



⑫ **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

⑲ Anmeldenummer: **92114914.2**

⑤① Int. Cl.⁵: **B61L 1/10**

⑳ Anmeldetag: **01.09.92**

③① Priorität: **02.09.91 DE 4129138**
01.09.92 DE 4229131

⑦① Anmelder: **Stein GmbH**
Birkhahnweg 50b
W-8000 München 82(DE)

④③ Veröffentlichungstag der Anmeldung:
10.03.93 Patentblatt 93/10

⑦② Erfinder: **Stein, Hermann**
Birkhahnweg 50 B
W-8000 München 82(DE)

⑧④ Benannte Vertragsstaaten:
AT BE CH DE DK ES FR GB GR IT LI NL PT SE

⑤④ **Einrichtung zur Erfassung von Rädern schienengebundener Fahrzeuge.**

⑤⑦ Bei einem Radsensor zur Erfassung von Rädern schienengebundener Fahrzeuge, vorzugsweise zur Zählung der Räder (6) in einem Gleisabschnitt, werden metaldetektierende, induktive Sensoren (1, 3, 41, 43) symmetrisch an Fahrschienen (4) angebracht und deren relative Pegel ausgewertet, wodurch Störeinflüsse elektrischer, induktiver, thermischer oder mechanischer Art unterdrückt werden und Spur-

kranzräder von anderen Räder vortäuschenden Metallteilen unterschieden werden können. Zugtypen werden aus den Mustern (Fig. 4) der Signale (51, 55) bei Vorbeilaufen von ordnungsgemäßen Rädern und metallischen Gegenständen ermittelt. Aus den Zugtypen zugeordneten maximalen Geschwindigkeiten wird das früheste Eintreffen des Zuges an Orten relativ zum Radsensor berechnet.

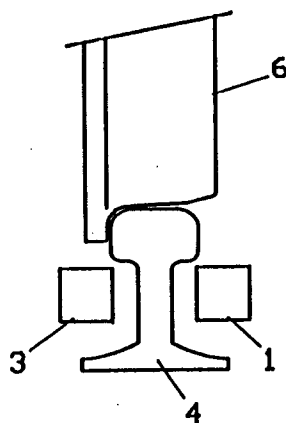


FIG. 1

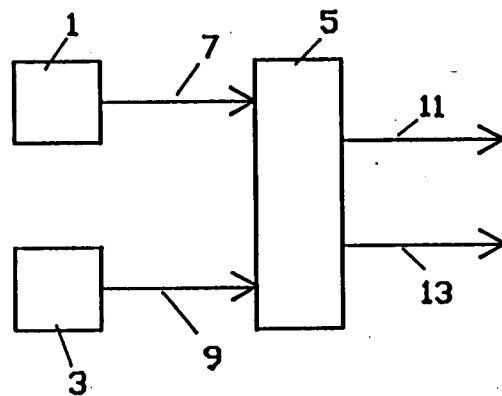


FIG. 2

Die Erfindung betrifft einen Radsensor zur Erfassung von Rädern schienengebundener Fahrzeuge, vorzugsweise zur Zählung der Räder in einem Gleisabschnitt, mit den im Oberbegriff des Patentanspruchs 1 angegebenen Merkmalen. Eine solche Sensoranordnung ist aus der Zeitschrift Signal + Draht, H.11, 1967, S.165-174 bekannt.

Bekannt sind Radsensoren an Fahrschienen, bei denen durch das Überfahren der Räder schienengebundener Fahrzeuge eine Kopplungsänderung oder eine Dämpfungsänderung in den Radsensoren erfolgt (SANDER, "Schienenkontakte - ein Systemvergleich" in Signal + Draht, 1973, H.10, S.179-183). Die Radsensoren sind einseitig an der Fahrschiene befestigt (US-Pat 4 283 031) oder wirken nur einseitig, auch wenn z.B. die Sendespule des Radsensors an der einen, dessen Empfangsspule an der anderen Seite der Fahrschiene angebracht ist (SCHMIDT, "Der Achszähler Standard Elektrik Lorenz AG Bauform Azl 70 - Teil 1" in Signal + Draht, 1976, H.6, S.116-123). Die Radsensoren reagieren im Wesentlichen auf den Spurkranz eines Rades. Mit den bekannten Radsensoren läßt sich durch eine Hintereinanderanordnung eine Fahrtrichtungserkennung durchführen (FRECH, SCHMIDT, "Der Achszähler der Standard Elektrik Lorenz AG" in Signal + Draht, H.11, 1967, S.165-174).

Bei breiten, spurkranzlosen Rädern steht soviel Metallmasse über die Innenseite der Schiene hervor, daß dadurch die Masse eines Spurkranzes sporadisch vorgetäuscht sein kann, auf der die bekannten Radsensoren reagieren und eine fehlerhafte Zählung der Räder vornehmen.

Bei auf die Fahrschiene abgesenkten Magnet-schienenbremsen entsteht durch die große Masse und zusätzlich durch die Erregung das gleiche Problem der Fehlzählung, erschwert durch die Anhebung der unbenutzten Magnetbremsen.

Ebenso reagieren die bekannten Radsensoren bei Überfahren von Wirbelstrombremsen (KRÖGER, "Prinzip, Entwicklung und Konstruktion der linearen Wirbelstrombremsen" in ZEV-Glasers Annalen, 1985, H.9, S.368-374) durch deren Erregung falsch, wobei auch hierbei keine eindeutige Radzählung möglich ist. Ein ungelöstes Problem ist auch die kurzfristige, erhebliche Erhitzung der Fahrschiene und an dieser angeordneten Radsensoren bei erregter Wirbelstrombremse, weil die kurzfristige Temperaturkompensation der Kupfer-spulen der Radsensoren versagt.

Auch ist die Sicherheit der Raddetektion der bekannten Radsensoren von deren genauer Justierung an der Schiene abhängig, erschwert bei unterschiedlichen Schienenprofilen.

Durch den Verschleiß des Schienenkopfes ergibt sich bei den bekannten Radsensoren das weitere Problem der Notwendigkeit des rechtzeitigen

und häufigen Nachjustierens an der Fahrschiene.

Kurzschlußströme in den Fahrschienen können ebenfalls negativ auf die Zuverlässigkeit der Radzählung bei den bekannten Radsensoren wirken.

Aus der Deutschen Auslegeschrift DE-AS 1 268 650 ist bekannt, daß Sensoren mit Auswerteeinrichtungen ausgerüstet sind, die in einen Bezirk ein- und aus ihm herausfahrende Achsen zählen und die Zählergebnisse zum Stellwerk zur weiteren Verarbeitung zwecks Freimeldung des Bezirks übertragen. Es ist auch bekannt, Sensorsignale doppelkanalig zu verarbeiten und über eine Datenübertragungseinrichtung an eine zentrale Stelle zu übermitteln (KORTHAUER, MÜLLER, "Anrückmelder zur Rottenwarnung" in Signal + Draht 1977, H.1/2, S.32-33). Es ist nicht möglich, eine zeitrichtige Meldung des Eintreffens von Zügen zu Orten relativ zu den Sensoren mit diesen Einrichtungen vorzunehmen. Ebenso ist eine Plausibilitätskontrolle der Raderfassung nicht möglich.

Aufgabe der Erfindung ist es daher, einen Radsensor anzugeben, der keine Fehlzählungen bei dem Überfahren durch spurkranzlose Räder, Magnetschienenbremsen oder Wirbelstrombremsen aufweist, geringe Ansprüche an die Justierung stellt und unempfindlich gegen elektrische Störungen ist.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß bei einem gattungsgemäßen Radsensor durch die kennzeichnenden Merkmale des Anspruchs 1 gelöst.

Der Radsensor gemäß der Erfindung hat den besonderen Vorteil, daß durch eine symmetrische Anordnung mindestens zweier induktiver Sensoren und eine relative Auswertung deren Pegel Störeinflüsse elektrischer, induktiver, thermischer oder mechanischer Art durch deren direkten oder indirekten Vergleich kompensiert werden.

Nachfolgend sind vorteilhafte Varianten und Weiterbildungen der Erfindung erwähnt.

Bei engen Platzverhältnissen im Schwellenfach oder bei beidseitig einer Fahrschiene angeordneten Spulen eines Sensors kann der zweite Sensor zweckmäßig an der gegenüberliegenden Fahrschiene angeordnet sein.

Durch die Anwendung eines gesteuerten, verzögerten Speichers können Sensoren auch an einer Fahrschiene hintereinander angeordnet sein, falls z.B. eine Schienenwanderung nicht auszuschließen ist.

Die Asymmetrie eines Rades mit Spurkranz kann ausgenutzt werden zur Plausibilitätskontrolle des überwiegend beeinflussten, dem Spurkranz zugewandten Sensors.

Durch unterschiedlich in die Verarbeitungs- und Ausgangszweige der Pegel angeordnete Filter können Störungen reduziert und Laufzeitunterschiede unterdrückt, durch Schwellwertschalter zu geringe oder zu große Pegel unterdrückt und durch Quotienten- und/oder Differenzbildung der Pegel

der Radsensor an seine Aufgabe angepaßt werden.

Durch eine Längsanordnung der Radsensoren, auch mit nur zwei einzelnen Sensoren, läßt sich die Überfahrrichtung und eine Umkehr der Richtung nach Stillstand über dem Radsensor erkennen.

Durch Messungen der zeitlichen Folge von über dem Radsensor hinwegfahrenden Rädern und anderen metallischen Gegenständen ist es möglich, Zugtypen zu erkennen und aus zugeordneten Geschwindigkeiten zeitrichtige Meldungen des Eintreffens von Zügen zu Orten relativ zu dem Radsensor auszulösen. Bei langsam fahrenden Zügen wird so z.B. eine zu frühzeitige Räumung des Gleises bei Baustellen in einiger Entfernung verhindert.

Weitere Ausgestaltungen beschreiben Verbesserungen der Raderkennung, die Modifizierung der Radsensoren als Datenübertragungseinrichtung sowie eine sichere Verarbeitungseinheit.

Nachfolgend werden Ausführungsbeispiele der Erfindung anhand der Zeichnungen näher erläutert. Es zeigt

- Fig. 1 eine Anordnung eines Radsensors an einer Fahrschiene im Gleis,
- Fig. 2 eine Auswerteschaltung eines Radsensors,
- Fig. 3 weitere Anordnungen von Radsensoren im Gleis,
- Fig. 4 eine weitere Auswerteschaltung eines Radsensors,
- Fig. 5 Zusätze zur Auswerteschaltung eines Radsensors,
- Fig. 6 eine weitere Auswerteschaltung eines Radsensors,
- Fig. 7 eine Verknüpfungsschaltung in der Auswerteschaltung,
- Fig. 8 eine richtungserkennende Schaltung in der Auswerteschaltung,
- Fig. 9 ein aktuelles Datenmuster.

In Fig. 1 ist eine typische Anordnung eines Radsensors mit zwei an sich bekannten, zugeordneten, induktiven Sensoren (1, 3) gezeigt. Die Sensoren (1, 3) sind symmetrisch zu einer Fahrschiene (4) im Gleis (2) angeordnet. Ein über die Fahrschiene (4) rollendes Rad (6) beeinflusst die Sensoren (1, 3) durch seine Asymmetrie unterschiedlich. Der dem Radkranz zugewandte Sensor (3) wird wegen der relativ näheren größeren Masse des Rades (6) stärker beeinflusst, sodaß sich am Ausgang dieses Sensors (3) ein stärker beeinflusster Pegel (9) ergibt. Durch Vergleich der Pegel (7, 9) der Sensoren (1, 3) läßt sich ein Rad mit Spurkranz eindeutig trotz aller Störeinflüsse, die symmetrisch oder nahezu symmetrisch auf die Sensoren (1, 3) einwirken, erkennen. Diese Störeinflüsse können durch Vergleich der Pegel (7, 9) der Sensoren (1, 3) eliminiert werden. Solche Störeinflüsse können, wie bereits erwähnt, unter anderem elektrischer,

induktiver, thermischer oder mechanischer Art sein.

Ist der Sensor 1 stärker beeinflusst, so deutet dies auf einen Fehler hin, der an einem Ausgang (11) eines Vergleichers (5) angezeigt werden kann.

In Fig. 2 ist eine typische Auswerteschaltung eines Radsensors gezeigt. Die Pegel (7, 9) zweier zugeordneter induktiver Sensoren (1, 3) sind auf einen Vergleich (5) geführt, der bei ungleichen zugeführten Pegeln am Ausgang einen raderkennenden Pegel (11) abgibt.

Überwiegt die Beeinflussung des Pegels (9) des dem Spurkranz des Rades (6) zugeordneten Sensors (3) nicht, so kann der raderkennende Ausgangspegel (11) im Vergleich (5) unterdrückt werden und/oder ein Fehler anzeigender weiterer Ausgangspegel (13) vom Vergleich (5) abgegeben werden.

Die veränderlichen Pegel (7, 9) der an sich bekannten Sensoren (1, 3) können z.B. gleichgerichtete oder nicht gleichgerichtete Spannungen oder Ströme sein, die auf Änderungen der Beeinflussung deren Induktivität, Induktivitätskopplung, Schwingkreisdämpfung, -phase oder -frequenz durch ein Rad (6) eines Schienenfahrzeuges beruht.

Fig. 3 zeigt verschiedene Anordnungen von typischen Radsensoren im Gleis (2). Die zugeordneten Sensoren (1, 3) können z. B. aus einem durch ein Rad (6) bedämpften Schwingkreis oder einer Sende- und Empfangsspule bestehen, deren Kopplung durch ein Rad (6) beeinflusst wird. Soweit die Sende- und Empfangsspulen eines Sensors (1, 3) horizontal entfernt voneinander angeordnet sind, sind in Fig. 3 die Sendespulen als Dreieck und die Empfangsspulen als Quadrat dargestellt. Die Spulen können z.B. konzentrierte Luftspulen sein, einen Ferritkern enthalten oder auch als größere Rahmenspulen ausgebildet sein.

Fig. 3a entspricht der Draufsicht der induktiven Sensoren (1, 3) eines Radsensors nach Fig. 3. Die Sensoren (1, 3) können nur eine Spule oder vertikal angeordnete Sende- und Empfangsspulen enthalten.

In Fig. 3b sind Sensoren (1, 3) eines Radsensors an beiden Fahrschienen (4) in gleicher Querrichtung angebracht. Da die Spurkränze der Räder (6) einer Achse einander zugewandt sind, ergibt sich die gleiche Wirkung wie bei der Anordnung nach Fig. 3a.

Fig. 3c zeigt einen Radsensor mit horizontal versetzten Sende- und Empfangsspulen der Sensoren 1 und 3.

Fig. 3d stellt eine weitere Anordnung eines Radsensors mit mehrere Spulen aufweisenden Sensoren (1, 3) dar.

Der Radsensor nach Fig. 3e besteht aus zwei längs eines Gleises angeordneten, schienenübergreifenden Sensoren (1, 3), wobei zwecks Ver-

gleich (5) der Pegel (23) des erstbefahrenen Sensors bis zum Befahren des anderen Sensors verzögert wird.

In schaltungsstechnisch an sich bekannter Weise kann mit einer Anordnung der Radsensoren nach Fig. 3e, 3f oder 3g durch die nacheinander befahrenen Sensoren und deren dadurch zeitlich versetzte Ausgangspegel die Fahrrichtung erkannt werden, bei Überlappung der Beeinflussungszonen und der resultierenden Pegel auch eine Richtungs-umkehr nach einem Stillstand. Für eine Anordnung nach Fig. 3g sind nur zwei Sensoren (1, 3), aber eine wie bei Fig. 3e erwähnte Pegelverzögerung zwecks Vergleich notwendig.

Fig. 4 zeigt ein Schaltungsprinzip zum Vergleich längs der Fahrschiene (4) angeordneter Sensoren (1, 3) eines Radsensors. Die Pegel (7, 9) der Sensoren (1, 3) werden einer Weiche (15) zugeführt, die die Pegeländerung des erstbefahrenen Sensors detektiert und diesen Pegel (23) an einen Speicher (19) leitet, der den Pegel oder Pegelverlauf verzögernd speichert und dann erst an den Vergleich (5) abgibt, wenn die Weiche (15) die Pegeländerung bei Befahren des anderen Sensors detektiert, dessen Pegel (21) die Weiche (15) direkt oder über eine Anpaßschaltung (17) dem Vergleich (5) zuführt, sodaß dieser Pegel und der vom Speicher verzögerte Pegel so verglichen werden können, als seien die Sensoren (1, 3) gleichzeitig überfahren worden. Der Speicher (19) kann z.B. auf der nicht näher dargestellten, an sich bekannten Basis einer Sample-/Holdschaltung, einer Eimerketenschaltung, eines Signalprozessors oder Analog/Digitalwandlers mit nachgeschaltetem seriellen FIFO-Speicher bestehen. In einigen dieser Schaltungen ist eine Anpaßschaltung (17), z.B. ein Analog-/Digitalwandler, notwendig, um die gleiche Art der Pegel am Eingang des Vergleichers (5) zu erzielen.

Fig. 5 weist zweckmäßige Zusätze (25 bis 35) auf, um die Störsicherheit der Schaltung nach Fig. 2 zu erhöhen, wobei diese Zusätze auch sinngemäß in die Schaltung nach Fig. 4 einzubringen sind, was nicht näher dargestellt ist.

Durch die Filter (25, 27, 29) können Störungen reduziert und Laufzeitunterschiede unterdrückt werden. Der Unterdrückung von Laufzeitunterschieden dient im Wesentlichen das Filter 29 nach dem Pegelvergleich.

Durch Schwellwertschalter (31, 33, 35) werden zu geringe Pegel unterdrückt, um nur kleine Abweichungen oder Änderungen der Pegel zu eliminieren. Durch Ansprechen auf zu große Pegel und deren Unterdrückung lassen sich mit den Schwellwertschaltern (31, 33, 35) übergroße Beeinflussungen eliminieren; die Einflüsse einer sehr stark erregten Wirbelstrombremse lassen sich z. B. so zusätzlich zu den symmetrischen Unterdrückungs-

eigenschaften des Radsensors bekämpfen.

Der Vergleich (5) kann in an sich bekannter, nicht näher dargestellter Weise die Eingangspegel (7, 9) auch auf der Basis der Quotienten- und/oder Differenzbildung vergleichen, wobei die ungewollte Abhängigkeit von absoluten Pegeln besser unterdrückt wird.

In Fig. 6 ist eine typische Auswerteschaltung eines Radsensors gezeigt, der eine Verknüpfungsschaltung (61) enthält. Abhängig von den Pegeln (47, 49) zweier zugeordneter induktiver Sensorpaare (41, 43) gibt diese bei überwiegendem Pegel des dem Radspurkranz zugewandten Sensors (43) des Sensorpaares (41, 43) entsprechend dem Vorbeilaufen eines ordnungsgemäßen Rades ein Rad-signal (51), bei etwa gleich großem Pegel beider Sensorpaare (41, 43) entsprechend eines symmetrisch zum Schienenkopf vorbeilaufenden metallischen Gegenstands ein Erkennungssignal (55) und bei überwiegendem Pegel des dem Radspurkranz abgewandten Sensors (41) ein Fehlersignal (53) ab.

In Fig. 7a ist eine mögliche, stark vereinfachte Verknüpfungsschaltung (61) mit den oben angeführten Eigenschaften gezeigt.

Die Pegel (47, 49) in Fig. 7b sind etwa gleich groß entsprechend einem symmetrischen, metallischen Gegenstand über dem Sensorpaar (41, 43), was zu dem Erkennungssignal (55) am Ausgang des zugehörigen UND-Gatters in Fig. 7a führt, wenn die Schaltschwelle S in Fig. 7b von beiden Pegeln überschritten ist.

Die in Fig. 7c beispielhaft dargestellten Pegel (47, 49) sind unterschiedlich groß entsprechend eines ordnungsgemäßen Rades über dem Sensorpaar (41, 43), was zu dem Rad-signal (51) am Ausgang des zugehörigen UND-Gatters in Fig. 7a führt, wenn die Schaltschwelle S in Fig. 7c vom Pegel 47 unterschritten und vom Pegel 49 überschritten ist und die Pegel mit gleichen Widerständen R soweit abgesenkt sind, daß der Pegel 47 im dargestellten störungsfreien Fall unter der Schaltschwelle liegt.

Für das Fehlersignal (53) gilt Äquivalentes wie bei dem Rad-signal (51) erwähnten, wobei jedoch die Größen der Pegel (47, 49) vertauscht sind. Es entspräche quasi einem Radkranz an der falschen Seite eines vorbeilaufenden Rades. Das Fehlersignal (53) wird zweckmäßig zum Verwerfen des gesamten Meßvorgangs des Radsensors herangezogen.

Die zeitliche Folge (56) der Rad-signale (51) oder der Erkennungssignale (55) wird durch ein ODER-Glied (Fig. 7a) aus letzteren Signalen gewonnen.

Die Verknüpfungsschaltung (61) wird zur besseren Störunterdrückung besser aus analogen, eingangs bereits aufgezeigten Elementen aufgebaut.

In Fig. 9 ist ein Beispiel eines aktuellen Datenmusters gezeigt, das entsteht, wenn das Radsignal (51) als 1-Bit-Folge mit dem zeitlichen Folgesignal (56) ausgetaktet wird. Die Räder sind als binäre Einsen und die symmetrischen Metallgegenstände als binäre Nullen erfaßt. Erkennbar ist in dem Beispiel das Datenmuster

3 Räder

1 symmetrischer Metallgegenstand

2 Räder

1 symmetrischer Metallgegenstand

n Räder

Damit lassen sich Zugtypen als Datenmuster am Zug einstellen und mit den Sensorpaaren (41, 43) erfassen, vornehmlich aus den ersten Bit-Folgen, die z.B. der Triebereinheit des Zuges zugeordnet sind. Bei mangelnder Kennzeichnung durch die Folge Rad und Wirbelstrombremsen und/oder Magnetschienenbremsen können auch Kodierbleche am Zug zuhulfe genommen werden. Die Anzahl der binären Einsen im Beispiel entspricht der Achszahl des Zuges und kann zur Auswertung leicht separiert werden.

In Fig. 6 ist gezeigt, wie die erwähnten Signale, bzw. aktuellen Datenmuster (Fig. 9) einem Rechner (63) in der Auswerteschaltung (45) zugeführt werden. Der Rechner (63) hat einen nicht dargestellten Speicher und ein Programm und ist mit einem Zeitgeber (57) verbunden.

Wenn der Rechner Datenmuster verschiedener Zugtypen mit zugeordneten Daten über die mögliche Geschwindigkeit und Beschleunigung des Zugtyps gespeichert hat, so kann er durch Vergleich des durch die Sensorpaare und die Auswerteschaltung erfaßten aktuellen Datenmusters (Fig. 9) den Zugtyp und dessen mögliche Geschwindigkeit und Beschleunigung erkennen. Aus diesen Größen kann der Rechner nach an sich bekannten Berechnungsmethoden die Zeitspanne ermitteln, in der der Zug z.B. durchschnittlich oder frühestens eine bestimmte Strecke zurückgelegt. Legt man der Berechnung die maximal mögliche Geschwindigkeit zugrunde, so ist das früheste Eintreffen des Zuges an einem Ort mit bekannter Entfernung zum Rad-sensor vorherbestimmbar. Daten, bzw. Meldungen hierüber können ausgangsseitig (65) oder über eine Datenübertragung (67) an deren Ausgang (69) zur Verfügung stehen. Wenn die Daten, bzw. Meldungen über die Datenübertragung (67) z.B. an einen der Berechnung zugrunde gelegten Ort einer Baustelle im Gleisbereich übertragen und dort ausgewertet werden, so kann dort eine aus der Berechnung resultierende zeitverzögerte, aber dennoch rechtzeitige Warnung ausgelöst werden. Der Baubetrieb muß so nicht vorzeitig unterbrochen werden. Zur Auswertung kann ein nicht näher beschriebener Rechner mit äquivalenten Eigenschaften wie der Rechner 63 zusammen mit einer Da-

tenübertragung ähnlich der Datenübertragung 67 herangezogen werden.

Der Rechner (63) kann aber auch durch Messen der zeitlichen Folge mindestens der ersten Rad-, bzw. Erkennungssignale (51, 55) und aus dem Zugtyp zugeordnet gespeicherten Daten über die absoluten Abstände zumindest der ersten Radachsen und/oder symmetrisch zum Schienenkopf vorbeilaufenden metallischen Gegenständen die aktuelle Geschwindigkeit des Zuges ermitteln. Mit dieser aktuellen Geschwindigkeit und der maximal möglichen Beschleunigung läßt sich nach an sich bekannten Berechnungsmethoden das zeitliche Eintreffen des Zuges an Orten relativ zum Rad-sensor noch genauer bestimmen.

Bei bekanntem Abstand der Spulen von längs des Gleises angeordneten Sensorpaaren (41, 43) kann der Rechner (63) aus dem zeitlichen Abstand der Pegel (47a, 47b, bzw. 49a, 49b) der zeitlich aufeinanderfolgend induktiv beeinflussten Spulen der Sensorpaare (41, 43) auch einfacher die aktuelle Geschwindigkeit des Zuges bestimmen.

In Fig. 8 ist beispielhaft eine D-Flip-Flop-Schaltung (41a, 41b, bzw. 43a, 43b) gezeigt, die in der Auswerteschaltung (45) enthalten ist, und mit der die Zugrichtung erfaßt werden kann. Es sind wie vor zwei längs des Gleises angeordnete Spulen pro Sensor (41, 43) angenommen. Die Bezeichnungen 41a, 41b, 47a, 47b, 47c und 47c sind dem Sensor 41 zugeordnet, die übrigen dem Sensor 43. Die Wirkungsweise ist für beide Sensoren identisch.

Die zeitlich aufeinanderfolgend induktiv beeinflussten Spulen der längs des Gleises angeordneten Sensorpaare (41, 43) geben entsprechend zeitlich aufeinanderfolgende Pegel (47a, 47b, bzw. 49a, 49b) an die Eingänge der D-Flip-Flop-Schaltung (41a, 41b, bzw. 43a, 43b) ab. Wenn z.B. der Pegel 47a am Dateneingang des D-Flip-Flops 41a vor dem Pegel 47b an seinem Takteingang eintritt, so wird ersterer Pegel mit Eintreffen des Pegels 47b an den Ausgang des D-Flip-Flops 41a als Richtungssignal 49c geleitet. Das D-Flip-Flop 41b gibt dagegen keinen Pegel an seinen Ausgang weiter. Bei der umgekehrten Reihenfolge der Pegel verhalten sich die D-Flip-Flops umgekehrt. Die Ausgänge (47c, 47d, bzw. 49c, 49d) unterscheiden sich damit entsprechend der Reihenfolge der Pegel und zeigen die Fahrtrichtung des Zuges an. Nach Erkennen der Richtungssignale werden die D-Flip-Flops durch Rücksetzen wieder aktiviert, was wegen der Übersichtlichkeit in Fig. 8 nicht dargestellt ist. Die Information über die Zugrichtung kann z.B. im Zusammenhang mit der Meldung des Eintreffens des Zuges an bestimmte Orte oder zur richtungsabhängigen Achszählung benutzt werden.

Der Rechner (63) in Fig. 6 kann auch nicht dargestellte Analog/Digitalwandler enthalten, zweckmäßigerweise je einen für jede signalabgebende

Spule des Sensorpaares (41, 43). Wenn die Pegel (47, 49) der Sensorpaare (41, 43) so schnell in digitale Werte gewandelt werden, daß mindestens 3 Werte bei Beeinflussung eines Sensors durch ein Rad und/oder einen metallischen Gegenstand gespeichert werden, so entsteht mit zunehmend vielen Werten pro Beeinflussung quasi ein immer besser aufgelöstes äquivalentes Erkennungsmuster des gemessenen Gegenstands in Form einer Wertetabelle. Ein Rad ist wegen seiner Rundform im Gegensatz zu kantigen Bremsen z.B. durch kleine Inkremente in der zugehörigen Wertetabelle gekennzeichnet. Durch fest im Rechner (63) gespeicherte Vergleichstabellen läßt sich die Signifikanz der gemessenen Gegenstände nach an sich bekannten Berechnungsmethoden bestimmen. In logischer Verknüpfung mit Radsignalen (51), bzw. Erkennungssignalen (55), bzw. Fehlersignalen (53) läßt sich die Sicherheit des Radsensors auf ein für signaltechnische Sicherheit im neuzeitlichen Eisenbahnbetrieb erforderliches Maß steigern.

Die Signale 51, 53, 55, 56 der Auswerteschaltung (45) in Fig. 6 und/oder das aktuelle Datenmuster (Fig. 9) oder dergleichen können auch über die Datenübertragung 67 an einen fernen Ort übertragen und dort in ähnlicher oder gleicher Weise verarbeitet werden im Rechner 63. Dabei können die Daten komprimiert werden, das aktuelle Datenmuster im Beispiel der Fig. 9 z.B. als Ziffernfolge 3, 1, 2, 1, n anstelle der Bit-Folge.

Gemäß Fig. 6 kann das Sensorpaar (41, 43) je einen ersten Sender und/oder Empfänger (71) enthalten. Wenn die Züge ihrerseits unmittelbar oberhalb der Schiene je einen zweiten Sender und/oder Empfänger (73) enthalten, lassen sich Daten in an sich bekannter Weise zwischen den Sendern und/oder Empfängern (71, 73) drahtlos austauschen, wobei der Rechner (63) über eine Datenleitung (65) mit dem ersten Sender und/oder Empfänger (71) und der Zug über eine Leitung 75 mit dem zweiten Sender und/oder Empfänger (73) korrespondiert. Der erste Sender und/oder Empfänger (71) kann auf induktiver Basis auch Teil oder Ganzes der Spulen des Sensorpaares (41, 43) sein, insbesondere wenn die Spulen zur Verhinderung der gegenseitigen Beeinflussung der Übertragung der Daten und der Messungen in einer allgemein bekannten kompensierenden Brückenschaltung angeordnet sind.

Signaltechnische Sicherheit läßt sich erreichen, wenn die Auswerteschaltung (45), gegebenenfalls auch die Datenübertragung (67) und/oder die Sender/Empfänger (71, 73) sowie die entsprechenden Verbindungen (47, 49, 65, 69, 75) als eine zweite entkoppelte Funktionseinheit noch einmal vorhanden sind, die Funktionseinheiten gleichartig arbeiten und sich gegenseitig auf gleiche und zeitgleiche Ausgangssignale überwachen.

Patentansprüche

1. Radsensor zur Erfassung von Rädern schienengebundener Fahrzeuge, vorzugsweise zur Zählung der Räder in einem Gleisabschnitt,
 - unter Verwendung von an den Fahrschienen befindlichen, Metall detektierenden, induktiven Sensorpaaren (1, 3, 41, 43),
 - deren elektrische Pegel einer Auswerteschaltung (5, 45) zugeführt werden,

dadurch gekennzeichnet,

- daß die Sensoren des Sensorpaares (1, 3, 41, 43) so angeordnet sind, daß sich ein Sensor (1, 41) auf der Seite einer Fahrschiene (4) befindet, auf der kein Radspurkranz vorbeiläuft und daß sich der andere Sensor (3, 43) auf der Seite einer Fahrschiene (4) befindet, auf der ein Radspurkranz vorbeiläuft,
 - daß die Auswerteschaltung (5, 45) einen Vergleichler enthält, und
 - daß der Vergleichler (5) bei ungleichen Pegeln an seinen Eingängen ein Ausgangssignal (11, 51) ausgibt, das dem Vorbeilaufen eines ordnungsgemäßen Rades, bzw. Radsatzes einer Achse dann entspricht, wenn der Pegel des dem Spurkranz zugewandten Sensors (3, 43) dem Pegel des anderen Sensors (1, 41) überwiegt.
2. Radsensor nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Sensoren (1, 3, 41, 43) längs des Gleises (2) direkt gegenüber angeordnet sind (Fig. 3a bis 3d).
 3. Radsensor nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Sensoren (1, 3, 41, 43) längs des Gleises (2) versetzt angeordnet sind (Fig. 3e, 3g) und ein den Pegel oder Pegelverlauf des erstbefahrenen Sensors bis zum Befahren des zugeordneten Sensors verzögernder Speicher (19) vor dem Vergleichler (5) angeordnet ist und eine die zeitliche Reihenfolge der Sensorpegel (7, 9, 47, 49) detektierende Weiche (15) den ersteintreffenden Pegel (23) über den Speicher (19) und den anderen Pegel (21) direkt oder über eine Anpaßschaltung (17) an den Vergleichler (5) leitet.
 4. Radsensor nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Vergleichler (5) auf der Basis der Quotienten- und/oder Differenzbildung seiner Eingangspegel arbeitet und die Sensor- und/oder Ausgangspegel wahlweise über Stö-

rungen oder Laufzeitunterschiede absorbierenden Filter (25, 27, 29) und/oder den Ansprechbereich eingrenzende Schwellwertschalter (31, 33, 35) geführt sind.

5. Radsensor nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß zwei Sensorpaare (1, 3, 41, 43) längs des Gleises (2) angeordnet sind (Fig. 3f) und die induktive Beeinflussung jedes Rades (6) zeitlich aufeinanderfolgt und sich vorzugsweise überlappt.

6. Radsensor nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß ein Sensorpaar (1, 3, 41, 43) längs des Gleises (2) versetzt angeordnet ist (Fig. 3e, 3g) und die induktive Beeinflussung jedes Rades (6) zeitlich aufeinanderfolgt und sich vorzugsweise überlappt.

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

- daß die Auswerteschaltung (5, 45) einen Zeitgeber (57), einen damit verbundenen Rechner (63) - einen Speicher und ein Programm enthaltend - und eine Verknüpfungsschaltung (61) aufweist, die ein dem Vorbeilaufen eines ordnungsgemäßen Rades entsprechendes Radsignal (11, 51) bei überwiegendem Pegel des dem Radspurkranz zugewandten Sensors (43) des Sensorpaares (1, 3, 41, 43) und ein dem symmetrisch zum Schienenkopf vorbeilaufenden metallischen Gegenstands entsprechendes Erkennungssignal (55) bei etwa gleich großem Pegel beider Sensorpaare (1, 3, 41, 43) in der zeitlichen Folge (56) beider Signale (51, 55) unterscheidbar, gemeinsam in den Speicher des Rechners (63) als ein dem Zugtyp entsprechendes, aktuelles Datenmuster (Fig. 4) einschreibt, und
- daß das aktuelle Datenmuster (Fig. 4) am Ausgang (65) des Rechners und gegebenenfalls - vorzugsweise in an sich bekannter Weise komprimiert - über eine Datenübertragung (67) an deren Ausgang (69) zur Verfügung steht.

8. Radsensor nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß der symmetrische, metallische Gegenstand eine Wirbelstrombremse und/oder eine Magnetschienenbremse und/oder ein Kodierblech am Zug ist.

9. Radsensor nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet,

- daß in dem Rechner (63) bekannte Datenmuster der Zugtypen mit zugeordneten Daten über die mögliche Geschwindigkeit und Beschleunigung des Zugtyps gespeichert sind,

- daß der Rechner (63) das aktuelle Datenmuster (Fig. 4) mit im Rechner (63) gespeicherten bekannten Datenmustern der Zugtypen vergleicht und bei Übereinstimmung den Zugtyp erkennt, die dem Zugtyp zugeordnet gespeicherten Daten über die mögliche Geschwindigkeit und Beschleunigung des Zugtyps liest und daraus Daten über das zeitliche Eintreffen des Zuges an Orten relativ zum Radsensor nach an sich bekannten Berechnungsmethoden ermittelt und ausgangsseitig (65, 69) zur Verfügung stellt, und/oder

- daß der Rechner (63) die im aktuellen Datenmuster (Fig. 4) enthaltenen, aus dem Radsignal (51) gebildeten, der Achszahl des Zuges entsprechenden Daten ausgangsseitig (65, 69) zur Verfügung stellt.

10. Radsensor nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet,

daß der Rechner (63) durch Messen der zeitlichen Folge mindestens der ersten Rad-, bzw. Erkennungssignale (51, 55) und aus im Rechner (63) dem Zugtyp zugeordnet gespeicherten Daten über die absoluten Abstände zumindest der ersten Radachsen und/oder symmetrisch zum Schienenkopf vorbeilaufenden metallischen Gegenständen die aktuelle Geschwindigkeit des Zuges und Daten über das zeitliche Eintreffen des Zuges an Orten relativ zum Radsensor nach an sich bekannten Berechnungsmethoden ermittelt und ausgangsseitig (65, 69) zur Verfügung stellt.

11. Radsensor nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet,

- daß die Auswerteschaltung (5, 45) eine rücksetzbare D-Flip-Flop-Schaltung (41a, 41b, bzw. 43a, 43b) aufweist,
- daß die zeitlich aufeinanderfolgend induktiv beeinflussten Spulen der längs des Gleises angeordneten Sensorpaare (1, 3, 41, 43) entsprechend zeitlich aufeinanderfolgende Pegel (47a, 47b, bzw. 49a, 49b) je an einen Daten- und einen Takteingang je eines D-Flip-Flops (41a, 41b, bzw. 43a, 43b) leiten, die je nach Reihenfolge der Pegel Richtungssignale (47c, 47d, bzw. 49c, 49d) abgeben, die der Zugrichtung entsprechen, danach rück-

- gesetzt werden und
- daß der Rechner (63) durch Messen des zeitlichen Abstands der Pegel (47a, 47b, bzw. 49a, 49b) bei bekanntem Abstand der Spulen der Sensorpaare (1, 3, 41, 43) die aktuelle Geschwindigkeit des Zuges und Daten über das zeitliche Eintreffen des Zuges an Orten relativ zum Radsensor nach an sich bekannten Berechnungsmethoden ermittelt und ausgangsseitig (65, 69) zusammen mit den Richtungssignalen (47c, 47d, bzw. 49c, 49d) zur Verfügung stellt. 5 10
- 12.** Radsensor nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Verknüpfungsschaltung (61) ein Fehlersignal (53) bei überwiegendem Pegel des dem Radspurkranz abgewandten Sensors (1, 41) abgibt und/oder ausgangsseitig (65, 69) zur Verfügung stellt. 15 20
- 13.** Radsensor nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet,
- daß der Rechner (63) Analog/Digitalwandler enthält, 25
 - daß die Pegel (7, 9, 47, 49) der Sensorpaare (1, 3, 41, 43) in digitale Werte in einer Zeitfolge gewandelt werden, daß mindestens 3 Werte bei Beeinflussung eines Sensors durch ein Rad und/oder einen metallischen Gegenstand gespeichert werden, 30
 - daß der Rechner (63) diese Werte mit im Rechner gespeicherten Wertemustern von signifikanten Rädern, metallischen Gegenständen und Störern auf Ähnlichkeit nach an sich bekannten Berechnungsmethoden vergleicht und bei Entsprechung Meldesignale - vorzugsweise in logischer Verknüpfung mit Radsignalen (51), bzw. Erkennungssignalen (55), bzw. Fehlersignalen (53) - ausgangsseitig (65, 69) zur Verfügung stellt. 35 40 45
- 14.** Radsensor nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet,
- daß das Sensorpaar (1, 3, 41, 43) je einen ersten, vorzugsweise induktiven Sender und/oder Empfänger (71) enthält, 50
 - daß Züge unmittelbar oberhalb der Schiene je einen zweiten, vorzugsweise induktiven Sender und/oder Empfänger (73) enthalten,
 - daß der erste Sender und/oder Empfänger (71) mit dem Rechner (63), bzw. der Datenübertragung (67) über die Datenleitung (65) korrespondiert, und 55
- daß Daten in an sich bekannter Weise zwischen den Sendern und/oder Empfängern (71, 73) drahtlos ausgetauscht werden.
- 15.** Radsensor nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet,
- daß die Auswerteschaltung (5, 45), gegebenenfalls auch die Datenübertragung (67) und/oder die Sender/Empfänger (71, 73) sowie die entsprechenden Verbindungen (7, 9, 47, 49, 65, 69, 75) als eine zweite entkoppelte Funktionseinheit noch einmal vorhanden sind, und
 - daß die Funktionseinheiten gleichartig arbeiten und sich gegenseitig auf gleiche und zeitgleiche Ausgangssignale überwachen.

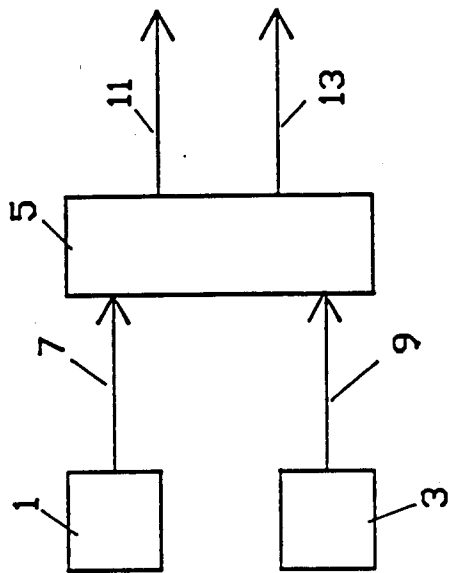


FIG. 1

FIG. 2

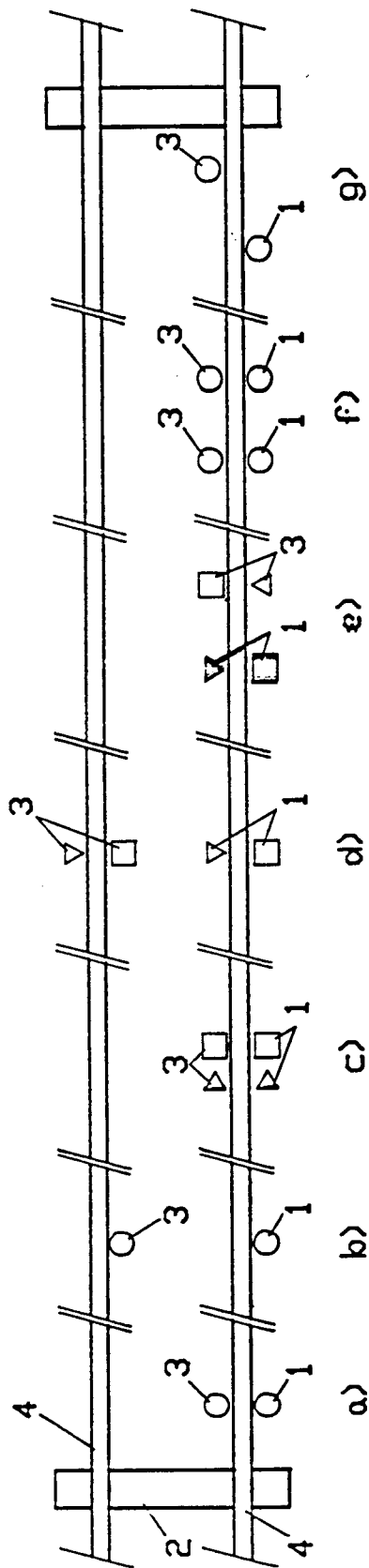
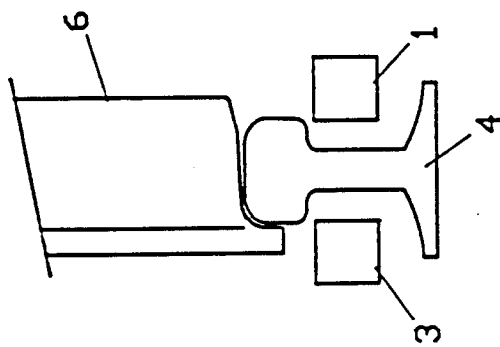


FIG. 3

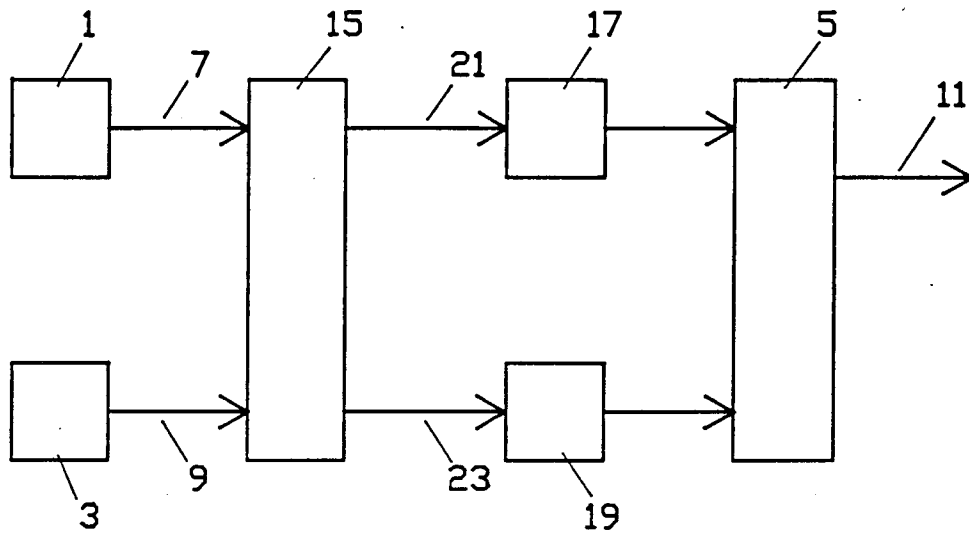


FIG. 4

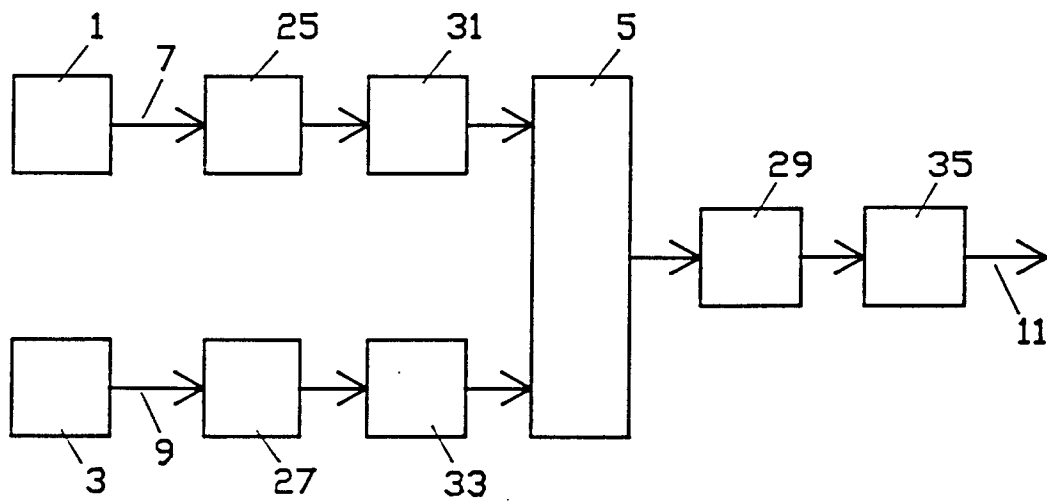
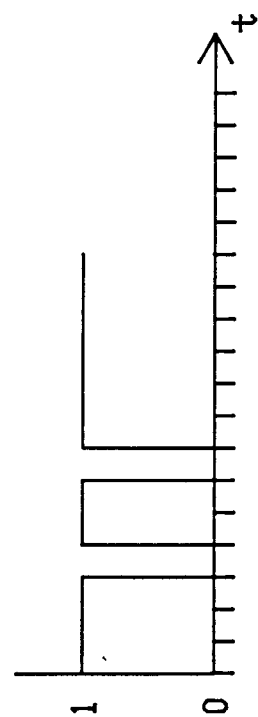
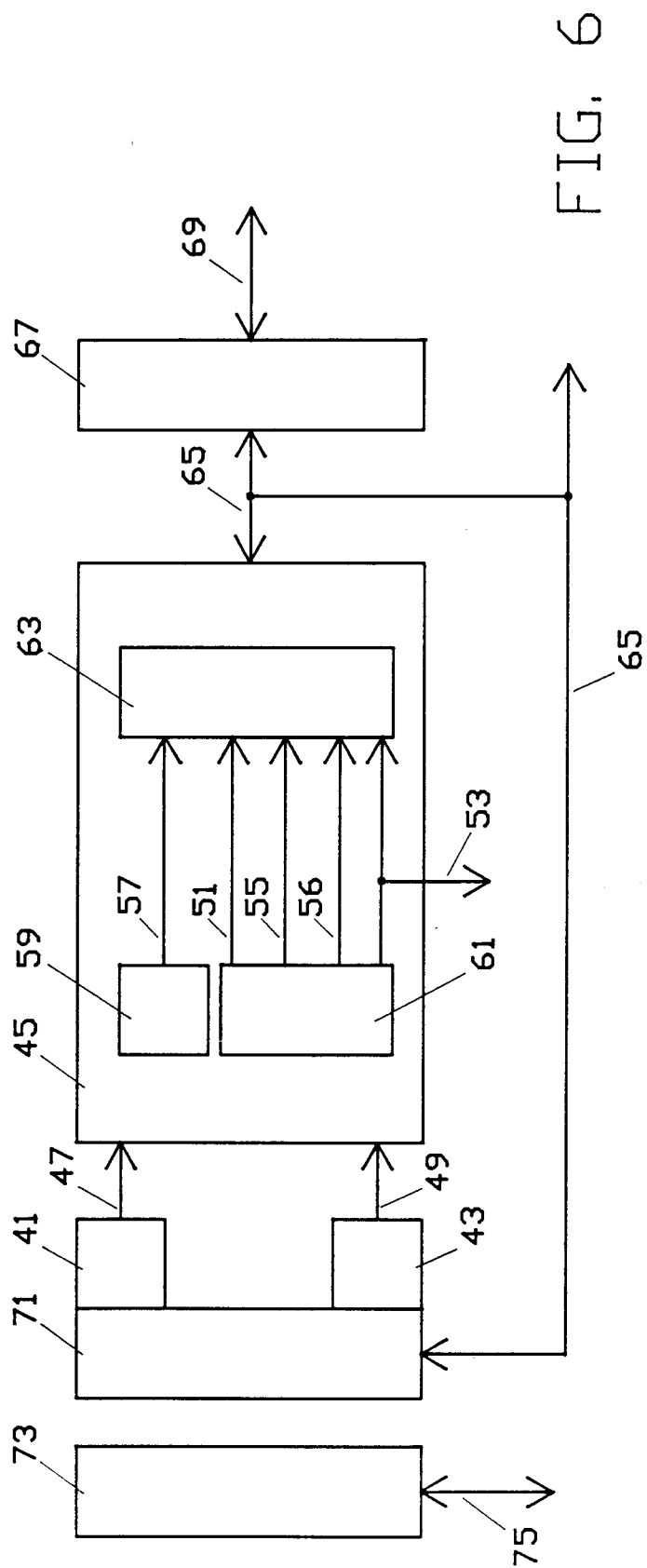


FIG. 5



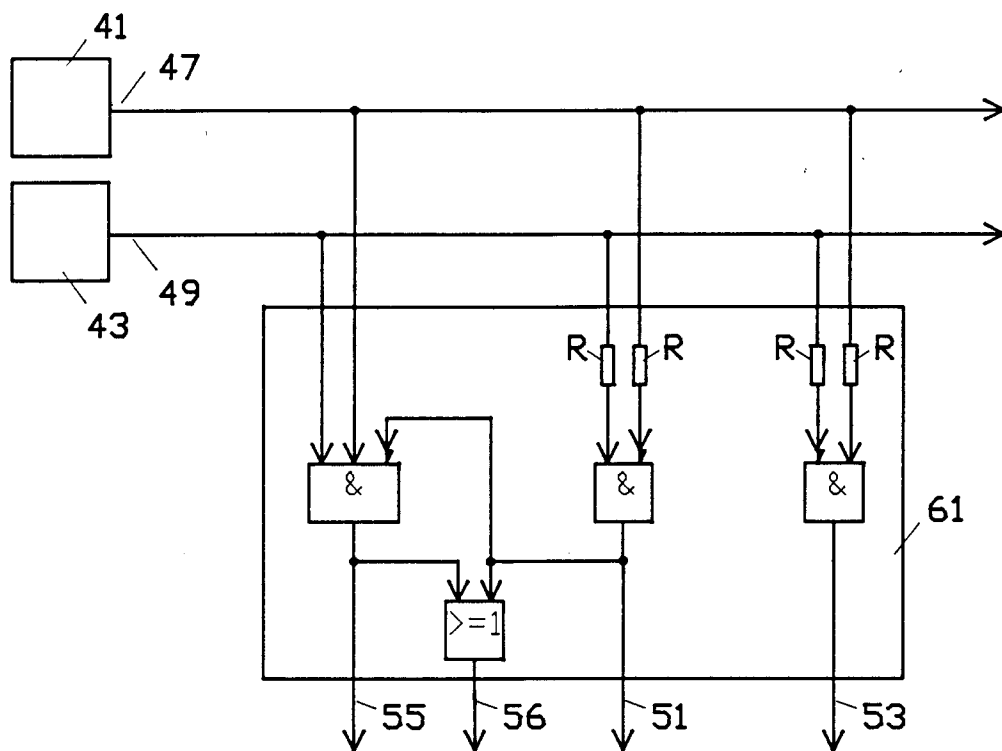


FIG. 7a

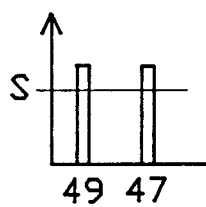


FIG. 7b

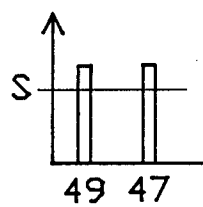


FIG. 7c

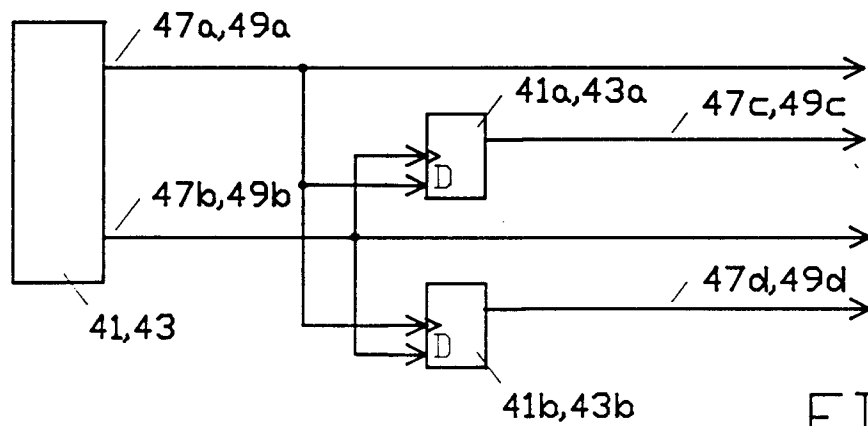


FIG. 8