

Brevet N° **86029**
 du 30 juillet 1985
 Titre délivré : **- 4 FEV. 1987**

GRAND-DUCHÉ DE LUXEMBOURG



Monsieur le Ministre
 de l'Économie et des Classes Moyennes
 Service de la Propriété Intellectuelle
 LUXEMBOURG

Demande de Brevet d'Invention

I. Requête

La soc.dite Firma Bleichert Förderanlagen GmbH, Industriestrasse, (1)
6960 Osterburken, République Fédérale d'Allemagne
représentée par E.Meyers & E.T.Freylinger, Ing.conseils en propr.ind., (2)
46 rue du Cimetière, Luxembourg, agissant en qualité de mandataires
dépose(nt) ce trente juillet mil neuf cent quatre vingt cinq (3)
 à 15⁰⁰ heures, au Ministère de l'Économie et des Classes Moyennes, à Luxembourg :
 1. la présente requête pour l'obtention d'un brevet d'invention concernant :
"Steuerungssystem für mehrere fahrerlose Fahrzeuge" (4)

2. la délégation de pouvoir, datée de Osterburken le 15 juillet 1985
 3. la description en langue allemande de l'invention en deux exemplaires;
 4. trois planches de dessin, en deux exemplaires;
 5. la quittance des taxes versées au Bureau de l'Enregistrement à Luxembourg.
 le trente juillet mil neuf cent quatre vingt cinq
déclare(nt) en assumant la responsabilité de cette déclaration, que l'(es) inventeur(s) est (sont) :
 (5)

revendique(nt) pour la susdite demande de brevet la priorité d'une (des) demande(s) de
 (6) --- déposée(s) en (7) ---
 le --- (8)
 au nom de --- (9)
olit(élisent) pour lui (elle) et, si désigné, pour son mandataire, à Luxembourg
46 rue du Cimetière, Luxembourg (10)
sollicite(nt) la délivrance d'un brevet d'invention pour l'objet décrit et représenté dans les
 annexes susmentionnées, — avec ajournement de cette délivrance à dis-huit mois. (11)

Les mandataires

II. Procès-verbal de Dépôt

La susdite demande de brevet d'invention a été déposée au Ministère de l'Économie et des Classes Moyennes, Service de la Propriété Intellectuelle à Luxembourg, en date du :

à 15⁰⁰ heures



Pr. le Ministre
 de l'Économie et des Classes Moyennes,
 p. d.

P A T E N T A N M E L D U N G

Steuerungssystem für mehrere fahrerlose Fahrzeuge

Firma Bleichert Förderanlagen GmbH
Industriestrasse
D - 6960 Osterburken

STEUERUNGSSYSTEM FÜR MEHRERE FAHRERLOSE FAHRZEUGE

Die Erfindung betrifft ein Steuerungssystem für mehrere fahrerlose Fahrzeuge, die entlang vorbestimmter, individueller, geschlossener Strecken eines Streckennetzes geführt werden.

Bei einem solchen Steuerungssystem kann das Streckennetz aus Schienen bestehen, in denen die fahrerlosen Fahrzeuge zwangsläufig mechanisch geführt sind. Das Streckennetz kann auch aus in der Fahrbahn verlegten Elementen bestehen, die von einem Taster des Fahrzeuges abgetastet werden, wobei der Taster dann entsprechende Lenksignale auslöst. Schließlich kann das Streckennetz auch imaginär sein und im Rahmen eines Steuerprogramms in einem Speicher des Fahrzeugs niedergelegt sei, wobei sich das Steuerprogramm an örtlichen Markierungen durch Abfühlen dieser Markierungen orientieren und/oder korrigieren kann. Auch ist es möglich, das Fahrzeug durch Fernbedienung entlang eines imaginären Streckennetzes zu führen.

In allen diesen Fällen ist es für eine einwandfreie Führung des Fahrzeuges nötig, ständig zu ermitteln, an welcher Stelle einer vorgesehenen, vom Fahrzeug abzufahrenden Strecke sich das Fahrzeug befindet. Diese Ermittlung auf möglichst einfache Weise so durchzuführen, daß die Ermittlungsergebnisse auch leicht weiterverarbeitet werden können, ist Aufgabe der Erfindung.

Die Erfindung löst diese Aufgabe dadurch, daß jedes Fahrzeug einen Wegzähler aufweist, der in Abhängigkeit vom zurückgelegten Weg weitergezählt wird, daß jede Strecke über einen gemeinsamen Nullpunkt des Streckennetzes geführt ist, daß am Nullpunkt ein Nullmarker angeordnet ist, daß an jedem Fahrzeug ein Markertaster angeordnet ist, der bei Überfahren des Nullmarkers ein Nullmarkersignal aus-

löst, und daß der Markertaster an den Wegzähler angeschlossen ist und durch das Nullmarkersignal den Wegzähler auf Null zurückschaltet.

Da die Fahrzeuge nur entlang geschlossener Strecken geführt werden, überfährt jedes Fahrzeug am Beginn einer neuen Strecke den Nullmarker. Von dem entsprechenden Nullpunkt ausgehend kann nun jede mögliche Strecke abgezählt sein, so daß der jeweilige Wegzählerstand immer eine eindeutige Position auf der betreffenden Strecke angibt. Die gewählte individuelle Strecke zusammen mit dem jeweiligen Wegzählerstand ergibt mithin eine eindeutige Information über die Position des Fahrzeuges im Streckennetz.

Aufgrund der Positionskenntnis kann über eine Fernbedienung oder auf anderem Wege das Fahrzeug oder es können die auf dem Fahrzeug angeordneten Funktionseinheiten zu besonderen Tätigkeiten angesteuert werden. Das muß, wenn es sich wie vorzugsweise vorgesehen um Fahrzeuge handelt, die in einer automatischen Produktionsanlage eingesetzt sind, bezogen auf die Position des Fahrzeuges, sehr genau geschehen.

Es können auf einer geschlossenen Strecke auch mehrere eindeutig codierte Nullmarker vorgesehen sein. Dann kann an jedem Nullmarker der Wegzähler auf Null zurückgestellt werden. Mit dem Wegzählerstand "Null" beginnt dann ein neuer Streckenabschnitt. Für jeden Streckenabschnitt kann das Fahrzeug Streckeninformationen, zum Beispiel Befehle zur Ansteuerung von Funktionseinheiten, bekommen, die abhängig sind vom jeweiligen Wegzählerstand. Diese Streckeninformationen können in einem Speicher niedergelegt sein, der im Fahrzeug oder in einer Zentrale untergebracht ist, von wo aus die gespeicherten Informationen dem Fahrzeug übermittelt werden können.

Aufgabe einer Weiterbildung der Erfindung ist es sicherzustellen, daß sich Zählfehler nicht über längere Strecken zu einem intolerablen Fehler aufaddieren können. Diese Weiterbildung ist dadurch gekennzeichnet, daß entlang der Strecken Kontrollmarker angeordnet sind, daß der Markertaster bei Überfahren eines Kontrollmarkers ein Kontrollmarkersignal auslöst, und daß der Wegzähler durch ein Kontrollmarkersignal auf eine diesem Kontrollmarkersignal zugeordnete Zählung korrigiert wird, sofern er diese Zählung nicht innehat.

Durch die Kontrollmarker wird der aufgezählte Zählerstand immer wieder korrigiert und man kann durch entsprechende räumliche Anordnung der Kontrollmarker sicherstellen, daß diese Korrektur immer erfolgt kurz bevor das Fahrzeug eine Position erreicht, die sehr genau bestimmt werden muß.

In Verbindung mit diesen Kontrollmarkern kann die Funktion des Wegzählers und der zugehörigen Einheiten überwacht werden. Das geschieht sehr einfach dadurch, daß eine Fehlerschaltung vorgesehen ist, die an den Wegzähler angeschlossen ist und bei Eintreffen eines Kontrollmarkersignals die eventuelle Abweichung des Wegzählerstandes von dem dem betreffenden Kontrollmarkersignal zugeordneten Zählerstand als Zählerfehler ermittelt und bei Überschreiten eines vorgegebenen Zählerfehlers ein Fehlersignal auslöst.

Aufgrund eines solchen Fehlersignals kann dann entweder das Fahrzeug automatisch stillgesetzt werden und/oder eine Überwachung informiert werden, die dann gegebenenfalls eingreifen kann.

Mehrere Fahrzeuge können auf einem Streckennetz in gegenseitiger Abhängigkeit geführt werden nach einem jedem Fahrzeug mitgegebenen Programm und in Abhängigkeit von der

Umgebungssituation, die das betreffende Fahrzeug durch entsprechende Tastorgane ermitteln muß. Einfacher und betriebssicherer ist aber eine zentrale Überwachung sämtlicher Fahrzeuge. Eine dementsprechend bevorzugte Ausgestaltung der Erfindung ist dadurch gekennzeichnet, daß eine an das Streckennetz angeschlossene Zentrale vorgesehen ist, von der die Fahrzeuge kontrolliert und geführt werden, daß zwischen den einzelnen Fahrzeugen einerseits und der Zentrale andererseits eine für die Fahrzeuge individuelle Kommunikationsverbindung in beiden Richtungen besteht, daß zu dieser Kommunikationsverbindung auf jedem Fahrzeug ein Sender gehört, der individuell von der Zentrale fernbedienbar ist, und daß der Wegzähler an den zugehörigen Sender angeschlossen ist. Der jeweilige Wegzählerstand kann von der Zentrale abfragbar sein und/oder er kann in Abhängigkeit vom Wegzählerstand selbsttätig an die Zentrale gesendet werden.

Diese Weiterbildung ermöglicht es auf einfache Weise, in der Zentrale Informationen über den Standort sämtlicher Fahrzeuge zu sammeln, indem die Zentrale beispielsweise die einzelnen Fahrzeuge zyklisch nacheinander nach ihrem Wegzählerstand abfragt. Dabei kann unterstellt werden, daß die jeweils von den Fahrzeugen befahrene Strecke in der Zentrale bekannt ist oder auf dem entsprechenden Wege vom Fahrzeug der Zentrale mitgeteilt wird.

Aufgrund dieses Informationsstandes kann die Zentrale Kollisionen verhindern. Das ist wichtig wenn das Streckennetz Verzweigungen und Einmündungen aufweist, weil an den Einmündungen, wenn keine besonderen Vorkehrungen getroffen sind, gleichzeitig zufahrende Fahrzeuge zusammenstoßen können. Auch ist es denkbar, daß ein Fahrzeug von hinten auf ein vorausfahrendes oder vorausstehendes Fahrzeug auffährt, wenn keine Vorkehrungen dagegen getroffen werden.

Eine erste Weiterbildung, die Kollisionen vermeidet, ist dadurch gekennzeichnet, daß das Streckennetz Verzweigungen und Einmündungen aufweist, daß zur Kollisionsverhinderung an einer Einmündung vor jeder Einmündung ein Halteplatz bestimmt ist, daß jedes Fahrzeug bei Erreichen des Halteplatzes anhält, wenn nicht von der Zentrale ein Durchfahrbefehl vorliegt, und erst weiterfährt, wenn der Durchfahrbefehl vorliegt, und daß die Zentrale einen Durchfahrbefehl dann und nur dann erteilt, wenn die übrigen Fahrstrecken der betreffenden Einmündung frei sind.

Eine zweite Weiterbildung, die Kollisionen vermeidet, ist dadurch gekennzeichnet, daß zur Vermeidung von Auffahrunfällen die Zentrale den jeweiligen Standort von hintereinander auf der gleichen Fahrstrecke fahrenden Fahrzeugen überwacht und bei Unterschreiten einer vorbestimmten Differenz des Zählerstandes der Wegzähler dieser beiden Fahrzeuge das hinterherfahrende Fahrzeug vorübergehend zu einer langsameren Fahrgeschwindigkeit umsteuert oder anhält.

Diese beiden Weiterbildungen können auch vorteilhaft miteinander kombiniert eingesetzt werden.

Die Ansteuerung des Wegzählers mit Zählimpulsen in Abhängigkeit vom zurückgelegten Weg kann über ein berührungsloses Tastorgan erfolgen, das an der Fahrbahn angebrachte geometrische Markierungen oder die Unebenheiten und andere Details der überfahrenen Fahrbahn abtastet und aus den Abtastergebnissen die Zählimpulse ableitet.

Ein sehr einfaches Tastorgan ist ein vom Fahrzeug mitgeführtes Zählrad, das auf der Fahrbahn in Fahrtrichtung rollt und einen Zählimpulsgeber antreibt, dessen Zählimpulse an den zugehörigen Wegzähler gelangen. Im einfachsten Fall ist das Zählrad ein tragendes Laufrad des Fahr-

zeuges. Dann genügt als Zusatzaufwand der Zählimpulsgeber. In einem solchen Fall setzt man als Zählrad am besten ein nicht gelenktes Laufrad ein, weil dann die üblicherweise pendelnden Ausschläge der gelenkten Räder die Wegzählung nicht so stark verfälschen können.

Für eine besonders sichere und genaue Wegzählung empfiehlt sich eine Ausgestaltung der Erfindung, die dadurch gekennzeichnet ist, daß das Zählrad ein in der Fahrzeugmitte ohne Tragfunktion mitlaufendes Rad ist, das durch eine Rückstellkraft in gleichmäßigem Fahrbahnkontakt gehalten wird, daß ein Schwenklager vorgesehen ist, mit dem das Zählrad um eine zur Fahrbahn senkrechte Achse schwenkbar am Fahrzeug gelagert ist und daß die Radachse des Zählrades gegenüber der Schwenkachse nachgezogen gelagert ist.

Wie bereits eingangs erwähnt, kann das Streckennetz auf verschiedene Weise gebildet sein. Die Erfindung ist auf alle diese Arten von Streckennetzen anwendbar, auch auf kombinierte Ausgestaltungen. Sie ist aber bevorzugt anwendbar bei einem Streckennetz mit induktiver Führung entlang eines in der Fahrbahn verlegten Führungsdrahtes. Diese Ausgestaltung ist einfach zu verwirklichen und betriebssicher. Sie ist Gegenstand des Anspruchs 10.

Die Erfindung wird nun anhand der beigefügten Zeichnung näher erläutert.

In der Zeichnung zeigt:

- Figur 1 im Blockschaltbild ein Steuerungssystem,
und zwar in Figur 1A die Ausrüstung der
Zentrale und in Figur 1B die Ausrüstung
eines Fahrzeuges,
Figur 2 ein Streckennetz, das aus Führungsdrähten
gebildet ist, die in die Fahrbahn verlegt
sind,
Figur 3 im Blockschaltbild ein Steuerungssystem,
dessen Fahrzeuge induktiv entlang von
Führungsdrähten des Streckennetzes nach
Figur 2 gesteuert werden,
Figur 4 ein entsprechend Figur 3 ausgerüstetes
Fahrzeug im Schnitt III aus Figur 5,
Figur 5 die Ansicht gemäß dem Pfeil V aus Figur
4, und
Figur 6 ein Zählrad für den Wegzähler eines Fahr-
zeugs.

Die in Figur 1B durch die strichpunktierte Linie 3 umfah-
renen Teile sind in einem fahrerlosen Fahrzeug angeordnet.
Entsprechend sind auch weitere Fahrzeuge, die auf dem
gleichen Streckennetz fahren, ausgerüstet.

Bei dem Steuerungssystem nach Figur 1 kann das zugehörige
Streckennetz imaginär oder real im Boden verlegt sein. Der
Null-Marker, der den Null-Punkt aller Strecken des
Streckennetzes bestimmt, ist jedoch real und in Figur 1
mit 1 bezeichnet. Er ist auf der in Figur 1 angedeuteten
Fahrbahn 2 in Form einer Farbmarke aufgetragen.

Mit 4 ist eine Steuerschaltung bezeichnet, die einen Lenk-
antrieb 5 und einen Fahrzeugantrieb 6 ansteuert. Mit dem
Fahrzeugantrieb 6 wird das Fahrzeug zur Vorwärtsfahrt oder
Rückwärtsfahrt angetrieben, mit dem 1 kantrieb 5 wird die

Steuerung der steuerbaren Räder des Fahrzeuges angetrieben. Mit 7 ist ein von außen zugängliches Bedienungspult bezeichnet, zu dem auch außen am Fahrzeug angebrachte Fühl- und Tastorgane gehören. Mit dem Bedienungspult 7 kann die Steuerschaltung 4 angesteuert werden und sie kann mit einem Fahrprogramm beaufschlagt werden. Dieses Fahrprogramm enthält das imaginäre Streckennetz und imaginäre Markierungspunkte, die bestimmten Positionen dieses Streckennetzes zugeordnet sind.

Mit 8 und 9 sind zwei Markertaster bezeichnet, die unten am Fahrzeug in einer Position angeordnet sind, in der sie die neben der Fahrstrecke angeordneten Null-Marker 1 und weitere Marker, die überfahren werden, abtasten können. Die Markertaster arbeiten berührungslos. Sie können optisch, elektrisch, magnetisch oder auf Ultraschallbasis abtastend ausgebildet sein. Die Marker sind dann entsprechend ausgebildet. Bei einem optisch ausgerüsteten Markertaster genügt ein Farbfleck als Marker auf der Fahrbahn. Der Markertaster 8 ist für Vorwärtsfahrt, der Markertaster 9 für Rückwärtsfahrt, die Umschaltung erfolgt in einem Markerschalter 10, angesteuert von der Steuerschaltung 4. Die Signale der Markertaster gelangen in einen Decoder 11, der den Markertastern nachgeschaltet ist. Die einzelnen Marker sind unter Umständen unterschiedlich ausgestaltet, zum Beispiel können sie sich geometrisch oder farblich unterscheiden, so daß die Markertaster entsprechend unterschiedliche Tastsignale erzeugen. Diese unterschiedlichen Tastsignale werden in dem Decoder 11 zu entsprechend unterschiedlichen Steuersignalen decodiert. Diese Steuersignale gelangen an die Steuerschaltung 4, an eine Fehlerschaltung 12 und an einen Wegzähler 13.

Die Markerschaltung 10, der Decoder 11, die Fehlerschaltung 12, der Wegzähler 13, der Zählimpulsgeber 15 und die Grenzwertschaltung 16 bilden eine Wegzähleinrichtung 49.

Der Wegzähler 13 ist an ein Zählrad 14 angeschlossen, das beim fahrenden Fahrzeug auf der Fahrbahn 2 mit der Fahrgeschwindigkeit des Fahrzeuges rollt. Bei dem Zählrad kann es sich zum Beispiel um ein tragendes Rad des Fahrzeuges handeln oder um ein gesondertes, nachgezogenes Zählrad, wie es beispielsweise weiter unten anhand von Figur 6 noch erläutert wird.

Das Zählrad 14 treibt einen Zählimpulsgeber 15, der daraufhin Zählimpulse in Abhängigkeit von dem abgerollten Weg erzeugt, die an den Wegzähler 13 gelangen. Der Wegzähler 13 wird von dem von dem Null-Marker 1 ausgelösten Markersignal auf Null gesetzt und zählt dann weiter. Das Streckennetz ist so angelegt, daß alle Strecken über diesen gemeinsamen Null-Marker 1 führen.

An den einzelnen Strecken sind weitere, bestimmter Zählung zugeordnete Kontrollmarker angebracht, die, wenn sie überfahren werden, ein Kontrollmarkersignal abgeben, das in dem Decoder 11 einer ganz bestimmten Zählung des Wegzählers zugeordnet wird. Dieses Kontrollmarkersignal gelangt in den Wegzähler und schaltet ihn auf die betreffende Zählung um. Auf diese Weise werden Zählfehler laufend ausgeglichen. Die jeweilige Ist-Zählerstellung des Wegzählers und die sich aus den betreffenden Kontrollmarkersignalen ergebende Soll-Zählerstellung werden in der Fehlerschaltung 12 verglichen und aus der Differenz wird ein Differenzsignal abgeleitet, das an eine Grenzwertschaltung 16 gelangt. Wenn das Grenzwertsignal einen bestimmten, der Grenzwertschaltung 16 eingeprägten Wert überschreitet, löst die Grenzwertschaltung ein Fehlersignal aus, das an die Steuerschaltung 4 gelangt, die daraufhin den Fahrzeugantrieb 6 abschaltet. Auf diese Weise wird die Zählung des Wegzählers ständig überprüft, kleine Fehler werden korrigiert und bei größeren Fehlern erfolgt ein

Eingriff, im Beispiel Abschaltung des Antriebs. Die Zählerstellung des Wegzählers 13 wird in die Steuerschaltung 4 eingesteuert, so daß dort aufgrund der Zählerstellung die Position des Fahrzeuges auf der jeweils vorgegebenen Strecke bekannt ist.

Mit der bis jetzt beschriebenen Ausrüstung kann das Fahrzeug einem in die Steuerschaltung 4 eingegebenen Programm folgen und auf einem imaginären Streckennetz fahrerlos fahren. Die nachfolgend zu beschreibenden Teile dienen zur Steuerung mehrerer Fahrzeuge auf dem gleichen Streckennetz unter der Regie einer Zentrale.

Die für alle diese Fahrzeug gemeinsame Zentrale ist in Figur 1A dargestellt und mit den durch die strichpunktier- te Linie 20 umfahrenen Teilen bestückt. Dazu gehört ein von außen bedienbares Bedienungspult 21, das ein Steuerger- rät 22 ansteuert. Dieses Steuergerät erzeugt aufgrund ei- nes vorgegebenen Programms Befehle und empfängt Informa- tionen von den einzelnen Fahrzeugen. Zur Kommunikation mit den einzelnen Fahrzeugen dient eine Funkstrecke, es sind aber auch andere Übermittlungswege möglich. Mit 23 ist ein an das Steuergerät 22 angeschlossener Sender/Empfänger be- zeichnet, dessen zugehörige Antenne mit 24 bezeichnet ist.

An jedem Fahrzeug ist eine Antenne 25 angeordnet, die zu einem Sender/Empfänger 26 gehört. An den Sender/Empfänger ist ein Steuergerät 27 angeschlossen, das von der Steuer- schaltung 4 und von Funktionseinheiten 28 des betreffenden Fahrzeugs Informationen erhält und auch an diese Informa- tionen abgeben kann. Die Informationen der Steuerschaltung 4 und der Funktionseinheiten 28 betreffen unter anderem den jeweiligen Wegzählerstand, das Vorliegen eines Fehler- signals an der Grenzwertschaltung 16, die in der Steuer- schaltung ausgewählte Fahrstrecke und die Zustände der einzelnen Funktionseinheiten. Diese Informationen werden

in einem Speicher des Steuergerätes 27 digital abgespeichert und können von dort über ein von der Zentrale ausgesendetes Abfragesignal abgefragt werden. Das Abfragesignal oder ein Befehl der Zentrale wird durch ein Adressenwort codiert, das dem betreffenden Fahrzeug eindeutig zugeordnet ist, so daß immer nur das eine von der Zentrale angesprochene Fahrzeug auf das Abfragesignal beziehungsweise den Befehl antwortet. In entsprechend umgekehrter Weise gibt ein Fahrzeug seine Nachricht an die Zentrale, die durch ein dem betreffenden Fahrzeug eindeutig zugeordnetes Adressenwort derart gesichert ist, daß jede von der Zentrale empfangene Nachricht dem absendenden Fahrzeug eindeutig zugeordnet werden kann.

Die Ausgestaltung der Fahrzeuge und des Zählrades für das im Zusammenhang mit Figur 1 beschriebenen Ausführungsbeispiel kann wie in Figur 4 bis 6 dargestellt und im zugehörigen Text nachfolgend beschrieben erfolgen. Die Fahrzeuge gemäß Figur 4 und 5 sind mit nach unten gerichteten Antennen ausgestattet. Diese wird man für das Ausführungsbeispiel nach Figur 1 möglicherweise nach oben richten und außerdem braucht man für das Ausführungsbeispiel nach Figur 1 nicht die an den Fahrzeugen nach Figur 4 und 5 vorgesehenen Führungstaster.

Anhand der nachfolgenden Figuren wird nun ein Ausführungsbeispiel beschrieben, bei dem das Streckennetz ein Führungsnetz 50 ist, das gebildet ist durch Führungsdrähte 52, 53, 54, die in einer Ebene parallel zur Fahrbahn 51, wenige Zentimeter unterhalb der Fahrbahn in den Boden verlegt sind. Die Führungsdrähte sind an eine Zentrale 55 angeschlossen. Die Zentrale weist einen Führungsstromgenerator 56 auf, der ausgangsseitig an die Führungsdrähte angeschlossen ist und diese mit einem Führungswechselstrom beaufschlägt.

Die Teile, die in Figur 3 durch die strichpunktierte Linie 58 umfahren sind, gehören zur Zentrale 55. Die Teile, die in Figur 3 durch die strichpunktierte Linie 57 umfahren sind, gehören zu einem Fahrzeug 60. Andere Fahrzeuge, die auf dem gleichen Streckennetz fahren, sind genauso ausgerüstet, ihnen ist nur ein anderes Adressenwort zugeordnet.

Ein Fahrzeug, zum Beispiel das Fahrzeug 60, weist wie jedes andere auf diesem Führungsnetz 50 betriebene Fahrzeug einen Führungstaster 61 auf, der mindestens zwei Induktionsspulen 63, 64 aufweist, die koaxial nebeneinander angeordnet sind, und zwar mit einer Achsrichtung parallel zur Fahrbahn und senkrecht zur Fahrtrichtung. Der Führungstaster 61 ist an eine der Steuerschaltung 4 aus Figur 1 entsprechende Steuerschaltung 65 angeschlossen, die eine dem Führungstaster 61 nachgeordnete Auswerterschaltung 66 aufweist. Statt der Induktionsspulen 63 und 64 können auch anders ausgestaltete Magnetfeldtaster vorgesehen sein.

Das Führungsnetz 50 verzweigt sich, und zwar an Weichen 88, 89. Die verzweigten Führungsdrähte sind sämtlichst über einen Kondensator 82, 83, 84 zur Masse abgeschlossen. Die betreffenden Leitungsabschnitte, in denen die Kondensatoren liegen, sind fast rechtwinklig gegenüber dem Führungsdraht abgeknickt, so daß von diesen Leitungsabschnitten keine die Induktionsspulen 63, 64 störende Induktion ausgehen kann. Durch die Abschlüsse werden zwei weitere Weichen 85, 86 und ein Übergang 87 gebildet. Die dadurch entstehenden Lücken sind so klein, daß das Fahrzeug induktiv geführt darüberfahren kann. Beim Überfahren der Weichen wird der Führungstaster entsprechend der gewünschten Fahrtrichtung umgeschaltet. Diese Umschaltung kann entweder erfolgen, indem ein anderes in der Zeichnung nicht dargestelltes Induktionsspulenpaar oder weitere andere Induktionsspulen eingeschaltet werden, oder indem der Füh-

rungstaster in seiner Lage am Fahrzeug räumlich verschoben wird. Bei Vorwärtsfahrt gemäß Pfeil 105 bilden die Weichen 88, 89 Verzweigungen und die Weichen 85, 86 Einmündungen. Bei Rückwärtsfahrt ist es umgekehrt.

Während der Fahrt richtet sich das Fahrzeug immer so aus, daß die beiden Induktionsspulen 63, 64 den jeweils angesteuerten Führungsdraht 52 in die Mitte nehmen. In den beiden Induktionsspulen 63, 64 werden durch den Führungswechselstrom des Führungsstromgenerators 56 über den angesteuerten Führungsdraht 52 Führungswechselströme erzeugt, aus denen in der Auswertschaltung 66 ein Lenksignal abgeleitet wird, das an den dem Lenkantrieb 5 aus Figur 1 entsprechenden Lenkantrieb 67 gelangt, wodurch das Fahrzeug entlang einer ausgewählten Strecke des Führungsnetzes 50 selbsttätig gesteuert wird.

In dem Fahrzeug 60 ist eine der Wegzähleinrichtung 49 entsprechende Wegzähleinrichtung 70 installiert, die genauso ausgerüstet ist und betrieben wird wie die Wegzähleinrichtung 49 aus Figur 1. Mit 71 ist ein dem Zählrad 14 entsprechendes Zählrad bezeichnet, das über den Zählimpulsgeber 72 an den Wegzähler 73 angeschlossen ist. Mit 78, 79 sind zwei Markertaster bezeichnet, die entsprechend wie die Markertaster 8 und 9 an den Markerschalter 77 angeschlossen sind. Außerdem ist eine Fehlerschaltung 75, ein Decoder 75 und eine Grenzwertschaltung 76 vorgesehen. Mit 80 ist eine Null-Markierung und mit 81 die Fahrbahn bezeichnet. Die Wegzähleinrichtung 70 ist genauso ausgebildet wie die Wegzähleinrichtung 49 und arbeitet in Zusammenhang mit dem Zählrad 71 und den Markertastern 78, 79 mit der Steuerschaltung 65 zusammen entsprechend wie im Text zu Figur 1 für die Wegzähleinrichtung 49 und die Steuerschaltung 4 erläutert.

Die beiden Markertaster 78, 79 sind in der vertikalen

Längsmittle unten am Fahrzeug angeordnet, und zwar der Markertaster 78 für die Vorwärtsfahrt gemäß Pfeil 90 rechts neben der Längsmittle und der Markertaster 79 für die Rückwärtsfahrt links neben der Längsmittle. Die Markertaster werden entsprechend der gewählten Fahrtrichtung im Markerschalter 77 einzeln eingeschaltet. Sie sind auf den neben der Fahrbahn angeordneten Null-Marker 80 und weitere Kontrollmarker 91 bis 98 gerichtet, denen ganz bestimmte Zählungen des Wegzählers zugeordnet sind, durch die, wie im Text zu Figur 1 erläutert, der Zählerstand des Wegzählers 73 korrigiert und gegebenenfalls ein Fehlersignal ausgelöst werden kann. Bei diesen Markern handelt es sich um Farbflecken auf der Fahrbahn und die Markertaster sind entsprechend optisch ausgerüstet.

Das Fahrzeug 60 ist zweiachsig und vierrädrig. Die Räder 101, 102 der vorderen Achse 103 sind lenkbar durch den Lenkantrieb 67. Die lenkbare Radachse 103 ist um die vertikale Achse 104 schwenkbar. Mit der Radachse schwenkt der an der Radachse befestigte Führungstaster 61, so daß die gemeinsame Achse 110 der beiden Induktionsspulen 63, 64 immer rechtswinklig zur angesteuerten Fahrtrichtung steht. Wenn die lenkbare Radachse 103 insgesamt nicht schwenkbar ist sondern nur die Räder 101, 102 entsprechend lenkbar sind, dann ist der Führungstaster 61 an einem entsprechenden Gestänge angebracht, durch das er im selben Winkel wie die Räder geschwenkt wird.

In der Fahrzeugmitte ist unten am Fahrzeug das Zählrad 71 gelagert. Das Zählrad ist drehbar um die Radachse 100 in einer Gabel 111 gelagert. Die Gabel 111 ist schwenkbar um eine vertikale Schwenkachse 112 an einem Drehteller 113 gelagert. Der Drehteller 113 ist schwenkbar um eine vertikale Achse 114 unten am Fahrzeug in einem Schwenklager 99 gelagert. Die Gabel 111 stützt sich über eine Druckfeder 115 am Drehteller 113 ab. An der Gabel 111 ist der

Zählimpulsgeber 72 angeordnet, der bei jeder Umdrehung des Zählrades eine Folge von fünfundzwanzig Zählimpulsen erzeugt. Das Zählrad 71 läuft also ohne Tragfunktion mit und wird durch die Rückstellkraft der Feder 115 in ständigem, hinreichenden Kontakt mit der Fahrbahn 81 gehalten. Die Gabel 111 und damit auch die Radachse 100 wird immer nachgezogen gegenüber der Schwenkachse 112. Bei jeder Kurve schwenkt der Drehteller entsprechend, so daß die Gabel 111 immer nach hinten weist und das Zählrad ohne zu radieren sauber auf der Fahrbahn rollt. Diese Lagerung des Zählrades 71 ist vorzugsweise nur für Vorwärtsfahrt vorgesehen. Für ein Fahrzeug, das auch mit Rückwärtsfahrt betrieben wird, empfiehlt sich eine andere, gegebenenfalls abgeänderte Lagerung des Zählrades 71, bei der sichergestellt ist, daß das Zählrad bei Rückwärtsfahrt rückwärts rollt. An das Zählrad wird dann ein vorwärts und rückwärts zählender Wegzähler angeschlossen, so daß sich zwischen Wegzählerstand und Stand des Fahrzeuges auf der Strecke eine eindeutige Beziehung ergibt, ohne daß man wegen der Rückwärtsfahrt Umrechnungen vornehmen muß.

Die Steuerschaltung 65 wird bedient durch ein dem Bedienungspult 7 entsprechendes Bedienungspult 120 und steuert auch den Fahrzeugantrieb 121. Die Fahrbewegung des Fahrzeuges auf dem Führungsnetz 50 kann aufgrund der bis jetzt beschriebenen Teile nach einem in der Steuerschaltung 65 vorliegenden Programm erfolgen unter Berücksichtigung der Steuerimpulse aus der Wegzähleinrichtung 70. Es ist aber auch möglich, die diversen Fahrzeuge, die auf dem Führungsnetz 50 fahren, zusätzlich von der Zentrale 55 aus zu führen. Die dazu erforderliche Kommunikation kann bei diesem Ausführungsbeispiel unter Ausnutzung des Führungsleiters erfolgen. Die Informationsübermittlung von der Zentrale 55 zu den einzelnen Fahrzeugen erfolgt digitalisiert durch Umtastung der Frequenz F des Führungswechselstroms. Für den Führungswechselstrom gilt $F = 5,6 \text{ kHz}$. Für eine

digitale "0" wird die Frequenz F um 500 Hz niedriger getastet auf 5,1 kHz und für eine digitale "1" wird die Frequenz F höher getastet auf 6,1 kHz.

Die Schwingkreise der Induktionsspulen 63, 64 eingangsseitig an der Auswertschaltung 66 sind so weit gedämpft auf die Führungswechselstromfrequenz F abgestimmt, daß die Auswertung durch diese Tastung nicht gestört wird. An die eine Induktionsspule 64 ist ein Frequenzdiskriminator 122 angeschlossen, der die durch Frequenzumtastung aufgeprägten Digitalsignale zurückgewinnt und an ein dem Steuergerät 27 entsprechendes Steuergerät 123 weiterleitet. Das Steuergerät 123 steuert entsprechend wie das Steuergerät 27 Funktionseinheiten 150 an und nimmt von diesen Funktionseinheiten auch Signale auf, die die jeweilige Funktion der Funktionseinheit kennzeichnen und gegebenenfalls an die Zentrale weitergemeldet werden sollen. Eine entsprechende Informationsverbindung besteht auch zwischen der Steuerschaltung 65 und dem Steuergerät 123.

Auf Seiten der Zentrale ist ein Steuergerät 130 vorgesehen, das von einem Steuerpult 131 bedient werden kann. Das Steuergerät steuert mit der digitalisierten auszusendenden Nachricht einen Frequenzumschalter 131 an, der die Frequenz des Führungsstromgenerators 56 entsprechend umtastet.

Für die Nachrichtenübermittlung von einem Fahrzeug zur Zentrale ist ein Sender 135 vorgesehen, der an das Steuergerät 123 angeschlossen ist und mit einer Sendefrequenz f tastet, die fünf bis zehn mal so hoch ist wie die Frequenz F des Führungswechselstroms. Diese Sendefrequenz f wird entsprechend der zu sendenden Digitalnachricht ein- und ausgetastet.

Es sind am Fahrzeug zwei Sendeantennen 136, 137 vorgese-

hen, die in der vertikalen Längsmittlebene angeordnet sind, und zwar die eine Sendeantenne 137 vorn am Fahrzeug und die andere 136 hinten am Fahrzeug, so daß mindestens immer eine dieser Antennen dem Führungsdraht 52 gegenübersteht, auch dann wenn eine der Lücken, zum Beispiel die bei der Weiche 86 überfahren wird. Die Sendefrequenz f wird über das Führungsnetz 50 an die Zentrale übertragen und gelangt dort in einen Empfänger 140, dem ein Decodierer 141 nachgeordnet ist, der die empfangenen Digitalsignale an die Steuerschaltung 130 weitermeldet.

Auf dem Führungsnetz 50 können mehrere Fahrzeuge unabhängig voneinander fahren, die genauso ausgerüstet sind wie das Fahrzeug 60. Jedem dieser Fahrzeuge ist aber ein besonderes Adressenwort zugeordnet. Alle Nachrichten der Zentrale, die nicht durch das zugehörige Adressenwort adressiert sind, werden von den Fahrzeugen ignoriert, und die Zentrale erkennt dasjenige Fahrzeug, das eine eingehende Nachricht abgesandt hat, an dem zugehörigen, jeweils mitgesendeten Adressenwort. Die Zentrale kann den Fahrzustand und auch den Funktionszustand der einzelnen Fahrzeuge mit Hilfe des Kommunikationssystems überwachen. Sie kann insbesondere Kollisionen verhindern.

Zur Kollisionsverhinderung an einer Einmündung muß vor jeder Einmündung ein Halteplatz bestimmt sein. Sobald der Zählerstand des Wegzählers die dem Halteplatz entsprechende Zählung erreicht hat, schaltet die Steuerschaltung 65 den Fahrzeugantrieb 121 aus, bis von der Zentrale ein Durchfahrbefehl vorliegt, worauf dann die Steuerschaltung 65 den Fahrzeugantrieb 121 wieder einschaltet. Die Zentrale erteilt den Durchfahrbefehl dann und nur dann, wenn die übrigen Fahrstrecken der betreffenden Einmündung frei sind. Ein solcher Halteplatz kann durch einen Kontrollmarker definiert sein, er kann aber auch durch einen beliebigen Wegzählerstand definiert sein. Es empfiehlt sich, an

Stellen des Streckennetzes, an denen es auf eine genaue Stellung des Wegzählers ankommt, einen Kontrollmarker anordnen oder in unmittelbarer Nähe davor - unbedingt nötig ist das allerdings nicht.

Zur Vermeidung von Auffahrunfällen kann die Zentrale den jeweiligen Standort von hintereinander auf der gleichen Fahrstrecke fahrenden Fahrzeugen überwachen. Sie überwacht dabei auch ständig den Wegzählerstand der hintereinander fahrenden Fahrzeuge und kann dann bei Unterschreiten einer vorbestimmten Differenz des Zählerstandes das hinterherfahrende Fahrzeug vorübergehend zu einer langsameren Fahrgeschwindigkeit umsteuern oder anhalten und auf die Weise Kollisionen verhindern.

PATENTANSPRÜCHE

1. Steuerungssystem für mehrere fahrerlose Fahrzeuge, die entlang vorbestimmter, individueller, geschlossener Strecken eines Streckennetzes geführt werden, dadurch gekennzeichnet,

daß jedes Fahrzeug (60) einen Wegzähler (13) aufweist, der in Abhängigkeit vom zurückgelegten Weg weitergezählt wird,

daß jede Strecke (52, 53, 54) über einen gemeinsamen Nullpunkt des Streckennetzes (50) geführt ist,

daß am Nullpunkt ein Nullmarker (80) angeordnet ist,

daß an jedem Fahrzeug ein Markertaster (78, 79) angeordnet ist, der bei Überfahren des Nullmarkers ein Nullmarkersignal auslöst, und

daß der Markertaster an den Wegzähler angeschlossen ist und durch das Nullmarkersignal den Wegzähler auf Null zurückschaltet.

2. Steuerungssystem nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet,

daß entlang der Strecken (52, 53, 54) Kontrollmarker (91 - 98) angeordnet sind,

daß der Markertaster (78, 79) bei Überfahren eines Kontrollmarkers ein Kontrollmarkersignal auslöst, und

daß der Wegzähler (13) durch ein Kontrollmarkersignal auf eine, diesem Kontrollmarkersignal zugeordnete Zählung korrigiert wird, sofern er diese Zählung nicht innehat.

3. Steuerungssystem nach Anspruch 1 und 2, dadurch gekennzeichnet,

daß eine Fehlerschaltung (74) vorgesehen ist, die an den Wegzähler (13) angeschlossen ist und bei Eintreffen eines Kontrollmarkersignals die eventuelle Abweichung des Wegzählerstandes von dem dem betreffenden Kontrollmarkersignal zugeordneten Zählerstand als Zählfehler ermittelt

und bei Überschreiten eines vorgegebenen Zählfehlers ein Fehlersignal auslöst.

4. Steuerungssystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet,

daß eine an das Streckennetz (50) angeschlossene Zentrale (55) vorgesehen ist, von der die Fahrzeuge (60) kontrolliert und geführt werden,

daß zwischen den einzelnen Fahrzeugen einerseits und der Zentrale andererseits eine für die Fahrzeuge individuelle Kommunikationsverbindung in beiden Richtungen besteht,

daß zu dieser Kommunikationsverbindung auf jedem Fahrzeug ein Sender (26) gehört, der individuell von der Zentrale fernbedienbar ist, und

daß der Wegzähler (13) an den zugehörigen Sender angeschlossen ist.

5. Steuerungssystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet,

daß das Streckennetz (50) Verzweigungen (88,89 ...) und Einmündungen (85, 86) aufweist,

daß zur Kollisionsverhinderung an einer Einmündung vor jeder Einmündung ein Halteplatz bestimmt ist,

daß jedes Fahrzeug bei Erreichen des Halteplatzes anhält, wenn nicht von der Zentrale ein Durchfahrbefehl vorliegt, und erst weiterfährt, wenn der Durchfahrbefehl vorliegt, und

daß die Zentrale einen Durchfahrbefehl dann und nur dann erteilt, wenn die übrigen Fahrstrecken der betreffenden Einmündung frei sind.

6. Steuerungssystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet,

daß zur Vermeidung von Auffahrunfällen die Zentrale den jeweiligen Standort von hintereinander auf der gleichen Fahrstrecke fahrenden Fahrzeugen überwacht und bei Unterschreiten einer vorbestimmten Differenz des Zählerstandes der Wegzähler dieser beiden Fahrzeuge das hinterherfahrende Fahrzeug vorübergehend zu einer langsameren Fahrgeschwindigkeit umsteuert oder anhält.

7. Steuerungssystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet,

daß an jedem Fahrzeug (60) ein Zählrad vorgesehen ist, das auf der Fahrbahn in Fahrtrichtung rollt und einen Zählimpulsgeber (72) antreibt, dessen Zählimpulse an den zugehörigen Wegzähler (13) gelangen.

8. Steuerungssystem nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet,

daß das Zählrad ein tragendes Laufrad des Fahrzeuges ist.

9. Steuerungssystem nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet,

daß das Zählrad (71) ein in der Fahrzeuglängsmitte ohne Tragfunktion mitlaufendes Rad ist, das durch eine Rückstellkraft (115) in gleichmäßigem Fahrbahnkontakt gehalten wird,

daß ein Schwenklager (99) vorgesehen ist, mit dem das Zählrad um eine zur Fahrbahn (81) senkrechte Achse (114) schwenkbar am Fahrzeug gelagert ist, und

daß die Radachse (100) des Zählrades gegenüber der Schwenkachse nachgezogen gelagert ist.

10. Steuerungssystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet,

daß das Streckennetz (50) aus in einer Ebene parallel zur Fahrbahn (81) verlegten Führungsdrähten (52) besteht,

daß in der Zentrale (55) ein Führungswechselstromgenerator (56) angeordnet ist, der ausgangsseitig an die Führungsdrähte angeschlossen ist und diese mit einem Führungswechselstrom beaufschlagt,

daß jedes Fahrzeug (60) einen Induktionsspulen (63, 64) aufweisenden, auf den jeweils angesteuerten Führungsdraht (52) gerichteten Führungstaster (61) aufweist, und

daß dem Führungstaster eine Auswertschaltung (66) nachgeordnet ist, die aufgrund der im Führungstaster induzierten Führungswechselströme ein Lenksignal erzeugt zur Lenkung des Fahrzeugs entlang dem Führungsdraht.

ausgegeben

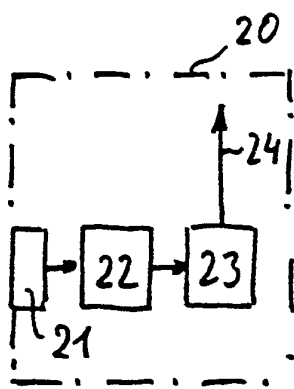


FIG. 1A

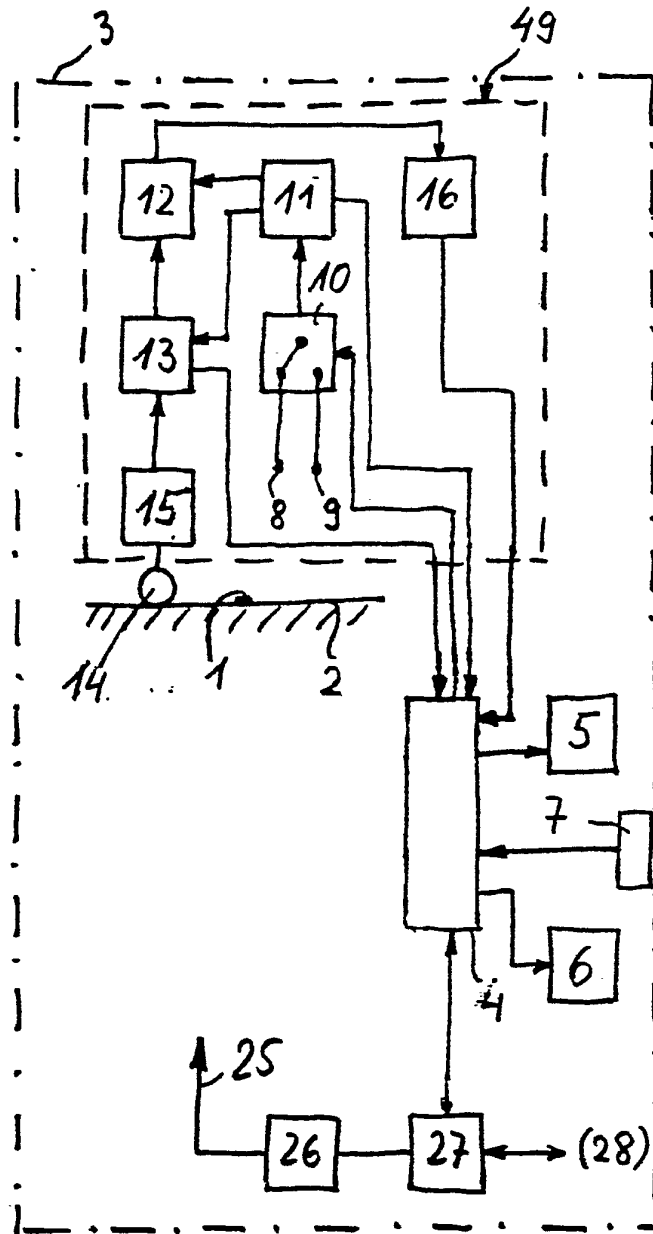
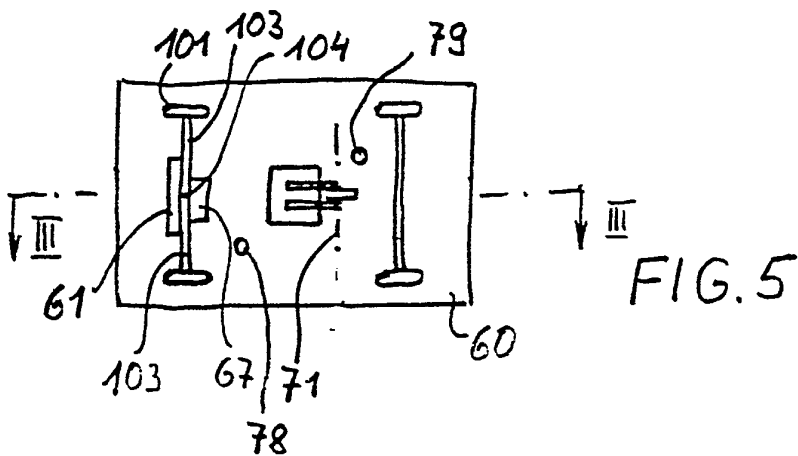
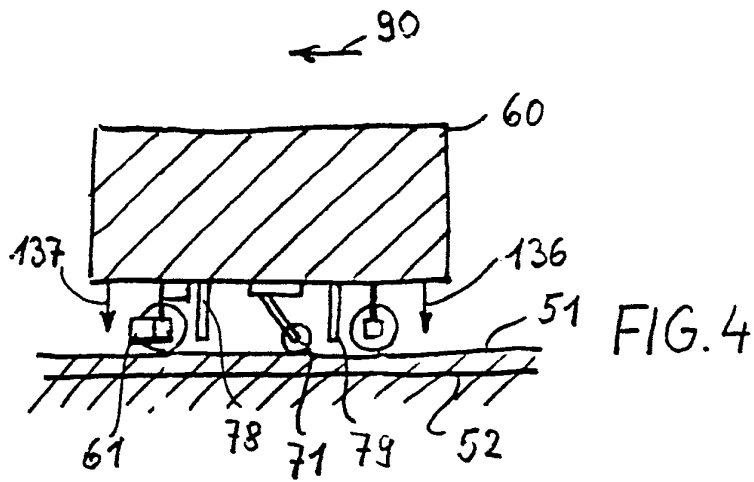
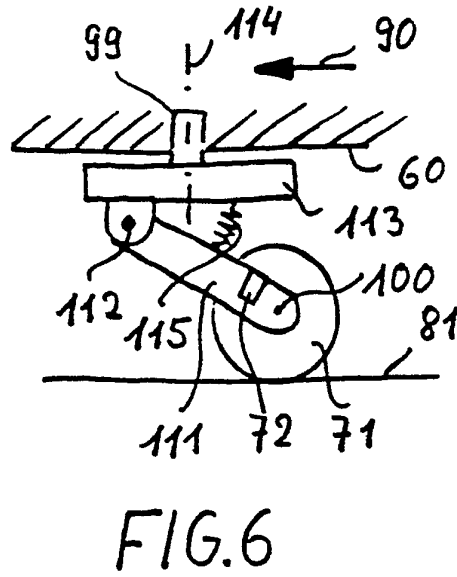
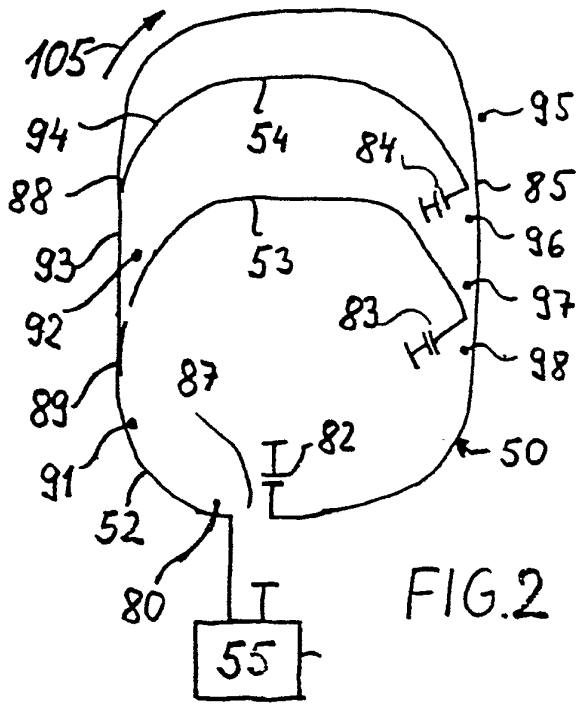


FIG. 1B



by process

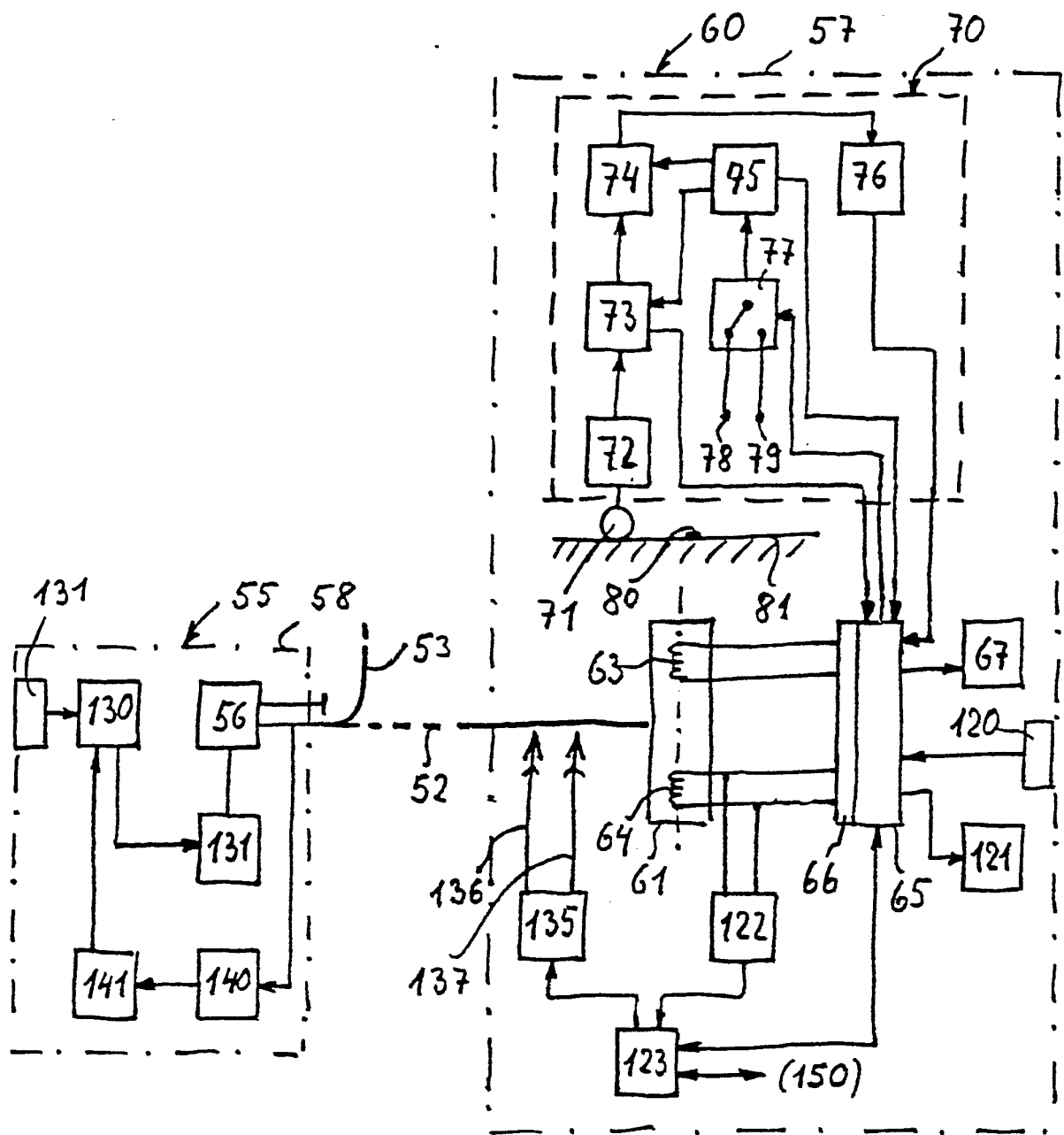


FIG.3