleitsystem für eine Waffenanlage eines Panzerfahrzeuges, insbesondere eines Kampfpanzers, mit Sensoren zum Erfassen der zum Richten der Waffe erforderlichen Bewegungs-und Positionsdaten, sowie der Waffenanlage zugeordneten Zielgeräten, Bedieneinheiten, Ladegeräten und Elektroniken aufweisenden Waffenricht-und Nachführgeräten, dadurch gekennzeichnet, daß das Feuerleitsystem aus autonom funktionsfähigen, über Schnittstellen miteinander in Verbindung stehenden Teilsystemen (5,6,7) besteht, die beim Ausfall in eine die Schnittstellen unterbrechende und für eine Bedienung zugängliche Betriebsart umschaltbar sind.

2. Feuerleitsystem nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die autonomen Teilsysteme (5,6,7,8) durch einen die Feuerleitdaten berechnenden und die Betriebsarten steuernden Rechner (15) sowie einen digitalen Datenbus (4) miteinander verknüpft sind.

3. Feuerleitsystem nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß das Feuerleitsystem in seiner Grundausstattung aus durch Winkelmeßketten miteinander verknüpften Teilsystemen, wie einem mit einem optischen Zielgerät (2) versehenen mechanisch/hydraulisch bzw. mechanisch/elektrisch antreibbarem Waffenrichtgerät (5) besteht, dem eine Zieloptik und eine einen Servoregelkreis aufweisende Nachführelektronik (3) mit einer das Nachführsignal differenzierenden Stufe zugeordnet ist.

4. Feuerleitsystem nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß dem Feuerleitsystem ein externer Sensor (16) zum Einspeisen von Beschleunigungs-Drehgeschwindigkeits-und Positionssignale in den Datenbus (4) zugeordnet ist.

5. Feuerleitsystem nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß dem Feuerleitsystem weitere autonome Teilsysteme, wie für Geschoßzuführung (21,20) bzw. erfaßte Fahrgestelldaten (22) zugeordnet sind.

6. Feuerleitsystem nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Teilsysteme des Feuerleitsystemes über eine Datenbus-Ringleitung miteinander verknüpft sind und Einrichtungen zum Feststellen und Abtrennen der ausgefallenen Teilsysteme vom Datenbus aufweisen.

7. Feuerleitsystem nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Daten des über die Schnittstellen erfolgenden Datenaustausches beim Ausfall eines Teilsystemes zum Verarbeiten durch eine Bedienungsperson anzeigbar sind.

8. Feuerleitsystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Energieversorgung der Teilsysteme über eine Ringleitung erfolgt.

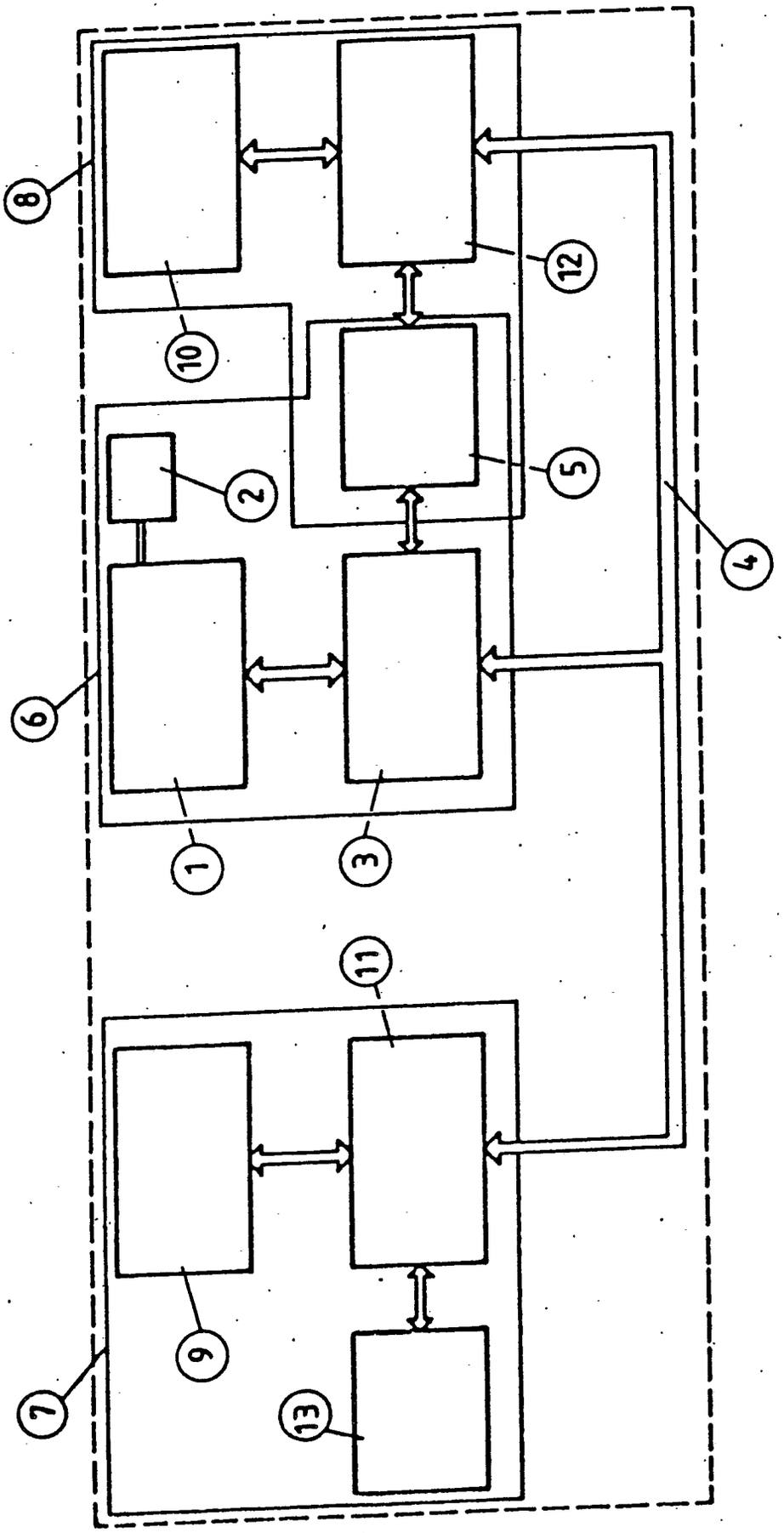


FIG.1

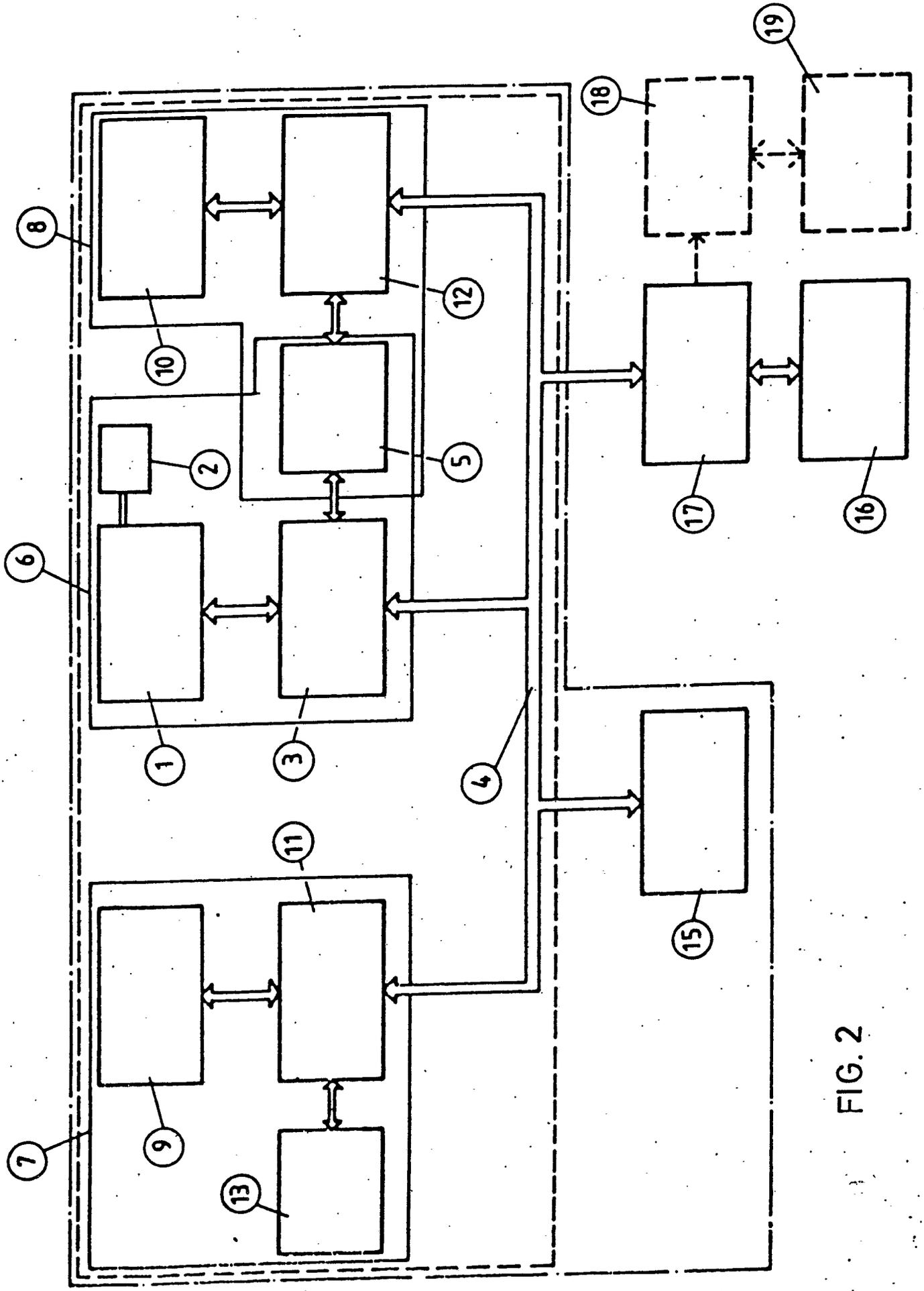


FIG. 2

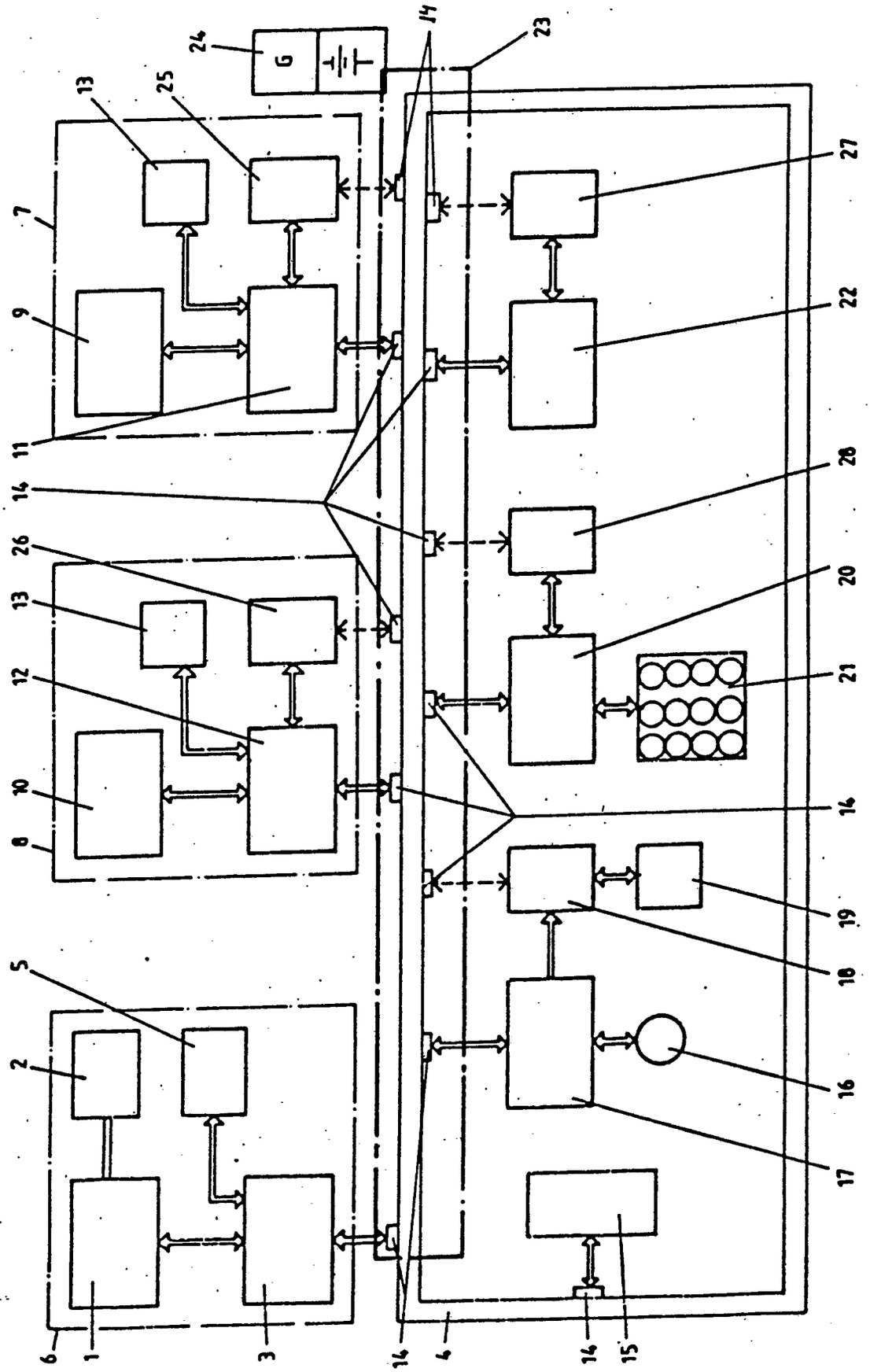

24
G
23
14
13
25
27
7
9
22
11
14
28
26
20
13
21
12
10
14
8
19
18
5
2
16
17
6
1
3
14
4
14
15

FIG. 3