DEUTSCHE DEMOKRATISCHE REPUBLIK

PATENTSCHRIFT

(12) **Wirtschaftspatent**

(19) **DD** (11) **227 395 A1**

Erteilt gemäß § 17 Absatz 1 Patentgesetz

4(51) **B 61 K 7/10**

AMT FÜR ERFINDUNGS- UND PATENTWESEN

In der vom Anmelder eingereichten Fassung veröffentlicht

(21) WP B 61 K / 268 725 4 (22) 26.10.84 (44) 18.09.85

(71) Deutsche Reichsbahn, Forschungs- und Entwicklungswerk, 3720 Blankenburg, Bahnhofstraße 2, DD
(72) Talke, Wolfgang, Dr.-Ing.; Binner, Klaus, Dipl.-Ing., DD

(54) Verfahren zur Steuerung von elektrodynamischen Gleisbremsen

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Steuerung von elektrodynamischen Gleisbremsen zum Abbremsen von Eisenbahnwagen in Rangieranlagen. Ziel der Erfindung ist es, ohne zusätzliche Aufwendungen an Einrichtungen eine nahezu vollständige Ausnutzung der vorhandenen wirksamen Bremsenlänge und damit eine Senkung des Bremskraftniveaus zu erreichen. Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zur Steuerung von elektrodynamischen Gleisbremsen zu schaffen, bei dem anhand genau definierter Verfahrensschritte die einzuschaltende Bremskraft während einer Bremsung nach dem für den gesamten Vorgang notwendigen Bremskraftbedarf gesteuert wird. Erfindungsgemäß wird dies erreicht, indem eine an sich bekannte Anordnung einer elektrodynamischen Gleisbremse mit einem Einlaufkontakt vor der Bremse und einer geeigneten Geschwindigkeitsmeßanlage mittels einer ersten Steuergleichung die Bestimmung der ersten Bremskraft bei Einlauf der ersten Achse vorgenommen wird und die Berechnung jeder weiteren Bremskraft nach einer zweiten Steuergleichung erfolgt. Fig. 3

ISSN 0433-6461

12 Seiten

Verfahren zur Steuerung von elektrodynamischen Gleisbremsen

Anwendungsgebiet der Erfindung:

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Steuerung von elektrodynamischen Gleisbremsen zum Abbremsen von Eisenbahnwagen in Rangieranlagen.

Charakteristik der bekannten technischen Lösungen:

Es sind bereits Verfahren zur Steuerung von elektrodynamischen Gleisbremsen bekannt, bei denen gemeinsam das Prinzip der geschwindigkeitsabhängigen Bremskraftsteuerung angewandt wird, wobei die Bremskräfte kontinuierlich oder in Stufen sowohl zugeschaltet als auch abgeschaltet werden und bzw. oder die Zuschaltung geschwindigkeitsabhängig verzögert und bzw. oder die Abschaltung bei einer vorgegebenen Lösegeschwindigkeit erfolgt. Ein weiteres Verfahren berücksichtigt die augenblicklich gebremsten Achsen bei der geschwindigkeitsabhängigen Zuschaltung oder Abschaltung der Bremskraft.

Bei allen Verfahren besteht gemeinsam der Nachteil, daß immer nur Teile der zur Verfügung stehenden wirksamen Bremsenlänge nutzbar sind, woraus außerdem das nachteilig notwendig hohe Niveau der Bremskraft resultiert.

0207020

Ziel der Erfindung:

Es ist das Ziel der Erfindung, ohne zusätzliche Aufwendungen an Einrichtungen eine nahezu vollständige Ausnutzung der vorhandenen wirksamen Bremsenlänge und damit eine Senkung des Bremskraftniveaus zu erreichen.

Darlegung des Wesens der Erfindung:

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zur Steuerung von elektrodynamischen Gleisbremsen zu schaffen, bei dem anhand genau definierter Verfahrensschritte die einzuschaltende Bremskraft während einer Bremsung nach dem für den gesamten Vorgang notwendigen Bremskraftbedarf gesteuert wird.

Gemäß der Erfindung wird dies erreicht, indem eine an sich bekannte Anordnung einer elektrodynamischen Gleisbremse mit einem Einlaufkontakt vor der Bremse und einer geeigneten Geschwindigkeitsmeßanlage, die außerdem eine kontinuierliche Weginformation liefert, und einer Steuereinrichtung, die mindestens einen geschwindigkeitsabhängigen Lösebefehl für die vollständige Abschaltung der Bremskraft bildet, mittels einer ersten Steuergleichung die Bestimmung der ersten Bremskraft bei Einlauf der ersten Achse in der Gestalt

$$F_{B1} = (V_E^2 - V_A^2) \cdot B_{EDG} \qquad (I)$$

erfolgt, worin bedeuten:

F_{B1} ... 1. Bremskraft [kN]

V_E ... Einlaufgeschwindigkeit erste Achse [ms^{-1}]

V_A ... vorgegebene Auslaufgeschwindigkeit [ms^{-1}]

B_{EDG} ... bremsentypabhängige Konstante

und die Konstante B_{EDG} zweckmäßig nach der Gleichung

$$B_{EDG} = \frac{F_{am}}{2' g \cdot A_G} \qquad \left[\frac{kN \cdot s^2}{m^2}\right]$$

zu bemessen ist sowie die Größe A_G sich darin zu

$$A_G = l_{Br} - 1 \quad . \quad [m]$$

bestimmt.

F_{am} ... eine mittlere Achskraft [kN]

A_G ... der als Fläche definierte Bremskraftverlauf für eine Achse [m]

g' ... die um den Einfluß rot. Massen reduzierte Erdbeschleunigung [ms^{-2}]

l_{Br} = wirksame Bremsenlänge [m]

Die Berechnung jeder weiteren Bremskraft erfolgt erfindungsgemäß nach der zweiten Steuergleichung

$$F_{B\,(i+1)} = \left(\frac{V_i^2 - V_A^2}{V_{(i^2 - 1)} - V_i^2} \right) \cdot \frac{1}{(n \cdot a - i)} \cdot F_{Bi} \qquad (II)$$

notwendige Bedingung: $i \leq (n \cdot a - 1)$

worin bedeuten:

$F_{B\,(i+1)}$ ... die für die weitere Bremsung einzuschaltende Bremskraft [kN]

F_{Bi} ... die im Abschnitt i eingeschaltete Bremskraft [kN]

V_i ... die Geschwindigkeit am Ende des Abschnittes i bzw. am Anfang des Abschnittes (i + 1) [$m \cdot s^{-1}$]

$V_{(i-1)}$ ... die Geschwindigkeit am Ende des Abschnittes (i - 1) bzw. am Anfang des Abschnittes i [$m \cdot s^{-1}$]

a ... Achszahl [-]

i ... Zahl der durchlaufenden Abschnitte [-]

n ... ganze Zahl oder ganzzahliger Teiler [-]

Die Zahl der durchlaufenden Abschnitte i, so wurde gefunden, wird bestimmt durch ein Schaltkriterium, das in Abhängigkeit von dem durch jede Achse durchlaufenden Weg und des abschnittsweise aufsummiert als Fläche definierten Bremskraftverlaufes der gerade gebremsten Achsen, das gerade dann erfüllt ist, wenn die Flächensumme dem als Fläche definierten Bremskraftverlauf einer Achse oder deren ganzzahligen Teilen oder Vielfachen entspricht, wobei diese Flächesumme zu Beginn jedes Abschnittes Null gesetzt wird. Zweckmäßig wird die Bestimmung der Flächensumme für die maximal mögliche Zahl Achsen innerhalb der durch ein Ein- und Abschaltkriterium für die Gleisbremsensteuerung bestimmten Länge vorgenommen.

Mit der Erfüllung des Schaltkriteriums wird gleichzeitig die Augenblicksgeschwindigkeit V_i ermittelt, mit den bereits bekannten Größen $V_{(i-1)}$, V_A, a und F_{Bi} die zweite Steuergleichung gelöst und die neue Bremskraft $F_{B(i+1)}$ über an sich bekannte Steuerelemente in der Gleisbremse eingeschaltet.

Es wurde außerdem gefunden, daß die Zahl der für die Neuberechnung der Bremskraft benutzten Abschnitte auch bei langen Abläufen zweckmäßig begrenzt sein soll, da bereits mit wenigen Berechnungen der Bremsvorgang im regelungstechnischen Sinne stabil ist.

Ein weiteres Merkmal der Erfindung ist, daß die Größe n . a konstant sein kann, womit die zweite Steuergleichung dann die Form

$$F_{B(i+1)} = \frac{(V_i^2 - V_A^2)}{(V_{(i-1)}^2 - V_i^2)} \cdot \frac{1}{(K - i)} \cdot F_{Bi}$$

erhält, wenn K = n . a gesetzt wird, wobei sich n dann nicht mehr ganzzahlig ergibt und zweckmäßig $2 \leq K \prec 10$ gewählt wird.

Ausführungsbeispiel:

Anhand eines Ausführungsbeispieles soll das erfindungsgemäße Verfahren erläutert werden.

Es zeigen

Fig. 1 eine prinzipielle Anordnung von elektrodynamischer Gleisbremse, Einlaufkontakt und eine Geschwindigkeitsmeßeinrichtung

Fig. 2 einen als Fläche definierten Bremskraftverlauf für eine durchlaufende Achse

Fig. 3 eine jeder durchlaufenden Achse zugeordnete Teilfläche und die dem erfindungsgemäßen Verfahren entsprechenden Teilflächen aller durchlaufenden Achsen

Die Benutzung des erfindungsgemäßen Verfahrens setzt eine prinzipielle Anordnung einer elektrodynamischen Gleisbremse 1 mit einem Einschaltkontakt 2 und einer an sich bekannten Geschwindigkeitsmeßeinrichtung 3 sowie einen mit einer Bremskraft F_B gebremsten zweiachsigen Wagen 4 wie in Figur eins dargestellt, voraus, wobei der Einschaltkontakt 2 in einem Abstand s_1 vor dem Bremseneinlauf angeordnet ist und die elektrodynamische Gleisbremse 1 eine wirksame Bremsenlänge l_{Br} besitzt.

Einen als Fläche definierten Bremskraftverlauf 5 einer innerhalb der wirksamen Bremsenlänge l_{Br} gebremsten einzelnen Achse a zeigt die Figur zwei, wobei für den rechteckig verlaufenden Teil der Bremskraftfläche A_G näherungsweise $A_G - A_O = (l_{Br} - 2)$ [m] und für die Flächen $\frac{A_O}{2} = 0{,}5$ m gefunden wurden, wenn die maximale Höhe dieser Flächen als Eins definiert ist.

Die Figur drei ist die einen Steuervorgang kennzeichnende Darstellung und zeigt die Bremskraftflächen A_G für jede einzelne Achse a jeweils um den folgenden Achsabstand l_{ai} versetzt beginnend sowie den vom erfindungsgemäßen Schaltkriterium dann

festgelegten Punkt i, wenn die durchlaufenden Summen aller Teilflächen A_{Fi} jeder Achse in den Grenzen (i - 1) und i gerade die Größe $\sum A_{Fi} = \frac{1}{n} \cdot A_G$ erreicht haben. Dabei wird n als ganze Zahl nach $1 \leq n < 5$ oder als ganzzahliger Teiler $\frac{1}{5} \leq n < 1$ erfindungsgemäß festgelegt.

Mit dem Betätigen des Einschaltkontaktes 2 durch die erste Achse eines Ablaufes wird mittels der ersten Steuergleichung (I) die erste Bremskraft F_{B1} berechnet und eingeschaltet. Diese Betätigung gilt gleichzeitig in an sich bekannter Weise als Einschaltkriterium. Mittels geeigneter Einrichtungen zur Messung oder über entsprechende Handeingaben werden für den Steuervorgang folgende Daten bereitgestellt:

a	... Achszahl	[-]
V_E	... Einlaufgeschwindigkeit	$[m \cdot s^{-1}]$
V_A	... vorgegebene Auslaufgeschwindigkeit	$[m \cdot s^{-1}]$

An konstanten Größen stehen bereit

n	... ganze Zahl oder ganzzahliger Teiler zur Definition des Schaltkriteriums	[-]
B_{EDG}	... Bremsenkonstante der elektrodynamischen Gleisbremse	$\left[\frac{kN \cdot s^2}{m^2}\right]$
A_G	... Bremskraftfläche einer Achse	[m]

Erfindungsgemäß wird um ein mittels geeigneter Einrichtungen aufbereitetes Signal S (t), dessen O-Punkt durch das Einschaltkriterium bestimmt ist, nach Abzug der Länge S_1 im gesamten Bereich der wirksamen Bremsenlänge l_{Br}, aber nur in diesem Bereich, dazu benutzt, die durchlaufenden Teilflächen des Bremskraftverlaufes jeder Achse fortlaufend zu summieren und dann ein Schaltkriterium zu erfüllen, wenn die Summe der Teilflächen gerade der Brems-

kraftfläche A_G einer Achse oder eines ganzzahligen Teiles oder Vielfachen dieser Fläche entspricht. Nach einem weiteren Merkmal der Erfindung kann die Summe der Teilflächen in Abhängigkeit von der Zahl der Achsen des Ablaufes auch über die Gleichung

$$A_{Fi} = \frac{K}{a} \cdot A_G$$

zum Schaltkriterium führen.

Mit dem Schaltkriterium wird die Ermittlung der Augenblicksgeschwindigkeit V_i des Ablaufes ausgelöst und mit den bereits bekannten Größen der voran durchlaufenen Abschnitte die 2. Steuergleichung

$$F_{B(i+1)} = \left(\frac{V_i^2 - V_A^2}{V_{(i^2-1)} - V_i^2}\right) \cdot \frac{1}{(n \cdot a - i)} \cdot F_{Bi}$$

gelöst und über geeignete Einrichtungen die neue Bremskraft F_B eingeschaltet.
Die Zahl der Berechnungen neuer Bremskräfte F_B ist begrenzt durch die Zahl der Achsen eines Ablaufes und kann maximal

$$i \leq (n \cdot a - 1)$$

sein.

Nach zwei Merkmalen der Erfindung kann die Zahl der Berechnungen i auf eine feste Anzahl begrenzt oder in Abhängigkeit von der Zahl der Achsen variabel sein. In an sich bekannter Weise erfolgt zu jedem Zeitpunkt mittels geeigneter Steuereinrichtungen die Überwachung eines oder mehrerer Lösekriterien. Damit ist in jedem Falle die Unterschreitung einer vorgegebenen Auslaufgeschwindigkeit vermieden. Zweckmäßig erfolgt die Vorgabe der Lösegeschwindigkeiten so, daß bei Erfüllung des jeweiligen Lösekriteriums die vorgegebene Auslaufgeschwindigkeit gerade erreicht, die untere festgelegte Toleranzgrenze aber nicht unterschritten wird.

Die Vorteile des erfindungsgemäßen Verfahrens bestehen darin, daß nur eine weitere ablaufspezifische Information, die Achszahl, erforderlich ist gegenüber den bekannten technischen Lösungen.

Weiterhin wird die wirksame Bremsenlänge l_{Br}, bestimmt durch Ablauf- und Bremsenlänge, durch das Steuerverfahren nahezu vollständig ausgenutzt, womit der Verschleiß der Bremsleisten auf deren gesamte Länge verteilt und deren Lebensdauer größer wird. Da die Bremsenlänge nahezu vollständig ausgenutzt wird, sinkt das Bremskraftniveau, d. h., der Leistungsbedarf für die Bremskrafterzeugung wird geringer (Energieeinsparung) und da die Bremsung in der Regel bis zum Auslauf der letzten Achse erfolgt, ist ein Lösen der Bremse, d. h., die vollständige Abschaltung der Bremse nur in Ausnahmefällen erforderlich, damit entfallen aber die durch die lange Reaktionszeit der Bremse bedingten Fehler in der Realisierung der vorgegebenen Auslaufgeschwindigkeit V_A.

Erfindungsansprüche:

1. Verfahren zur Steuerung von elektrodynamischen Gleisbremsen als Rampen-, Abstands- oder Richtungsgleisbremsen mit geeigneten Einrichtungen zur Geschwindigkeits- und Wegmessung sowie Steuereinrichtungen zur Einschaltung einer zu bestimmenden Bremskraft und einem oder mehreren geschwindigkeits- und wegabhängigen Ein- und Ausschaltkriterien für die Bremskraft, dadurch gekennzeichnet, daß mit dem Einlauf der ersten Achse eines Ablaufes die erste Bremskraft (F_{B1}) nach der Gleichung

$$F_{B1} = (V_E^2 - V_A^2) \cdot B_{EDG} \qquad (I)$$

und nach der Erfüllung eines Schaltkriteriums im Augenblick der Identität der Flächensumme der gerade gebremsten Achsen mit dem als Fläche definierten Bremskraftverlaufes einer Achse oder deren ganzzahligen Teilen oder Vielfachen jede weitere Bremskraft $F_{B(i+1)}$ nach der Gleichung

$$F_{B(i+1)} = \left(\frac{V_i^2 - V_A^2}{V_{(i^2-1)} - V_i^2}\right) \cdot \frac{1}{(n \cdot a - i)} \cdot F_{Bi} \qquad (II)$$

bestimmt wird.

2. Verfahren nach Punkt 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Zahl der Berechnungen der Bremskraft (F_B) für alle Abläufe auf eine feste Anzahl begrenzt ist.

3. Verfahren nach Punkt 1 bis 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Größe $n \cdot a$ konstant ist.

Hierzu 2 Seiten Zeichnungen

Fig. 1

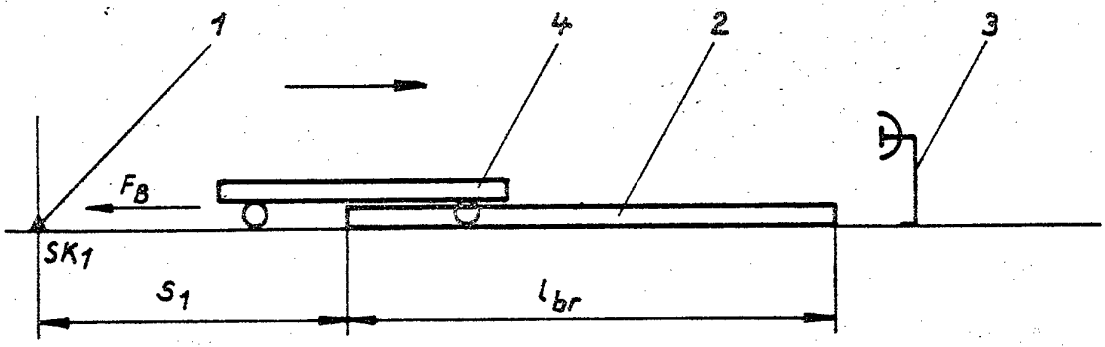
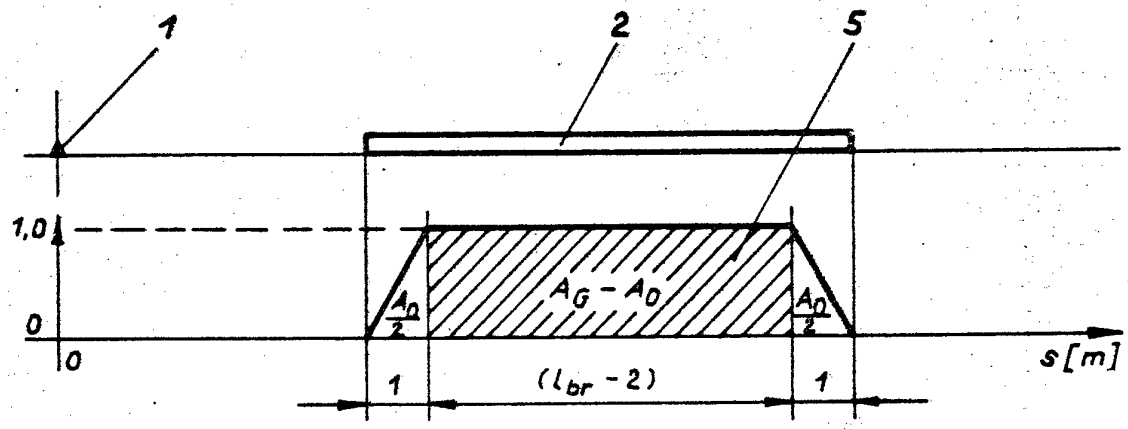
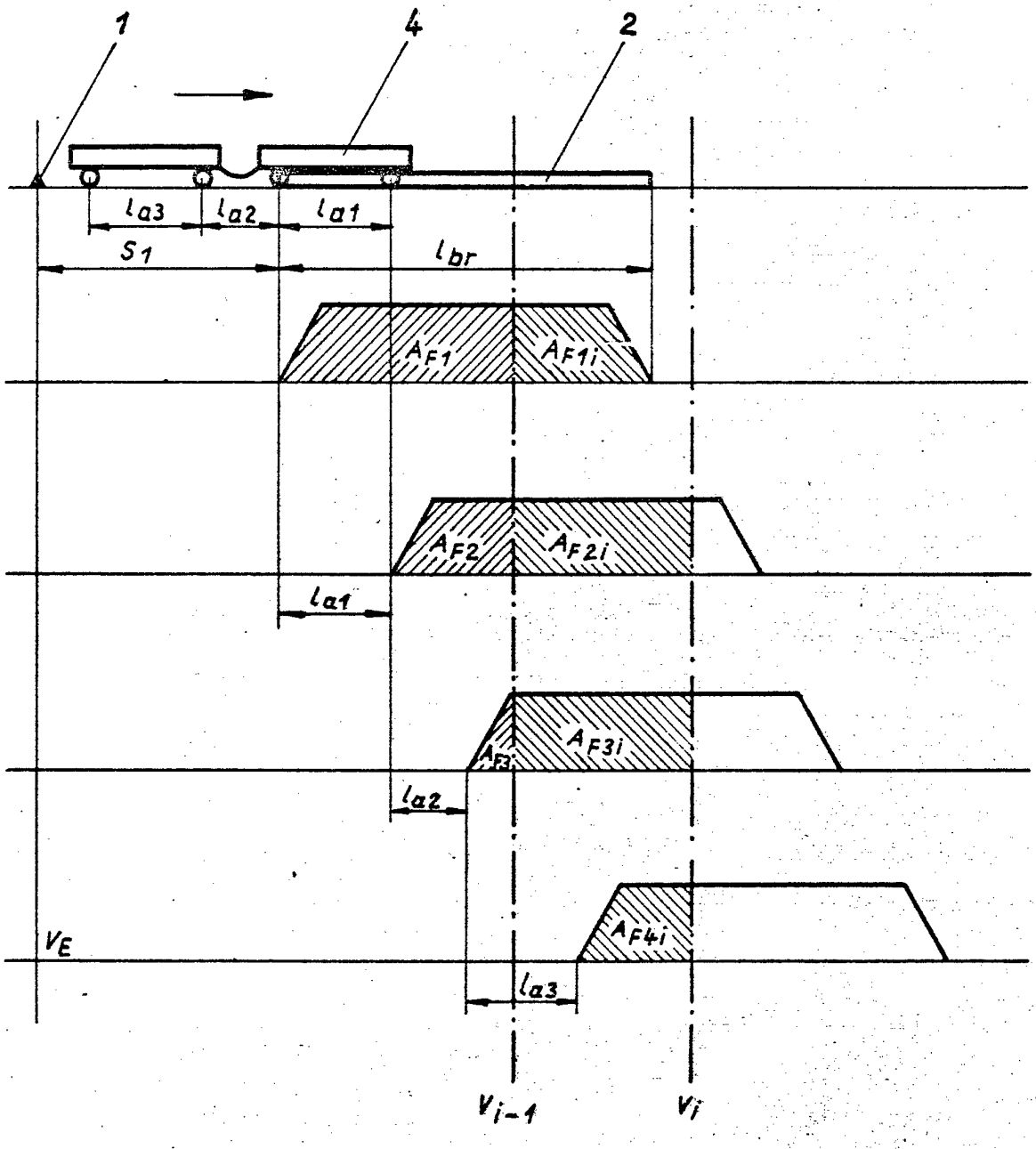


Fig. 2



DIN 6807020

Fig. 3



261084-0207020