

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 1 473 208 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:

03.11.2004 Patentblatt 2004/45(51) Int Cl.7: **B61L 1/16, B61L 1/18**(21) Anmeldenummer: **03009575.6**(22) Anmeldetag: **29.04.2003**

(84) Benannte Vertragsstaaten:

**AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR
HU IE IT LI LU MC NL PT RO SE SI SK TR**

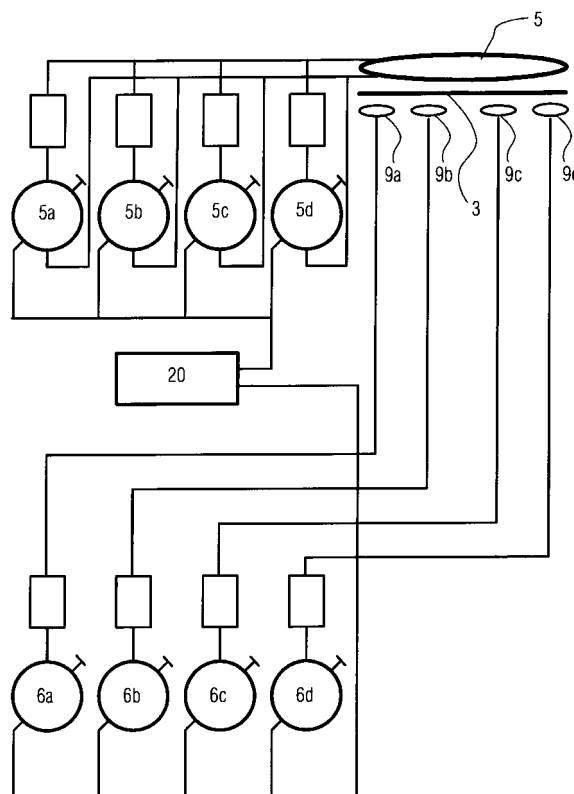
Benannte Erstreckungsstaaten:

AL LT LV MK(71) Anmelder: **Siemens Schweiz AG****8047 Zürich (CH)**

(72) Erfinder:

• **Schmid, Rolf****8800 Thalwil (CH)**• **Eichenberger, Manja****8608 Bubikon (CH)**(74) Vertreter: **Fischer, Michael, Dr.****Siemens AG,****Postfach 22 16 34****80506 München (DE)**(54) **Verfahren zur Detektion einer Gleisbelegung**

(57) Die Umgebung des Geleisekörpers (3) ist erheblichen elektromagnetischen Störbeeinflussungen durch z.B. Traktionsrückströme, Wirbelstrombremsen oder Magnetschienenbremsen ausgesetzt. Dadurch wird die Funktionstüchtigkeit von Geleisestromkreisen und von an einer Schiene (3) angebrachten magnetischen Raddetektoren (5, 9a, 9b; 9c, 9d) stark beeinträchtigen. Um diese Störbeeinflussungen in sicherheitsrelevanter Hinsicht unwirksam zu machen, wird vorgeschlagen, die vorgenannten Einrichtungen mit einem spektral breitbandigen Signal zu beaufschlagen. Besonders vorteilhaft sind dabei das Direct Sequence Spread Spectrum-Verfahren (DSSS) und das Frequency Sweep Keying-Verfahren (FSK). Durch eine Codierung können bestehende Gleisstromkreise oder Raddetektoren ohne zusätzliche Installation am Geleise (3) echt zweikanalig (5a, 5b; 5c, 5d; 6a, 6b; 6c, 6d) betrieben werden und dadurch hohe Sicherheitsanforderungen erfüllt werden.

**FIG 7****EP 1 473 208 A1**

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zur Detektion einer Geleisebelegung nach dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1.

[0002] Aus dem Stand der Eisenbahnsicherungstechnik ist bekannt, die Belegung eines Geleises mit einem Gleisstromkreis zu detektieren. Dazu sind die beiden Schienen eines Geleiseabschnittes voneinander isoliert. Beim Befahren durch einen Eisenbahnfahrzeug werden die beiden Schienen elektrisch kurzgeschlossen und dadurch kann die Belegung zuverlässig festgestellt werden. Ebenso sind Gleisfreimeldeverfahren mittels der Achszählung - mechanisch oder elektronisch - bekannt. Beispielsweise ist in [1] ein Achsdetektor offenbart, bei dem mittels einer Induktivität, die durch eine Leiterschleife und den Schienen in einem begrenzten Abschnitt gebildet wird, die Vorüberfahrt eines Wagens bzw. einer Achse durch Kurzschliessen der vorgenannten Induktivität festgestellt wird. Eine Anwendung eines Achszählsensors ist in [2] vorgestellt. Elektronische Detektionssysteme und insbesondere elektronisch arbeitenden Achszähler weisen den Nachteil auf, dass sie auf den betreffenden Arbeitsfrequenzen wie z.B. 33 kHz, 43 kHz oder 850 kHz oder 1.2 MHz den Störbeeinflussungen ausgesetzt sind und demzufolge eine beschränkte Verfügbarkeit aufweisen. Die Störbeeinflussungen können beispielsweise verursacht werden durch elektrische Wirbelstrombremsen und Umrichterlokomotiven. Wie in [3] ausgeführt, kann eine Verlegung der Arbeitsfrequenzen in vermeintlich störfeldfreie Bereiche, keinen dauerhaften Erfolg bringen. Gerade bei sehr breitbandigen Störquellen kann eigentlich keine Arbeitsfrequenz festgelegt werden, die ausserhalb des Frequenzbandes der Gesamtheit der Störquellen liegt. Dazu wird in [3] vorgeschlagen, ein Störfeld durch eine erste kernlose Spule zu detektieren und eine zweite kernlose Spule vorzusehen, um das Störfeld zu kompensieren. Bei dieser Anwendung kann keine vollständige Kompensation erreicht werden, da diese nur für homogene Störfelder wirkt. Da die Feldverteilung radial um das Schienenprofil geht, sind inhomogene Störfelder stets vorhanden. Die Kompensation wirkt bei der Resonanz eines Kreises um einen Arbeitsfrequenzpunkt deshalb nicht vollständig, da die Kompensation frequenzabhängig ist. Eine Überlagerung durch starke Transientenströme kann Ausschwingssignale bzw. keine Kompensation des Störfeldes zur Folge haben.

[0003] In [4] wird ein Radsensor vorgeschlagen, der zwei unabhängige, galvanisch getrennte Radsensorsysteme aufweist. Diese detektieren den Spurkranz eines Eisenbahnrades. Das Wirkprinzip basiert darauf, dass einem elektromagnetischen Wechselfeld durch Dämpfung mit Metall Energie entzogen wird. Dieses System erfordert eine Überwachung der korrekten Montage.

[0004] Der vorliegenden Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zur Detektion der Ge-

leisebelegung anzugeben, dass weitestgehend immun gegen elektromagnetische Störbeeinflussungen in einem weiten Frequenzbereich ist und keine Einstellungen bei der Montage erfordert.

5 **[0005]** Diese Aufgabe wird erfindungsgemäss durch das im Patentanspruch 1 angegebene Verfahren gelöst.

[0006] Durch das erfindungsgemässe Verfahren eröffnet sich die Möglichkeit, bestehende Installationen am Geleise, seien es nun Achszähler oder Gleisstromkreise, weiter zu nutzen. Durch die Kopplung von Sendeeinheit und Empfangseinheit erfordert das erfindungsgemässe Verfahren keine Kalibrierung und keine pegelmässigen Einstellungen bei der Montage. Durch das spektral breitbandige, eine Information enthaltende
10 Signal ist sichergestellt, dass auftretende Störfelder, die beispielsweise durch Magnetschienenbremsen oder Wirbelstrombremsen verursacht werden, keinen Einfluss auf die sicherheitsrelevante Detektion einer Geleisebelegung ausüben.

15 **[0007]** Das spektral breitbandige eine Information enthaltende Signal lässt sich auf verschiedene Arten codieren, beispielsweise durch die Direct Sequence Spread Spectrum Technik (DSSS) oder durch repetitives Aussenden eines ansteigenden oder fallenden Frequenzverlaufes. Da bei diesem Verfahren stets ein Empfänger vorhanden ist, lässt sich dieser Empfänger auch zur Feststellung von statischen oder transienten Störfeldern nutzen und dadurch kann im Sinne eines lernenden Systems der auszusendende Frequenzverlauf
20 gegebenenfalls ausserhalb oder am Rande eines Störfeldes angelegt werden und die Sicherheit weiter verbessert werden. Dieses lernende Verhalten ist aber für das erfindungsgemässe Verfahren nicht zwingend notwendig.

25 **[0008]** Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind in weiteren Ansprüchen angegeben.

[0009] Die Erfindung wird nachfolgend anhand einer Zeichnung beispielsweise näher erläutert. Dabei zeig-

- 30
35
40
45
50
55
- Figur 1 Prinzipdarstellung eines Gleisstromkreises bei Anwendung einer ersten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung;
 - Figur 2 Anordnung von Sende- und Empfangsspulen am Gleis;
 - Figur 3 Aufbau eines Radsensors in montiertem Zustand an einer Schiene;
 - Figur 4 Prinzipdarstellung der Spreizung eines Signals für die DSSS-Technik;
 - Figur 5 Darstellung eines gestörten Signals S_B' ;
 - Figur 6a Darstellung des zeitlich linearen FSK-Verfahrens
 - Figur 6b Darstellung des zeitlich logarithmischen FSK-Verfahrens;
 - Figur 6c Darstellung des Verlaufes des Sende- und Empfangspegels über ein Frequenzband beim FSK-Verfahren;
 - Figur 7 Prinzipschema zur Raddetektion für

Figur 8 FSK-Verfahren;
Prinzipschema zur Raddetektion für
FSK-Verfahren für digitalen Signalprozes-
soren.

[0010] Die Erfindung wird anhand zweier Codiervverfahren unter Verwendung eines breitbandigen Frequenzbereiches zur Detektion einer Geleisebelegung erläutert:

1. Detektion mit der Direct Sequence Spread Spectrum Technik, im folgenden DSSS-Technik genannt;
2. Detektion mittels Frequency Sweep Keying Technik; im folgenden FSK-Technik genannt. Bei dieser FSK-Technik ist ein steigender oder fallender Frequenzverlauf innerhalb eines vorgegebenen Frequenzbandes vorgesehen: "überstreichen" = sweep des Frequenzbandes.

[0011] In dieser Schrift wird die Frequency Sweep Keying Technik abweichend von der sonst üblicherweise verwendeten Bedeutung mit FSK-Technik bezeichnet. Sie darf daher nicht mit der sogenannten Frequency Shift Keying Technik (auch genannt: Verfahren der Frequenzumtastung) verwechselt werden, für die ebenfalls das Akronym FSK gebräuchlich ist.

[0012] Die vorgenannten zwei Techniken sind anwendbar bei:

- A1 "Galvanische" Detektion einer Geleisebelegung über einen Gleisstromkreis durch "Kurzschliessen" zweier einen Geleiseabschnitt bildende Schienen;
- A2 magnetische Detektion eines Rades und Anwendung einer Rad- bzw. Achszählmethode.

[0013] Für die magnetische Detektion erfolgt eine Erläuterung anhand der Figuren 2 und 3. Die magnetische oder galvanische Detektion sind dabei unabhängig von den vorerwähnten zwei Codiervverfahren.

[0014] Die erste Ausführungsform der vorliegenden Erfindung wird anhand der "galvanischen" Implementierungsform gemäss der Figur 1 erläutert und beinhaltet folgende Schritte:

Ein Information S in binärer Darstellung der Breite n Bit wird gemäss der DSSS-Technik mit einer sogenannten "Chipping Sequence" B - auch Barker Code B genannt - exklusiv-oder verknüpft. Diese Verknüpfung wird meist mit XOR bezeichnet.

[0015] Die Verknüpfung XOR ist in Figur 4 dargestellt, wobei für die Information S lediglich eine Breite von n = 2 Bit angenommen wurde, das Ergebnis der Verknüpfung XOR mit dem Barker Code B ist mit S_B bezeichnet. Die Breite m des Barker Codes B beträgt in dieser Darstellung m = 11 Bit. Eine auf diese Weise gespreizte Information S_B wird auf eine Trägerfrequenz moduliert.

[0016] Fig. 1 zeigt zwei durch eine Schienenisolie-

rung 12 getrennte Geleiseabschnitte. Für einen Geleiseabschnitt ist im Abstand d von einem Sender/Übertrager 5 ein Empfangskreis mit einem Empfänger/Übertrager 6 angeschlossen. Ein typischer Bereich für einen solchen Abstand d liegt im Intervall 25 m .. 2500 m. Wie vorstehend ausgeführt, wird die so modulierte Trägerfrequenz in der Anwendung in einem Gleisstromkreis gemäss der Darstellung von Fig. 1 auf die Sendespule 51 als Teil eines Übertragers 5 geschaltet. Die sekundäre Sendespule 52 als Teil des Übertragers 5 ist an die beiden Schienen 3 eines Geleiseabschnittes angeschlossen. Der Empfänger/Übertrager 6 weist im Primärkreis eine Empfangsspule 62 und im Sekundärkreis eine Empfangsspule 61 auf. Die prinzipielle Funktion eines solchen Gleisstromkreises in DC- oder AC-Technik ist folgende: Bei einem Ruhe-Gleisstromkreis reagiert eine Empfangseinrichtung bei einem freien Geleise und das Geleiserelais oder eine elektronische Detektion "zieht an". Befindet sich ein Wagon auf dem Geleiseabschnitt, ändern sich die elektrischen Verhältnisse. Es entsteht ein Nebenschluss, so dass durch die Empfangseinrichtung nur noch ein kleiner Reststrom fließt. Damit wird festgestellt, dass der Abschnitt belegt ist, da das Geleiserelais dann nicht mehr "anzieht". Dieser Aufbau hat zur Folge, dass alle häufig auftretenden Fehler wie Unterbrechungen des Stromkreises (z.B. durch einen Leitungsbruch oder defekte Sicherungen) zu einem angeblich besetzten Geleiseabschnitt führen. Dieses Verfahren in DCoder AC-Technik ist mit dem Nachteil behaftet, dass Rückströme in den Schienen eine Belegung simulieren können, die gar keine Belegung durch eine Achse bzw. Fahrzeug darstellen.

[0017] Dies trifft auch bei einem DC-Kreis zu, da aufgrund der hohen Ströme auch nur wenige Promille eines DC-Anteils die vorgenannten Relais zum Ansprechen bzw. nicht Ansprechen bringen. Dieser Nachteil wird in dieser ersten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung dadurch behoben, dass das auf ein Trägerfrequenzband modulierte gespreizte Signal breitbandig ist. Die angegebene obere Grenze des Frequenzbandes erklärt sich dadurch, dass oberhalb dieser Frequenz Emissionsgrenzwerte einzuhalten sind. Der Pegel des vom Empfänger 6 in der Empfangsspule 62 empfangenen Signals S_B' ist abhängig von der Anwesenheit eines Rades 1 in der unmittelbaren Umgebung der an der Schiene angeordneten Sender/Empfänger. In einer Empfangseinrichtung (nicht dargestellt in den Figuren) muss dieses Signal S_B' entspreizt werden. Dies ist im allgemeinen wesentlich komplexer als die Spreizung. Bei der vorliegenden Erfindung ist jedoch besonders vorteilhaft, dass in der Empfangseinrichtung der Sendetakt direkt vorhanden ist, weil Sende- und Empfangseinrichtung unmittelbar nebeneinander oder als integrierte Einrichtung realisiert werden können. Diese wesentliche Voraussetzung trifft bei einer Nachrichtenübertragung in DSSS-Technik im allgemeinen nicht zu. Somit ist in der Empfangseinrichtung kein besonderer Aufwand zur Synchronisation vorzusehen. Das empfangene Signal

S_B' wird wiederum mit dem gleichen Barker Code B XOR-verknüpft. Das empfangene Signal S_B' hat gemäss der Figur 5 an der Stelle i einen Verlauf S_i . Selbstverständlich tritt auch an den anderen Stellen ein nicht idealer Verlauf auf, dies ist in der Figur 5 jedoch nicht dargestellt, sondern lediglich exemplarisch für die Stelle i dargestellt. Dieses Signal S_i weicht um D_i von der mittleren Signalstärke S_{Avg} ab. Die Abweichung D_i wird anschliessend mit -1 multipliziert, falls der Wert des Barker Codes an der Stelle i gleich 1 ist. Das Resultat R_i berechnet sich aus diesem Wert addiert zur mittleren Signalstärke S_{Avg} . Ein Integrator summiert die dabei erhaltenen Werte für jede Stelle $i = 1, 2, \dots, n$ des Barker Codes der Länge n. Ist das Ergebnis grösser als die mittlere Signalstärke S_{Avg} so entscheidet ein Komparator für dieses Bit (der Nutzinformation S) auf 1, sonst auf 0. Auf diese Weise kann nun entschieden werden, ob an der betreffenden Stelle der Schiene sich ein Rad befindet oder nicht.

[0018] Der besondere Vorteil des vorstehend genannten Codierung mit der DSSS-Technik liegt darin, dass eine elffache Redundanz vorliegt. Dies ist gegeben durch die Barker Code Breite von $m = 11$. Bei einer schmalbandigen Störung an verschiedenen Stellen im Frequenzband kann dadurch das übertragene gespreizte S_B trotzdem als Information S regeneriert werden. Für die Übertragung werden beispielhaft folgende Frequenzen bzw. ein Frequenzband aus dem nachfolgend aufgeführten Frequenzband verwendet:

10 kHz .. 30 MHz.

[0019] In einer besonders vorteilhaften Weiterentwicklung der vorliegenden Erfindung kann unter Nutzung der bestehenden Infrastruktur wie der vorstehend genannte Geleisestromkreis zur Erhöhung der Detektionssicherheit folgendes vorgesehen werden: Die Information S wird mit einem weiteren Barker Code B_2 gespreizt, wobei dieser Code m_2 Stellen umfasst. Das gespreizte Signal S_{B2} wird auf einem gegenüber dem ersten Trägerfrequenzband disjunkten Trägerfrequenzband moduliert. Für den Barker Code B_2 gelten keine besonderen Bedingungen, insbesondere können die Längen m und m_2 verschieden sein. Auf diese Weise ist ein redundantes zweikanalsystem zur Detektion einer Geleisebelegung geschaffen, das gegenüber einer Störung auf bestimmten Frequenzbändern weitestgehend immun ist und dadurch gestellte Sicherheitsanforderungen optimal erfüllt. Trotz der Redundanz ist keine Zweitinstallation von Einrichtungen am Geleise erforderlich. Ein solcher zweiter Kanal mit einem weiteren Barker Code B_2 ist mit relativ geringem Aufwand implementierbar.

[0020] Die zweite Ausführungsform der vorliegenden Erfindung wird anhand der "magnetischen" Implementierungsform gemäss den Fig. 2 und 3 erläutert.

[0021] Figur 2 zeigt die Anordnung eines Senders 5 und eines Empfängers 6 links und rechts einer Schiene 3 eines Geleises 11. Sender 5 und Empfänger 6 sind über eine Anschlussleitung 8 mit einer Anschlussklem-

me verbunden. Zu beachten ist, dass der Empfänger 6 wenigstens zwei Empfangsspule 9a und 9b (nicht dargestellt in den Fig. 2 und 3) aufweist, die typischer Weise in einem Abstand von etwa 10 cm (- 0 cm; + 10 cm) angeordnet sind. In Figur 3 ist die konstruktive Anordnung des Senders 5 und des Empfängers 6 in einem Radsensor 9 dargestellt. In einem Gehäuse sind geschützt Sender 5 und Empfänger 6 resp. Empfangsspulen 9a, 9b, .. untergebracht und mit einem Befestigungsmittel 7, wie z.B. eine Schraubverbindung, fest mit der Schiene 3 verbunden. Die Anschlussleitungen 8 werden vom Geleise her gesehen nach aussen zu einer nicht dargestellten Anschlussklemme 10 geführt. Ebenfalls nicht dargestellt ist die Befestigung der Schiene an der durch die Oberkante 4 dargestellten Schwellen. Zwischen Sender 5 und Empfänger 6 sind über die Schienenoberkante führende Feldlinien 13 dargestellt. Der Verlauf der Feldlinien 13 wird dabei durch ein vorbeiführendes Rad 1 beeinflusst. Zur Darstellung der Orientierung ist das Rad 1 mit einem Radkranz 2 gezeigt. Der Sender 5 resp. die Sendespule erstrecken sich über die wenigstens zwei Empfangsspulen 9a, 9b. Es könnten jedoch noch weitere Empfangsspule 9c und 9d vorgesehen sein. Die Sendespule 5 wird in einer ersten Variante mit einem Signal gemäss der Darstellung von Fig. 6a beaufschlagt. Dieses Signal, d.h. die Frequenzverlauf f_a wird repetitiv in einem Raster von T_{rep} ausgesendet. Dieser Frequenzverlauf f_a ist innerhalb von T_{rep} linear über die Zeit von einer ersten unteren Frequenz f_1 zu einer oberen Frequenz f_2 . In der Fachsprache wird ein so linear oder anders ansteigender oder fallender Frequenzverlauf als "Sweep" bezeichnet. In einem zeitlichen Abstand von T_{ab} wird ein weiterer Verlauf f_b auf die Sendespule 5 geschaltet. Der zeitliche Abstand T_{ab} kann als Codierung einer bestimmten Information S herangezogen werden. Typische Werte für die vorgenannten Variablen sind:

$$f_1 = 10 \text{ kHz}$$

$$f_2 = 10 \text{ MHz}$$

$$T_{rep} = 10 \dots 2000 \mu s$$

$$T_{ab} = 2 \dots 500 \mu s$$

[0022] Die Empfangsspulen 9a und 9b detektieren über die Feldlinien 13 das von der Sendespule 5 ausgesandte Spektrum. Der Pegel dieses Spektrums ist dabei abhängig von der Anwesenheit eines Rades bzw. eines Gegenstandes aus einem magnetischen Material zwischen Sendespule 5 und Empfangsspule 9a und 9b.

[0023] In der Fig. 6c ist ein konstanter Pegel P_s über den Frequenzbereich dargestellt, der durch die untere Frequenz f_1 und die obere Frequenz f_2 definiert ist. Der Sendespule 5 wird dabei über den vorgenannten Frequenzbereich $[f_1 \dots f_2]$ dieser Pegel zugeführt. Im gleichen Diagramm ist in einem momentanen Pegelabstand P_D ein Empfangspegel P_S , dargestellt, dabei wird angenommen, dass in einem kleinen Teilbereich um eine Frequenz f eine Störfeld D_f vorhanden ist. Der vor-

stehend erwähnte Begriff "momentan" bedeutet dabei für die betreffende Frequenz f zu einem bestimmten Zeitpunkt. Dieser Empfangspegel tritt bei einer Empfangsspule 9a oder 9b auf. Dieses Störfeld ist selbstverständlich Teil des empfangenen Signals S_B , mit dem Pegel P_S . Zur Verdeutlichung ist dies jedoch in der Figur 6c besonders mit D_f bezeichnet. Aufgrund einer Selbstkalibration ist feststellbar, ob der jeweilige Pegelunterschied P_D zwischen P_S und P_S , der Anwesenheit eines Rades entspricht oder nicht. Dieser Pegelunterschied P_D wird durch das vorgenannte Störfeld "verfälscht". Dies ist jedoch für die Feststellung der Anwesenheit bzw. Abwesenheit eines Rades unerheblich, als in diskreten Intervallen über den Frequenz P_D bereich $[f_1 \dots f_{12}]$ der jeweilige Abstand P_D detektiert, fortlaufend summiert und schliesslich gemittelt wird. Somit haben durch ein Störfeld bedingte "Ausreisser" keinen Einfluss auf die vorgenannte Feststellung der Anwesenheit bzw. Abwesenheit eines Rades. Darüber hinaus sind die Störfelder hochgradig transient, so dass mit der vorgegebenen Repetition T_{REP} im Bereich von 10 - 2000 μs der momentane Zustand bezüglich der Anwesenheit/Abwesenheit eines Rades an einem Sensor mehrfach ermittelt wird.

[0024] Für die weitere Auswertung des empfangenen Spektrums wird auf die Figuren 7 und 8 Bezug genommen.

[0025] Fig. 7 zeigt ein erstes Prinzipschema zur Raddektion mittels dem FSK-Verfahren. Mit den Bezugszeichen 5_a , 5_b , usw. sind synchronisierte Sendeeinrichtungen für den Frequenzverlauf f_a , f_b , usw. dargestellt. Die von den Sendeeinrichtungen 5_a , 5_b , usw. erzeugten Signale werden der Sendespule 5 zugeführt. Abhängig von der Anwesenheit eines Rades im Bereich der Sendespule 5 erfolgt in den Empfangsspulen 9a, 9b, usw. eine Induktion. Diese Empfangsspulen 9a, 9b, usw. sind an je eine Empfangseinrichtung 6a, 6b, usw. angeschlossen die ihrerseits mit einem Generator für die Erzeugung der Repetitionszeit T_{REP} angeschlossen sind. Auf diese Weise kann in den Empfangseinrichtungen 6a, 6b, usw. das empfangene Signal mit dem den Sendespulen zugeführten Signal korreliert werden und auftretende Pegelunterschiede für die Anwesenheit eines Rades herangezogen werden. In einer Minimalausführungsform, das heisst in einer einkanaligen Ausführungsform, sind zwei Empfangseinrichtung 6a und 6b vorzusehen. Diesen ist je ein synchronisiertes Bandpassfilter vorgeschaltet. Die Synchronisation erstreckt sich dabei über den jeweiligen Frequenzverlauf f_a , f_b . Auf diese Weise können Störungen in einem bestimmten Frequenzbereich zu einem bestimmten Zeitpunkt ausgefiltert werden, ohne dass deswegen das in den Empfangsspulen 9a, 9b induzierte Signal dadurch "verfälscht" wird. Auf diese Weise ist selbst bei spektral und pegelmässig massiven Störungen eine Korrelation mit dem ausgesendeten Signal möglich und erlaubt daher eine von der Störbeeinflussung unabhängige Detektion eines Rades durch einen so beaufschlagten Radsensor

9. Es sind in einer einkanaligen Ausführung deshalb zwei Empfangsspulen 9a, 9b und zwei Empfangseinrichtung 6a und 6b erforderlich, um die Richtung der Radbewegung feststellen zu können. Aufgrund der festgestellten Richtung wird für den betreffenden Geleiseabschnitt ein Zähler um 1 hoch bzw. herunter getaktet. Die Detektion einer Geleisebelegung selber erfolgt aufgrund des Zählerstandes für den betreffenden Geleiseabschnitt:

Zählerstand = 0 : Geleiseabschnitt ist frei;
Zählerstand $\neq$ 0 : Geleiseabschnitt ist belegt.

[0026] In der Figur 8 ist die Auswertung der gemäss den Fig. 6a erzeugten Frequenzverläufe f_a und f_b in einer Implementierung mit digitalen Signalprozessoren in einer Prinzipdarstellung gezeigt. Die Sendeeinrichtung 50 weist einen spannungsgesteuerten Oszillator 55 (VCO voltage controlled oscillator) auf. Eine Steuerung 56 erzeugt für den gewünschten Frequenzverlauf einen entsprechenden Spannungsverlauf. Nicht dargestellt in der Figur 9 ist eine eventuell vorzusehende Rückführung, um in den Empfangsspulen 9a und 9b festgestellten transienten oder quasistatischen Störfeldern auszuweichen. Für die Bestimmung des jeweiligen Abstandes T_{ab} der beiden Frequenzverläufe f_a , f_b wie auch für die Wiederholung T_{REP} ist ein Sendetaktgenerator 54 vorgesehen. Die Empfangsspulen 9a und 9b sind mit je einem breitbandigen Filter 71 verbunden. Der Sendetaktgenerator ist ebenfalls mit bandbreiten gedämpften Filtern 71 verbunden, um im jeweiligen Zeitraster den empfangenen Pegel nur der jeweiligen Frequenz den A/D-Wandlern 72 zuzuführen. Die in diskreten zeitabständigen digitalen Werte der Pegel sind Pegel zu bestimmten Frequenzen, siehe dazu die Fig. 6c. Hier ist zwar auf der Abszisse die Frequenz angegeben, bei einem Verfahren mit z.B. linear ansteigender Frequenz ist dieser Abszisse auch eine Zeitachse unterlegt. Diese digitalen Pegel werden über die Zeit einer Referenzspeicherung 64 unterzogen, um allfällige Alterungserscheinungen ausgleichen zu können. Die Zeitkonstante beträgt hier Grössenordnungen von Wochen oder Monaten. Die vorgenannten digitalen Signale werden, wie weiter vorne zu den Figuren 6a und 6c erläutert, zur Rad- bzw. Achsrückgewinnung herangezogen. Als Ergebnis resultiert ein Wert ± 1 . Das Vorzeichen enthält dabei die Überfahrriichtung. Die Langzeitrückführung der gespeicherten Referenzwerte hat zur Folge, dass diese Ausführungsform der vorliegenden Erfindung keiner externen Kalibration bedarf. Der vorgenannte Wert ± 1 wird in bekannter Weise in der Achszählelektronik 80 weiter ausgewertet.

[0027] Die vorstehend genannten Auswertungen/Analysen für einen über das zeitraster linearen Frequenzverlauf f_a , f_b gemäss der Fig. 6a können zur Erhöhung der Robustheit des erfindungsgemässen Verfahrens auch für einen Frequenzverlauf f_a und f_b gemäss der Fig. 6b eingesetzt werden. In Fig. 6b ist ein

logarithmischer Verlauf dargestellt, dabei ist die Skala f_1 bis f_2 linear. Möglich gewesen wäre auch eine Darstellung mit einer logarithmischen Skala, wobei die graphische Darstellung dann als "linear" erscheint. Der Vorteil eines logarithmischen Verlaufes liegt darin, dass die Verweildauer in einem angenommenen Störband f_{d1} und f_{d2} kürzer ist als beim zeitlich linearen Verlauf gemäss der Fig. 6a. Auf diese Weise kann einem statisch bekannten Störband zusätzlich ausgewichen werden. Da in der Empfangseinrichtung 6a, 6b, usw. der jeweilig ausgesandte Frequenzverlauf f_a , f_b , usw. bekannt ist, wäre es auch möglich, durch eine Detektion und Analyse des "Störfeldes" den auszusenden Frequenzverlauf so festzulegen, dass dem momentanen, quasistatischen Störfeld ausgewichen werden kann. Dies führt zu sogenannten lernenden Sendeeinrichtungen 5a, 5b usw. Gemäss den Fig. 6a und 6b ist der Frequenzverlauf über die Zeit streng monoton ansteigend. Möglich ist es aber auch, einen Frequenzverlauf vorzusehen der entweder monoton steigend, monoton fallend oder streng monoton fallend ist.

[0028] In einer weiteren Ausführungsform kann auch der erste Verlauf f_a steigend und der zweite Verlauf f_b fallend ausgebildet sein.

[0029] Das vorstehend erläuterte Verfahren kann auch zweikanalig ausgeführt sein. Dabei sind unabhängige Sendeeinrichtungen 6c und 6d für einen zweiten Kanal vorgesehen, die einen Frequenzverlauf f_c und f_d gemäss der Darstellung in Fig. 6a erzeugen. Unabhängig vom Verlauf f_a und f_b können in den Empfangsspulen 9c und 9d die entsprechenden Verläufe f_c und f_d registriert und in den Empfangseinrichtungen 6c und 6b analysiert bzw. korreliert. Durch diese zweikanalige Ausführung können die geforderten Sicherheitsanforderung hinsichtlich Redundanz und Unabhängigkeit erfüllt werden. Die Sendespule 5 ist dabei ein statisches Element. Eine allfällige Beeinträchtigung der Funktion der Sendespule 5 kann von der Senderseite her festgestellt werden und ist somit unabhängig von Signalen der Empfangskreise.

Liste der verwendeten Bezugszeichen

[0030]

1 Rad

2 Radkranz

3 Schiene

4 Schwelle, Oberkante Schwelle

5 Sender, Übertrager

5a 1. Sendeeinrichtung für ersten Kanal mit synchronisiertem Träger der Frequenz f_a

5b 2. Sendeeinrichtung ersten Kanal mit synchronisiertem Träger der Frequenz f_b

5c 3. Sendeeinrichtung für zweiten Kanal mit synchronisiertem Träger der Frequenz f_c

5d 4. Sendeeinrichtung für zweiten Kanal mit synchronisiertem Träger der Frequenz f_d

10 6 Empfänger, Übertrager

6a 1. Empfangseinrichtung für ersten Kanal mit synchronisiertem Bandpassfilter

15 6b 2. Empfangseinrichtung für ersten Kanal mit synchronisiertem Bandpassfilter

6c 1. Empfangseinrichtung für zweiten Kanal mit synchronisiertem Bandpassfilter

20 6d 2. Empfangseinrichtung für zweiten Kanal mit synchronisiertem Bandpassfilter

7 Befestigungsmittel für Sender/Empfänger

25 8 Anschlussleitungen

9 Radsensor

30 9a 1. Empfänger/Empfangsspule für ersten Kanal

9b 2. Empfänger/Empfangsspule für ersten Kanal

35 9c 1. Empfänger/Empfangsspule für zweiten Kanal

9d 2. Empfänger/Empfangsspule für zweiten Kanal

10 Anschlussklemme

40 11 Geleise

12 Schienenisolierung

13 Darstellung Verlauf Feldlinien

45 20 Generator für Repetitionszeit

50 Sendeeinrichtung

50 51 Sendespule Primärkreis, Übertrager

52 Sendespule Sekundärkreis, Übertrager

53 Verstärker

55 54 Sendetakt

55 spannungsgesteuerter Oszillator, VCO Voltage

	controlled oscillator		S_B	gespreiztes Signal, Nutzsignal
56	Steuerung für Frequenz- bzw. Spannungsverlauf		S_B'	empfangenes Signal in gespreizter Darstellung
60	Empfangseinrichtung	5	S_i	Empfangenes Signal an der Stelle i
61	Empfängerspule Sekundärkreis, Übertrager		T_{rep}	Repetitionszeit
62	Empfängerspule Primärkreis, Übertrager		T_{ab}	Folgezeit zwischen zwei Frequenzverläufen f_a und f_b
63	Achsrückgewinnung, ± 1	10		

64 Referenzwertspeicherung über die Zeit

Liste der verwendeten Akronyme

70 Analysefilterdatenbank

15 [0031]

71 bandbreitenbedämpfter Filter

DC Direct Current, Gleichstrom

72 Analog/Digital-Wandler

AC Alternating Current

80 Achszählelektronik

20 GFM Gleisfreimeldesystem

B, B_2 Barker Code

DSSS Direct Sequence Spread Spectrum

D_f Störfeld um eine Frequenz f

25 FSK Frequency Sweep Keying

d Abstand

Literaturliste

D_i Abweichung

30 [0032]

f Frequenz

[1] DE 196 47 737 A1, Siemens AG, Achsdetektor

f_a, f_b, f_c, f_d Frequenzverläufe für FSK-Verfahren

[2] SIGNAL+DRAHT (95) 3/2003 p. 20 - 23

f_{d1}, f_{d2} Untere, obere Frequenz eines Störbandes

35 [3] DE 101 37 519 A1, Siemens AG, Radsensor

f_1, f_2 Untere, obere Frequenz für FSK-Verfahren

[4] SIGNAL + DRAHT (95) 4/2003, p. 15 - 17

i laufender Index zur Kennzeichnung einer Stelle des Barker Codes, $i = 1, \dots, m$

40 Patentansprüche

m, m_2 Breite des Barker Code in Bit, Anzahl Stellen des Barker Code

45

n Breite der Information S in Bit

p Pegel

50

$P_s, P_{s'}$ Sendepegel, Empfangspegel

P_D Pegelunterschied zwischen $P_s, P_{s'}$

S Information

55

S_{Avg} mittlere Signalstärke

1. Verfahren zur Feststellung einer Geleisebelegung durch:

A1 einen an einer Schiene (3) angebrachten einen Sender (5) und Empfänger (6) enthaltenden Radsensor (9), der eine Magnetfeldänderung infolge eines die Schiene (3) überfahrenden Eisenbahnrades (1) registriert, oder

A2 einen durch zwei Schienen (3) gebildeten einen Sender (5) und Empfänger (6) aufweisenden Gleisstromkreis, der beim Befahren durch ein Eisenbahnfahrzeug kurzgeschlossen wird, wobei der Kurzschluss im Empfänger registrierbar ist;

gekennzeichnet durch die Verfahrensschritte:

B der Sender (5) wird mit einem in einer Sendeeinheit (50; 5a, 5b, ..) generierten spektral breitbandigen eine Information (S) enthalten-

dem Signal (S_B) beaufschlagt;
C vom Empfänger (6) registrierte Signale (S_B') werden einer Empfangseinheit (60, 6a, 6b, ..) zur Wiedergewinnung der im Verfahrensschritt B ausgesendeten Information (S) zugeführt, wobei Sendeeinheit (50; 5a, 5b, ..) und Empfangseinheit (60; 6a, 6b, ..) gekoppelt sind;
D auftretende unterschiedliche Pegel des registrierten Signals (S_B') werden zur Feststellung der Geleisebelegung herangezogen.

2. Verfahren nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet, dass
im Verfahrensschritt B in der Sendeeinheit (50; 5a, 5b, ..) die zu übertragende Information (S) in Direct Sequence spread Spectrum Technik (DSSS) mit einem Code (B) gespreizt wird und auf ein Trägerfrequenzband moduliert wird. 5
3. Verfahren nach Anspruch 2,
dadurch gekennzeichnet, dass
im Verfahrensschritt C zur Kopplung von Sendeeinheit (50; 5a, 5b, ..) und Empfangseinheit (60; 6a, 6b, ..) der Sendetakt (54; 20) der Empfangseinheit (60; 6a, 6b, ..) zugeführt wird. 10
4. Verfahren nach Anspruch 2 oder 3
dadurch gekennzeichnet, dass
im Verfahrensschritt B die zu übertragende Information (S) mit zwei verschiedenen Codes (B, B2) gespreizt wird und auf disjunkte Trägerfrequenzbänder moduliert werden. 15
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 2 bis 4,
dadurch gekennzeichnet, dass
das Trägerfrequenzband einen Bereich von 10 kHz bis 30 MHz aufweist. 20
6. Verfahren nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet, dass
im Verfahrensschritt B in der Sendeeinheit (50; 5a, 5b, ..) die zu übertragende Information (S) durch Aussendung zweier aufeinanderfolgender Frequenzverläufe (T_{ab} , f_a , f_b , ..) codiert wird, wobei die beiden Verläufe repetitiv (T_{Rep}) ausgesendet werden. 25
7. Verfahren nach Anspruch 6,
dadurch gekennzeichnet, dass
im Verfahrensschritt B in der Sendeeinheit (50; 5a, 5b, ..) die zu übertragende Information (S) durch Aussendung vierer aufeinanderfolgender Frequenzverläufe (T_{ab} , f_a , f_b , f_c , f_d) codiert wird, wobei die vier Verläufe repetitiv (T_{Rep}) ausgesendet werden. 30

8. Verfahren nach Anspruch 6 oder 7,
dadurch gekennzeichnet, dass
ein Generator (20) für das repetitive Aussenden vorgesehen ist und dass der Generator mit der Sendeeinheit (5a, 5b, ..) und mit der Empfangseinheit (6a, 6b, ..) gekoppelt ist. 35
9. Verfahren nach einem der Ansprüche 6 bis 8,
dadurch gekennzeichnet, dass
der Frequenzverlauf (f_a , f_b , ...) über die Zeit linear ansteigend oder linear fallend ist. 40
10. Verfahren nach einem der Ansprüche 6 bis 8,
dadurch gekennzeichnet, dass
der Frequenzverlauf (f_a , f_b , ...) über die Zeit logarithmisch ansteigend oder logarithmisch fallend ist. 45
11. Verfahren nach einem der Ansprüche 6 bis 8,
dadurch gekennzeichnet, dass
der Frequenzverlauf (f_a , f_b , ...) über die Zeit monoton ansteigend oder monoton fallend ist. 50
12. Verfahren nach einem der Ansprüche 6 bis 11,
dadurch gekennzeichnet, dass
vor Ausführung des Verfahrensschrittes B ein vom Empfänger erfasstes Störfeld analysiert wird und dass im Verfahrensschritt B der Frequenzverlauf (f_a , f_b , ...) ausserhalb oder am Rande des Störfeldes festgelegt wird. 55
13. Verfahren nach einem der Ansprüche 6 bis 12,
dadurch gekennzeichnet, dass
die Frequenzverläufe (f_a , f_b , ...) innerhalb eines Bandes von 10 kHz bis 10 MHz angelegt werden.
14. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 13,
dadurch gekennzeichnet, dass
der Radsensor (9) zur Detektion der Überfahrrichtung zwei Empfangsspulen (9a, 9b) aufweist.
15. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 13,
dadurch gekennzeichnet, dass
der Radsensor (9) zur Detektion der Überfahrrichtung vier Empfangsspulen (9a, 9b, 9c, 9d) aufweist.

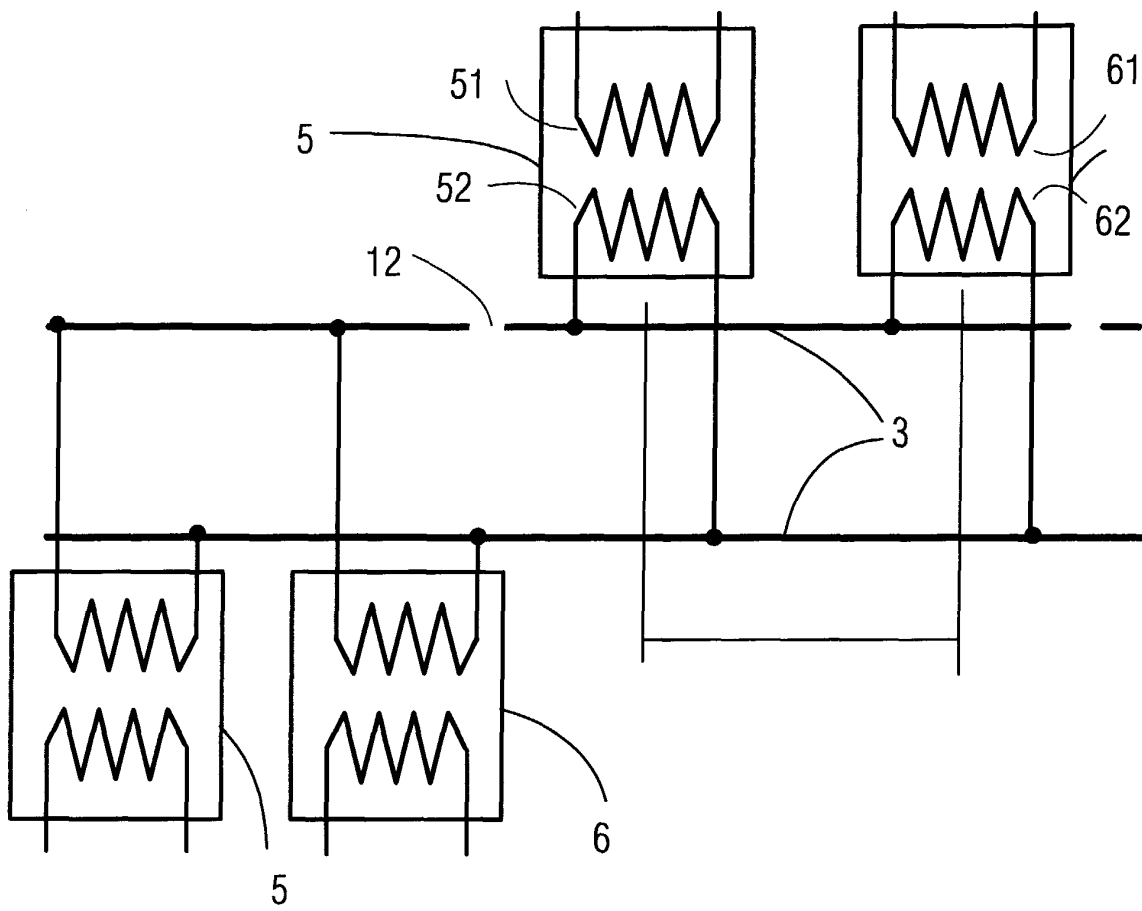


FIG 1

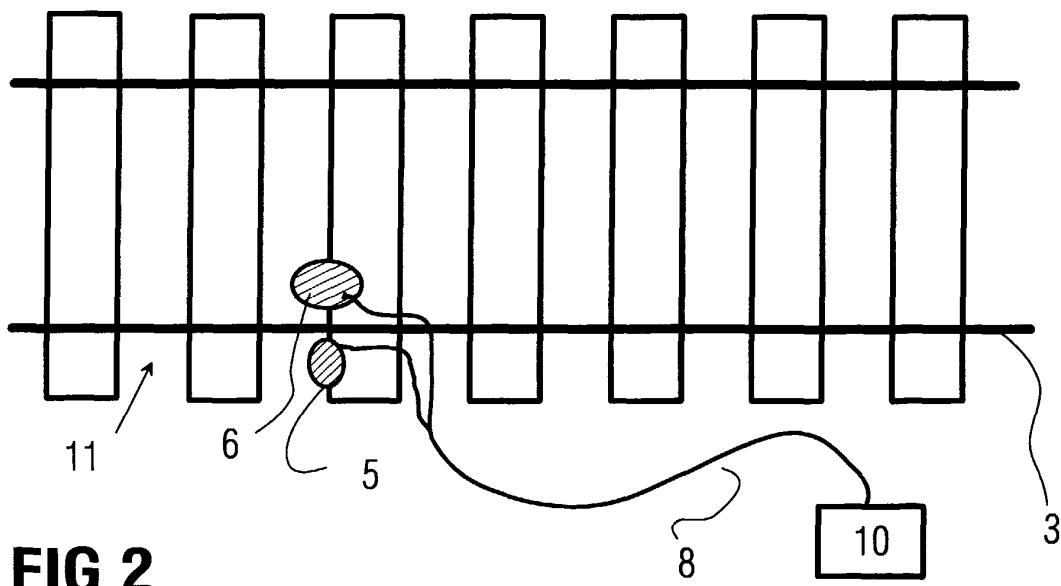


FIG 2

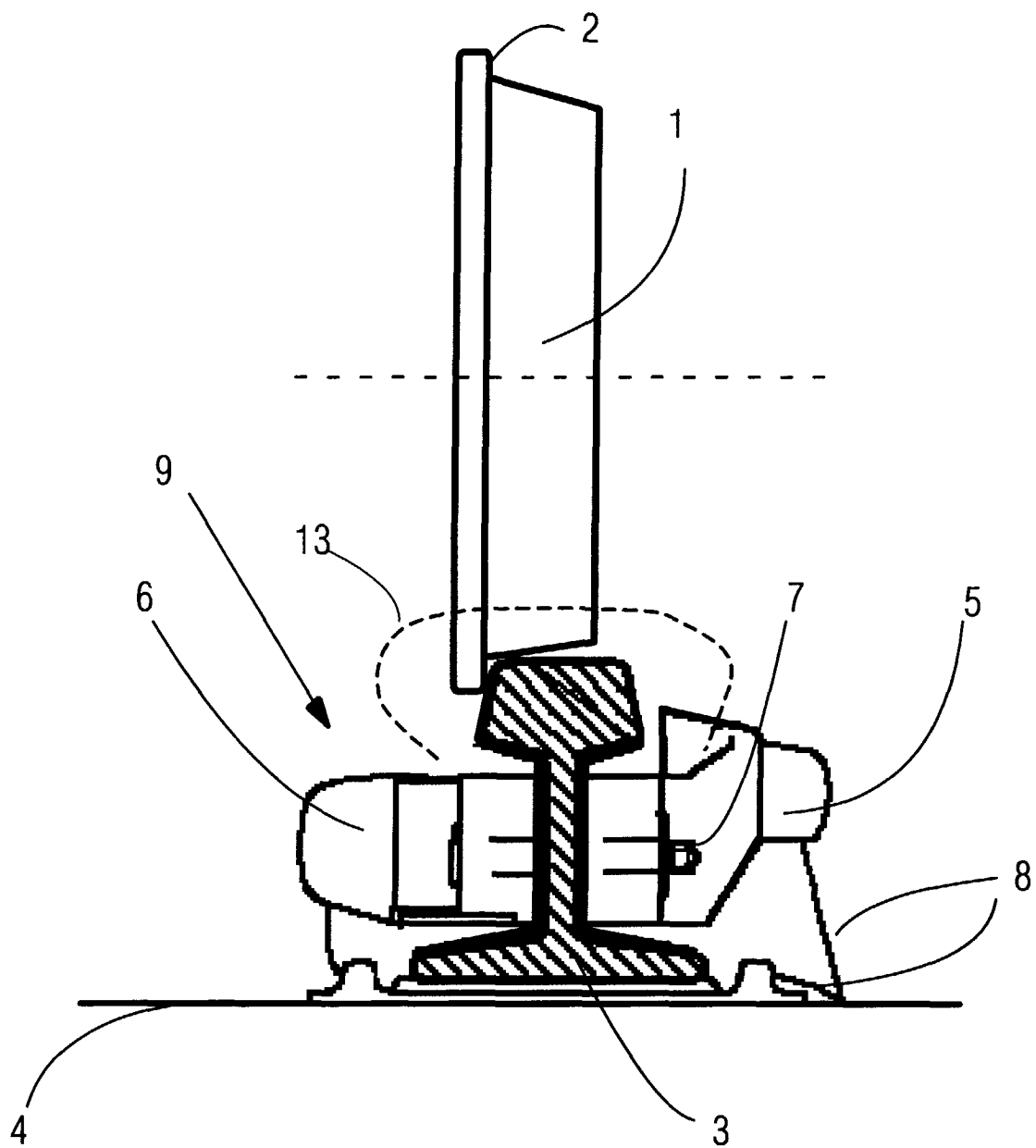


FIG 3

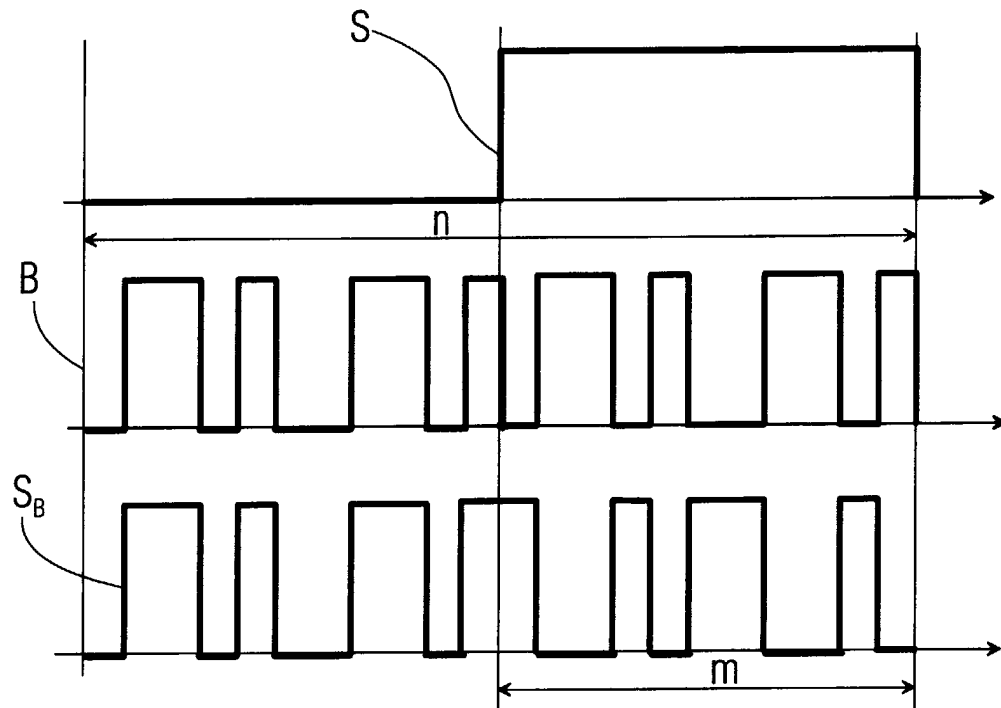


FIG 4

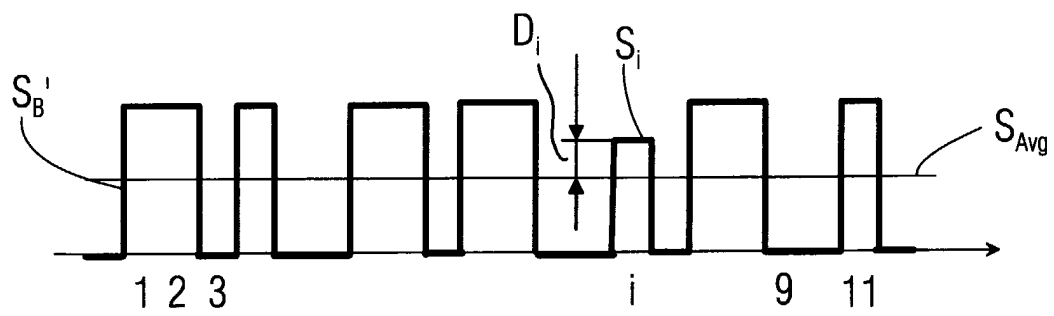


FIG 5

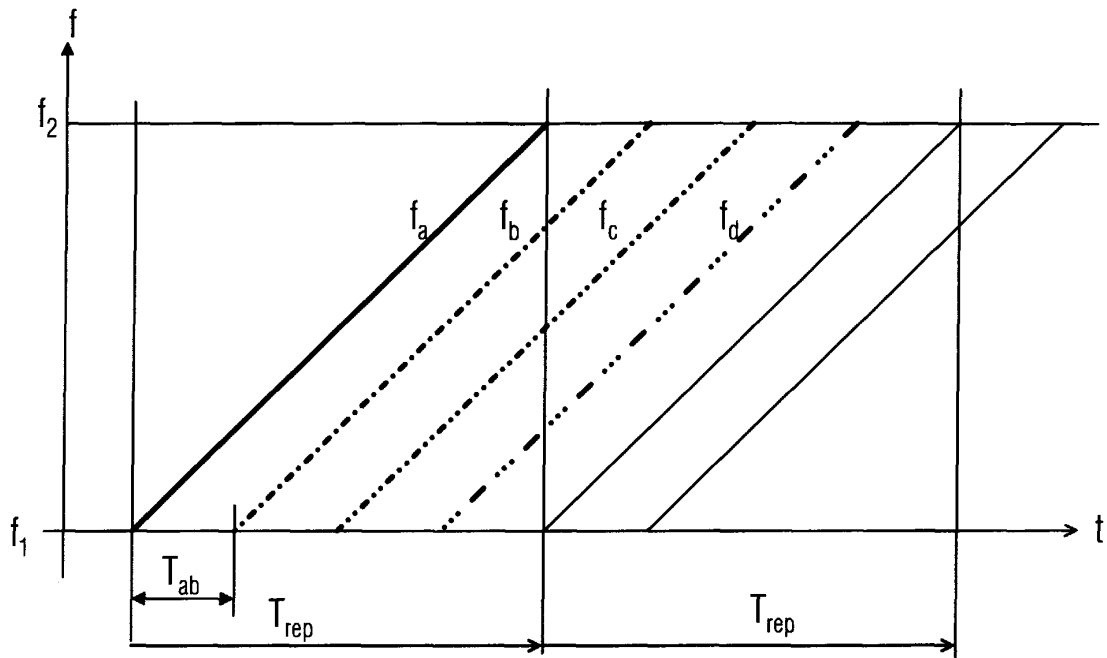


FIG 6a

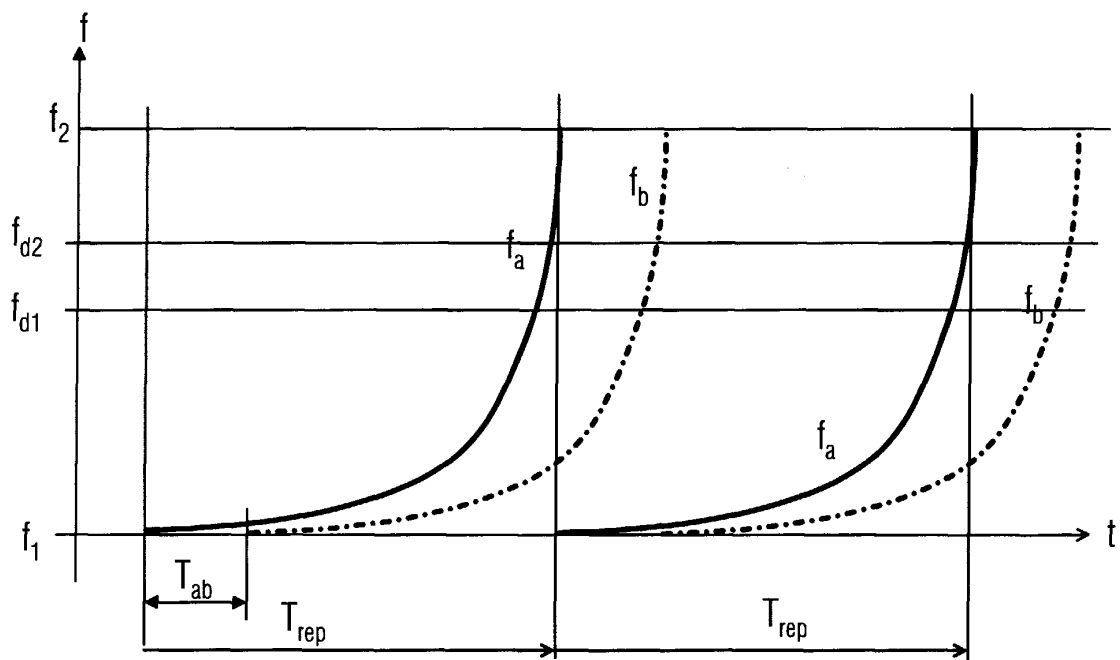


FIG 6b

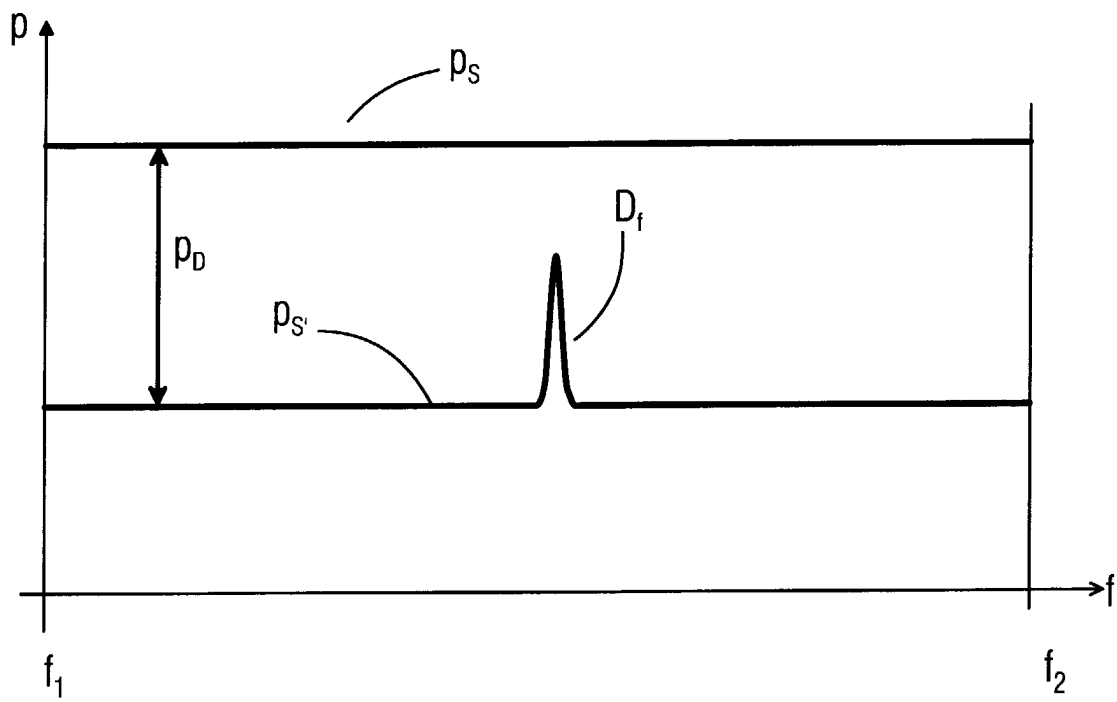


FIG 6c

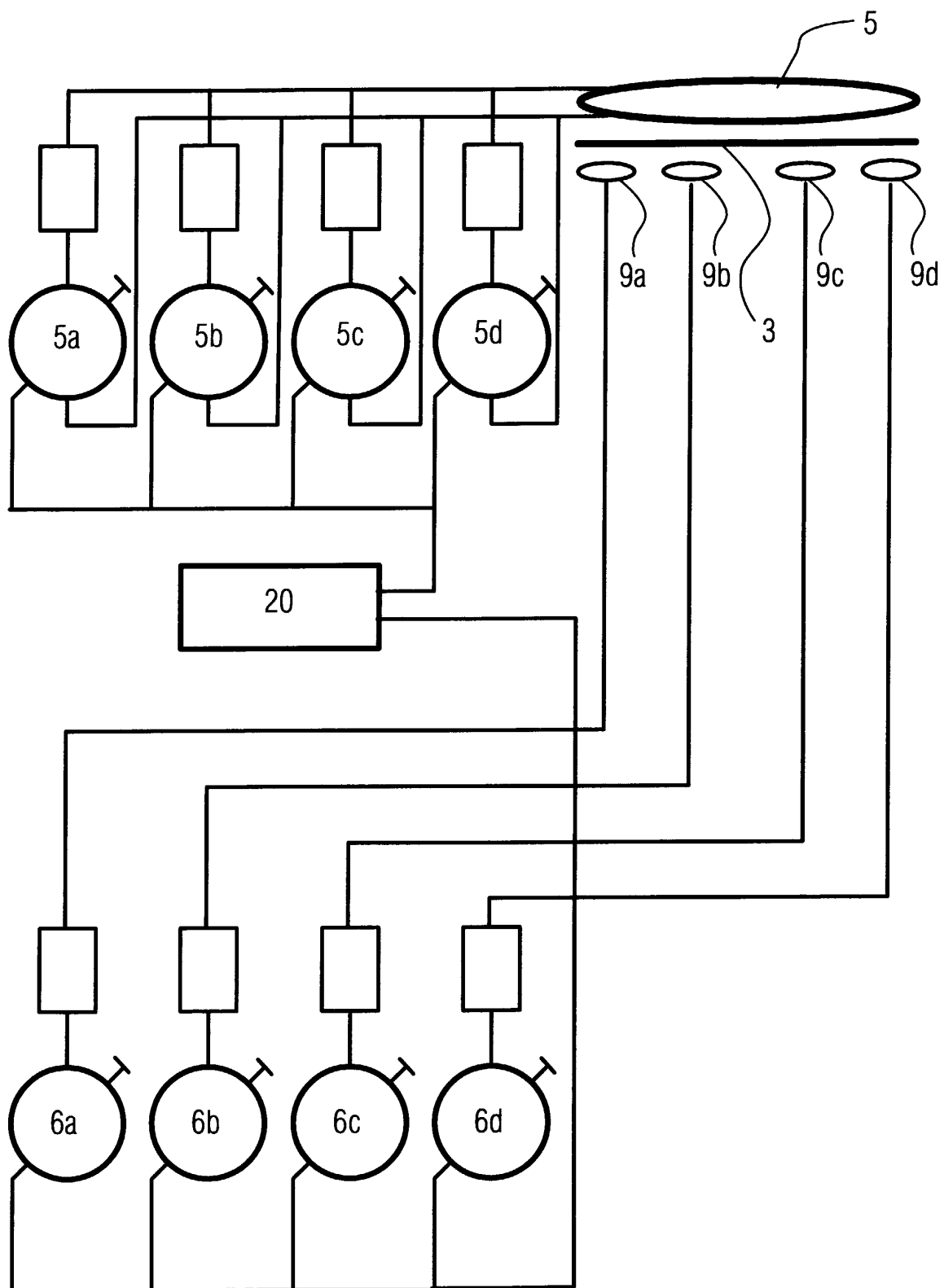


FIG 7

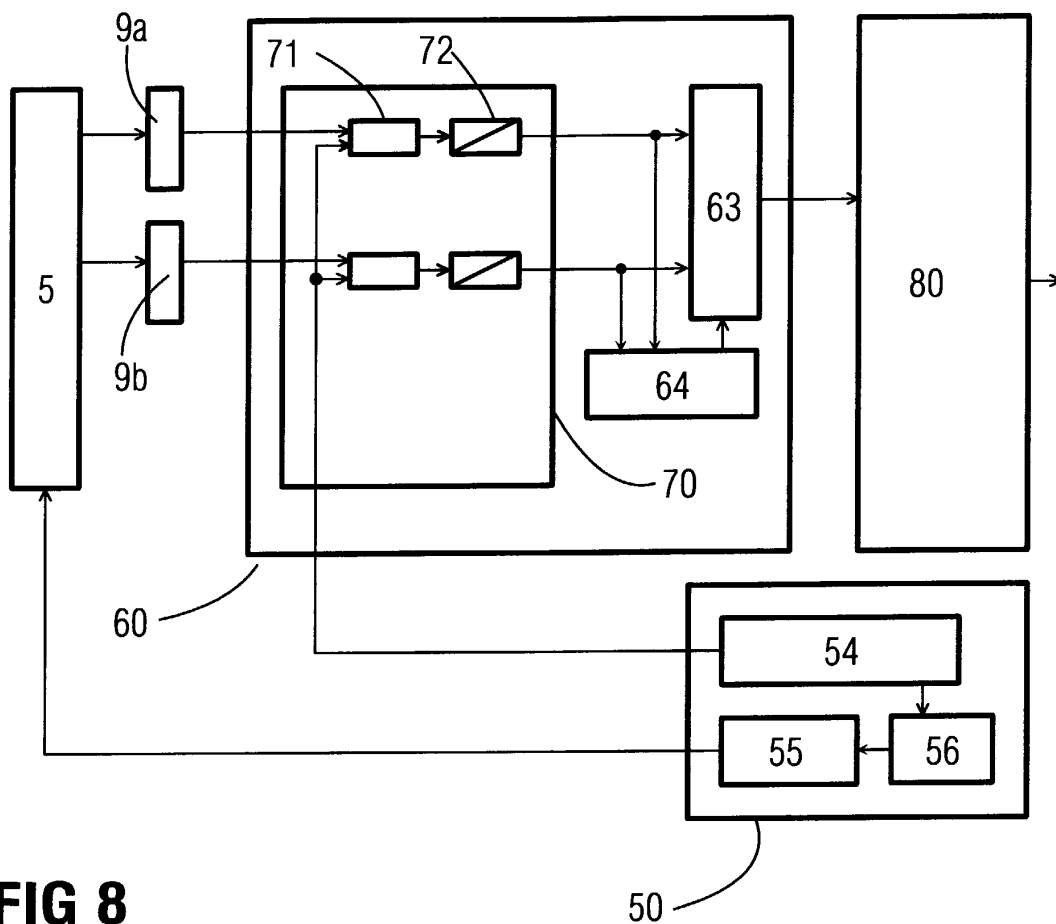


FIG 8



Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 03 00 9575

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.7)
A	GB 2 149 275 A (STANDARD TELEPHONES CABLES LTD) 5. Juni 1985 (1985-06-05) * Seite 1, Spalte 2, Zeile 99 - Seite 2, Spalte 1, Zeile 66 *	1,2	B61L1/16 B61L1/18
A	DE 197 09 840 A (SIEMENS AG) 3. September 1998 (1998-09-03) * Spalte 3, Zeile 31 - Spalte 5, Zeile 56 *	1-15	
A	DE 33 07 689 A (STANDARD ELEKTRIK LORENZ AG) 6. September 1984 (1984-09-06) * Seite 6, Zeile 19 - Seite 12, Zeile 6 *	1-15	
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 2000, no. 20, 10. Juli 2001 (2001-07-10) & JP 2001 063573 A (MITSUBISHI ELECTRIC CORP), 13. März 2001 (2001-03-13) * Zusammenfassung *	1-15	
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 1996, no. 11, 29. November 1996 (1996-11-29) & JP 08 183453 A (NIPPON SIGNAL CO LTD:THE), 16. Juli 1996 (1996-07-16) * Zusammenfassung *	1-15	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.7) B61L
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort	Abschlußdatum der Recherche	Prüfer	
MÜNCHEN	25. September 2003	Janhsen, A	
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	
X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur			

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT
 ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 03 00 9575

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentedokumente angegeben.

Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
 Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

25-09-2003

Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
GB 2149275 A	05-06-1985	KEINE	
DE 19709840 A	03-09-1998	DE 19709840 A1	03-09-1998
DE 3307689 A	06-09-1984	DE 3307689 A1	06-09-1984
		AT 392240 B	25-02-1991
		AT 70184 A	15-08-1990
		ES 8502389 A1	01-04-1985
		IL 71073 A	30-11-1986
		ZA 8401201 A	26-09-1984
JP 2001063573 A	13-03-2001	KEINE	
JP 08183453 3 A		KEINE	

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82