



SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT
BUNDESAMT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

⑤ Int. Cl.³: B 60 T 8/00
B 60 L 3/00
B 61 L 3/00

Erfindungspatent für die Schweiz und Liechtenstein

Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978



⑫ PATENTSCHRIFT A5

632 709

⑫ Gesuchsnummer: 1524/78

⑦ Inhaber:
Licentia Patent-Verwaltungs-GmbH, Frankfurt
a.M. (DE)

⑫ Anmeldungsdatum: 10.02.1978

③ Priorität(en): 23.02.1977 DE 2708361

⑦ Erfinder:
Dipl.-Ing. Karl Hahn, Berlin 42 (DE)
Herbert Bohms, Berlin 41 (DE)
Dipl.-Ing. Johannes Strecker, Feldafing/Pöcking
(DE)
Wilhelm Landes, Neusäss-Westheim (DE)

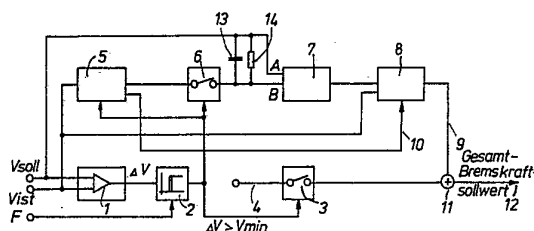
⑫ Patent erteilt: 29.10.1982

⑫ Patentschrift
veröffentlicht: 29.10.1982

⑦ Vertreter:
Kirker & Cie, Genève

⑤ Verfahren und Anordnung zum automatischen weggenaues Abbremsen gleisgebundener Fahrzeuge.

⑤ Ein Rechner gibt nach einer vorgegebenen weg- oder zeitabhängigen Funktion Geschwindigkeitswerte für eine die Bremskraft des Fahrzeuges regelnde Einrichtung (8) ab. Dabei wird von Fahrzeugen mit herkömmlichem Bremssystem, insbesondere Druckluftbremssystem ausgegangen, die erhebliche Aufbau-, Löse- und Totzeiten aufweisen. Um bei Abbremsungen aus einer gefahrenen Geschwindigkeit auf eine niedrigere Soll- oder Zielgeschwindigkeit den Bremsweg stets unabhängig von der Masse des Fahrzeuges oder anderen Streckenstörgrößen nicht zu überschreiten, gibt die rechnergeführte Regeleinrichtung (8) Sollwerte (9) für Korrekturbremskräfte aus, die zeitverzögert und vorzeichenrichtig einen festen Basisbremskraftsollwert (4) additiv (11) ergänzen, der in seiner Grösse für ein weggenaues Abbremsen bei idealen Streckenverhältnissen und einer mittleren Zuglänge ausgelegt ist. Beim Einschalten der Bremse steht zunächst nur der feste Basisbremskraftsollwert (4) an, und der Rechner (5) wird zur Erfassung und Speicherung der Istgeschwindigkeit (v_{ist}) aktiviert. Nach Ablauf einer ersten Verzögerungszeit nimmt der Rechner die Geschwindigkeitssollwertberechnung auf, wobei von der gespeicherten Istgeschwindigkeit (v_{ist}) als Anfangssollwert ausgegangen wird. Nach Ablauf einer zweiten Verzögerungszeit wird die Regeleinrichtung (8) freigegeben.



PATENTANSPRÜCHE

1. Verfahren zum automatischen weggenaues Abbremsen gleisgebundener Fahrzeuge, insbesondere lokomotivbespannter Eisenbahnzüge, unter Verwendung eines Rechners, der nach einer vorgegebenen weg- oder zeitabhängigen Funktion Geschwindigkeitswerte für eine die Bremskraft des Fahrzeuges regelnde Einrichtung abgibt, dadurch gekennzeichnet, dass die rechnergeführte Regeleinrichtung (8) Sollwerte (9) für Korrekturbremskräfte ausgibt, die zeitverzögert (t_1 , t_2) und vorzeichenrichtig einen festen Basisbremskraftsollwert (4) additiv ergänzen, der in seiner Grösse für ein weggenaues Abbremsen bei idealen Streckenverhältnissen und einer mittleren Zuglänge ausgelegt ist.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass beim Einschalten der Bremse (t_0) zunächst nur der feste Basisbremskraftsollwert (4) ansteht und der Rechner (5) zur Erfassung und Speicherung der zu diesem Zeitpunkt (t_0) herrschenden Istgeschwindigkeit (v_{ist}) aktiviert wird, dass der Rechner (5) erst nach Ablauf einer ersten Verzögerungszeit (t_1) die Geschwindigkeitssollwertberechnung aufnimmt, wobei von der gespeicherten Istgeschwindigkeit (Kurve c) als Anfangssollwert ausgegangen wird und dass die Regeleinrichtung (8) erst nach Ablauf einer zweiten Verzögerungszeit (t_2) freigegeben wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass der feste Basisbremskraftsollwert (4) bei Annäherung der Istgeschwindigkeit (v_{ist}) an die Zielgeschwindigkeit (a') um einen Differenzbetrag vorher (Zeitpunkt t_3) abgeschaltet und von den Geschwindigkeitssollwerten (Kurve d) des Rechners (5) auf die Zielgeschwindigkeit (a') als neue Führungsgrösse umgeschaltet wird.

4. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Umschaltung auf die Zielgeschwindigkeit (a') in einem der mittleren Bremslösezeit angepassten weichen Übergang erfolgt.

5. Verfahren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass der weiche Übergang nach einer e-Funktion erfolgt.

6. Anordnung zur Durchführung des Verfahrens nach den Ansprüchen 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass ein vom Geschwindigkeitssollwert (v_{soll}) und Geschwindigkeitswert (v_{ist}) beaufschlagter Differenzverstärker (1) eine Grenzwertstufe (2) steuert, die beim Überschreiten ihres Schwellwertes einen Rechner (5) aktiviert sowie ein nachgeschaltetes Schaltglied (6) und ein weiteres Schaltglied (3) in Schliessstellung bringt, wobei das nachgeschaltete Schaltglied (6) an den einen Eingang (B) und die Sollgeschwindigkeit (v_{soll}) an den anderen Eingang (A) eines Maximalauswerters (7) angeschlossen ist, dessen Ausgang gemeinsam mit der Istgeschwindigkeit (v_{ist}) einen vom Rechner (5) verzögert einschaltbaren Bremskraftregler (8) steuert, der Korrekturbremskraftsollwerte (9) an ein Summierglied (11) legt, das über das weitere Schaltglied (3) an einen festen Basisbremskraftsollwert (4) angeschlossen ist.

7. Anordnung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass der Schwellwert der Grenzwertstufe (2) über die Bremskraft (F) beeinflussbar ist.

8. Anordnung nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass den Eingängen (A, B) des Maximalauswerters (7) ein Kondensator (13) und ein Widerstand (14) parallelgeschaltet sind.

Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren gemäss dem Gattungsbegriff des Patentanspruches 1.

Zur automatischen Zielbremsung ist es bekannt, Digital- oder Analogrechner einzusetzen, die in Abhängigkeit

des noch zurückzulegenden Weges — d.h. vom augenblicklichen Fahrzeugstandort bis zum Zielpunkt, wo das Fahrzeug zum Halten gekommen sein soll — die jeweilig nötige Sollgeschwindigkeit berechnen. Für eine definierte konstante Verzögerung ergibt sich dabei eine Geschwindigkeits-Weg-Funktion, die graphisch dargestellt, die Form einer Parabel hat (Sollgeschwindigkeits- oder Bremswegparabel) und dem gewollten Verlauf der Geschwindigkeit bei einer Bremsung bis zum Stillstand entspricht. Nach einem Bremsbefehl versucht der Geschwindigkeitsregler ständig durch Verstärken oder Lösen der Bremse die tatsächliche Fahrzeuggeschwindigkeit der durch die Bremswegparabel vorgegebenen Soll- oder Leitgeschwindigkeit anzupassen. Die herkömmlichen Bremssysteme, insbesondere die Druckluftbremssysteme, haben erhebliche Aufbau-, Löse- und Totzeiten. So dauert der Bremsaufbau bei lokomotivbespannten Güterzügen zum Beispiel 30 bis 45 Sekunden ehe die Sollbremskraft voll wirksam wird. Die Bremsauflösung dauert noch länger, ca. das 1,5fache. Diese erheblichen Verzögerungszeiten lassen ein schlagartiges Einsetzen und Lösen der Bremse nicht zu. Durch die Verschiedenartigkeit der abzubremsenden Massen (verschiedene Zuglängen und Ladungen) sowie der Topographie der Strecke mit Steigungen und Gefällen lassen sich schwer konstante Verzögerungen erreichen, so dass davon abhängige Grössen, wie der beim Abbremsen zurückgelegte Weg, dem Zufall unterworfen ist und grosse Unterschiede aufweist.

Aufgabe der Erfindung ist es, diesen Mangel zu beheben, wobei bei Abbremsungen aus einer gefahrenen Geschwindigkeit auf eine niedrigere Soll- oder Zielgeschwindigkeit der Bremsweg stets reproduzierbar sein soll, das heisst ohne Einfluss von der Masse des Fahrzeuges oder Streckenstörgrössen (z.B. Gefälle) nicht überschritten werden soll.

Diese Aufgabe wird für ein Verfahren der eingangs genannten Art nach den kennzeichnenden Massnahmen des Anspruchs 1 gelöst. In zweckmässiger Ausbildung des Verfahrens steht beim Einschalten der Bremse zunächst nur der feste Basisbremskraftsollwert an und der Rechner wird zur Erfassung und Speicherung der zu diesem Zeitpunkt herrschenden Istgeschwindigkeit aktiviert, der Rechner nimmt dann erst nach Ablauf einer ersten Verzögerungszeit die Geschwindigkeitssollwertberechnung auf, wobei von der gespeicherten Istgeschwindigkeit als Anfangssollwert ausgegangen wird und erst nach Ablauf einer zweiten Verzögerungszeit wird die Regeleinrichtung freigegeben.

Weiter ausbildende vorteilhafte Merkmale der Erfindung sind den abhängigen Ansprüchen in Verbindung mit der erläuternden Zeichnung sowie der Beschreibung entnehmbar.

Anhand der Zeichnungsfiguren soll die Erfindung im nachstehenden an einem Beispiel verdeutlicht werden.

Es zeigen:

Fig. 1 eine Schaltungsanordnung zur Durchführung des Verfahrens in Blockbildarstellung;

Fig. 2 den schematischen Verlauf einer Abbremsung nach der Erfindung in einem Geschwindigkeits-Zeitdiagramm,

Fig. 3 ein Diagramm zur Bremskraftregelung.

Nach Fig. 1 werden einem als Differenzverstärker 1 geschalteten Operationsverstärker Sollgeschwindigkeit v_{soll} und Istgeschwindigkeit v_{ist} des Fahrzeuges als analoge Grössen zugeführt. Hierfür kann z.B. ein Operationsverstärker des Typs 741 Verwendung finden, der nach dem Buch U. Tietze/Ch. Schenk «Halbleiterschaltungstechnik», Springer Verlag, Berlin/Heidelberg/New York, S. 197, Abb. 11.3. beschaltet ist. Bei Abweichungen voneinander wird ein Δv -Signal ausgegeben, das beim Überschreiten einer Mindestgrösse eine

Grenzwertstufe 2 kippt. Als Grenzwertstufe kann beispielsweise ein als Schmitt-Trigger arbeitender Operationsverstärker dienen. Auch hierfür kann vorteilhaft ein Operationsverstärker des Typs 741 eingesetzt werden, wobei eine Beschaltung entsprechend Abb. 11.131. auf Seite 305 des vorgenannten Buches anwendbar ist. Seine Schaltschwelle ist über die herrschende Bremskraft F einstellbar, wie noch erläutert wird. Hat zum Beispiel der Fahrzeugführer durch Umstellen des Fahrbremshebels die Sollgeschwindigkeit zum Zeitpunkt t_0 (vgl. Fig. 2) von Wert a auf Wert a' herabgesetzt, dann gibt die Grenzwertstufe 2 ein Signal ab, das gleichzeitig mehrere Funktionen erfüllt. Zunächst wird ein Schaltglied 3 geschlossen, das einen Basisbremskraftsollwert 4 durchschaltet. Damit wird die Bremse eingeschaltet und baut sich auf. Fig. 3 zeigt den Verlauf des Basisbremskraftsollwertes 4 als Rechteckkurve. Seine Grösse ist so bemessen, dass er ein weggenaues Abbremsen bei idealen Streckenverhältnissen (eben Strecke) und einer mittleren Zuglänge bzw. -masse erlaubt. Störgrössen, wie veränderte Zugmasse, Gefälle und Steigungen sind damit noch nicht erfasst. In Fig. 2 ist die Istgeschwindigkeit als strichpunktierte Kurve b eingetragen. Bis zum Zeitpunkt t_0 waren Ist- und Sollgeschwindigkeit (Kurven a und b) noch gleich. Durch den Aufbau der Bremse fällt danach die Istgeschwindigkeit b langsam ab. Vom Signal der Grenzwertstufe 2 wird gleichzeitig ein Rechner 5 aktiviert, der nach einer vorgegebenen Sollwertfunktion (Bremswegkurve) zielwegabhängige Geschwindigkeitssollwerte vorgibt. Dabei wird zunächst die zum Zeitpunkt t_0 herrschende Istgeschwindigkeit v_{ist} erfasst und bis zum Zeitpunkt t_1 gespeichert (Kurve c von Fig. 2). Erst danach wird der Rechnerablauf (Ausgabe) gestartet. Diese Verzögerungszeit bis t_1 entspricht der mittleren Aufbauzeit der Bremse. Der gespeicherte Wert (c) ist der Anfangssollwert für die vom Rechner 5 auszugebenden, vom zurückgelegten Weg abhängig berechneten zulässigen Geschwindigkeitssollwerte, um einen definierten Bremsweg zu erreichen. Die dabei vom Rechner vorgegebenen Geschwindigkeitssollwerte werden allmählich kleiner in Richtung auf die Zielgeschwindigkeit a' . In Fig. 2 ist die vom Rechner vom Zeitpunkt t_1 an ausgegebene Geschwindigkeitssollwertkurve mit d bezeichnet und gestrichelt dargestellt. Über ein ebenfalls von der Grenzwertstufe 2 betätigtes Schaltglied 6 werden die Rechnersollwerte d einem Maximalauswerter 7 zugeführt, der jeweils nur das an seinen Eingängen A oder B anstehende grössere Signal durchlässt. Sin solcher Maximalauswerter weist bekanntermassen im einfachsten Falle über Dioden entkoppelte Eingänge auf. Zum Zeitpunkt t_1 ist vgl. Fig. 2 der eingestellte Zielgeschwindigkeitssollwert a' noch wesentlich kleiner als der gerade zulässige Geschwindigkeitssollwert d des Rechners 5. Letzterer beeinflusst somit als Sollwert einen bekannten Bremskraftregler 8, der eine variable Proportionalverstärkung aufweist, die sich in ihrem Verstärkungsgrad mit Näherung an die Zielgeschwindigkeit nach einer geschwindigkeitsabhängigen Funktion bis auf ihren vollen Verstärkungsgrad erhöht und dabei Korrekturbremskraftsollwerte ausgibt. Mit diesen Korrekturbremskraftsollwerten werden Basisbremskraftsollwerte additiv und vor-

zeichenrichtig ergänzt. Der Regler arbeitet dabei nach der Funktion:

$$\Delta b = \frac{k (2\Delta v + \Delta v^2)}{(v_{ist} - v_{soll-ziel})^2}$$

Darin bedeuten: Δb = Verzögerungsänderung; k = fester Verstärkungsfaktor; Δv = Sollistgeschwindigkeitsdifferenz; v_{ist} = Istgeschwindigkeit; $v_{soll-ziel}$ = angestrebte Zielgeschwindigkeit.

Der Bremskraftregler 8 gibt nach einem Sollistwertvergleich der Geschwindigkeit Sollwerte 9 für eine Korrekturbremskraft aus, sofern er eingeschaltet ist. Der Regler 8 wird jedoch erst zu einem Zeitpunkt t_2 vom Rechner 5 eingeschaltet, an dem mit Sicherheit die vom Rechner ausgegebenen Geschwindigkeitssollwerte d mit der durch die Basisbremskraft 4 erreichten Istgeschwindigkeit v_{ist} übereinstimmen müssten. Dabei wird wieder von idealen Zug- und Streckenverhältnissen ausgegangen.

Aus Fig. 2 ist jedoch ersichtlich, dass die als Beispiel gewählte Istgeschwindigkeitskurve b zum Zeitpunkt t_2 noch höher liegt als die vom Rechner ausgegebene Sollgeschwindigkeit (Kurve d). Der vom Rechner 5 über Leitung 10 eingeschaltete Regler 8 gibt somit vorzeichenrichtig einen Korrekturbremskraftsollwert 9 heraus (Kurve 9 in Fig. 3), der in einem Summierglied 11 den Basisbremskraftsollwert 4 erhöht. Ein solches Summierglied kann als Operationsverstärker z.B. des Typs 741 nach einer Beschaltung entsprechend dem genannten Buch Tietze/Schenk S. 196, Abb. 11.1. ausgebildet sein. Die resultierende Kurve des Gesamtbremskraftsollwertes ist in Fig. 3 mit 12 bezeichnet. Die Gesamtbremskraft wird je nach Erfordernis entweder verstärkt oder geschwächt. Kurz vor Erreichen der neuen Soll- oder Zielgeschwindigkeit a' wird zum Zeitpunkt t_3 die Basisbremskraft 4 abgeschaltet und von den Geschwindigkeitssollwerten des Rechners 5 auf die Zielgeschwindigkeit a' als neue Führungsgrösse umgeschaltet (Fig. 2 und 3). Die Umschaltung erfolgt durch die Grenzwertstufe 2, die bei Unterschreitung einer Mindestgeschwindigkeitsdifferenz zurückschaltet. Abhängig von der gerade anstehenden Bremskraft F erfolgt die Umschaltung (Zeitpunkt t_3) früher oder später, das heisst bei grösserer Bremskraft früher. Hierbei geht man davon aus, dass die Bremslösezeit bei grösserer Bremskraft F länger dauert. Mit dem Rückkippen der Grenzwertstufe 2 öffnen die Schaltglieder 3 und 6. Die Geschwindigkeitssollwertvorgabe von Rechner 5 und der Basisbremskraft 4 für die Bremskraft werden abgeschaltet. Der auf den letzten Rechnerausgangswert aufgeladene Kondensator 13 entlädt sich über seinen Parallelwiderstand 14 bis auf den jetzt anstehenden Spannungswert der Zielgeschwindigkeit a' (t_4 , Fig. 3), was über seine Entladekurve einen weichen Übergang für den Sollwert des Reglers 8 bedeutet. Der zunächst noch wirksame Eingang B des Maximalauswerter 7 wird schliesslich von Eingang A mit der anstehenden Zielgeschwindigkeit a' abgelöst.

Durch die Erfindung ist ein weggenaues reproduzierbares Abbremsen lokomotivbespannter Eisenbahnzüge möglich geworden.

FIG.1

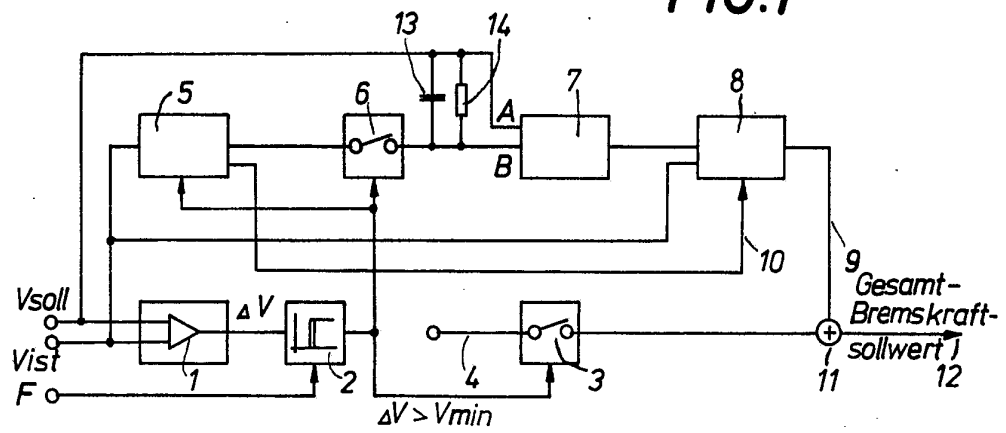


FIG.2

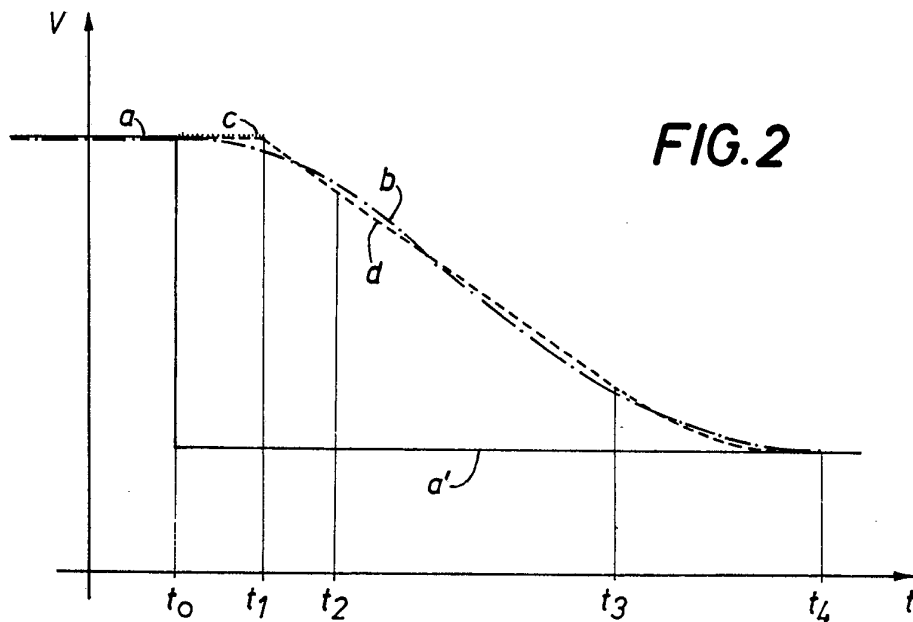


FIG.3

