

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
7. Juli 2005 (07.07.2005)

PCT

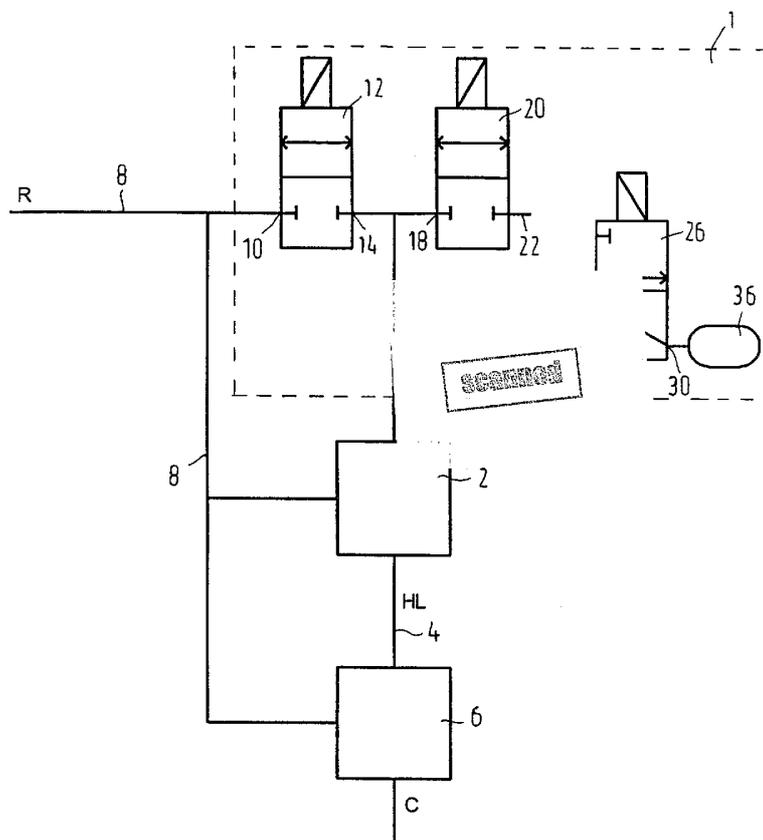
(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2005/061291 A2

- (51) Internationale Patentklassifikation⁷: **B60T** (71) **Anmelder** (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): **KNORR-BREMSE SYSTEME FÜR SCHIENENFAHRZEUGE GMBH** [DE/DE]; Moosacher Strasse 80, 80809 München (DE).
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2004/014474 (72) **Erfinder; und**
(75) **Erfinder/Anmelder** (nur für US): **FURTWÄNGLER, Ralf** [DE/DE]; Stroblstr. 24, 80689 München (DE).
- (22) Internationales Anmeldedatum: 20. Dezember 2004 (20.12.2004)
- (25) Einreichungssprache: Deutsch (74) **Anwalt: MATTUSCH, Gundula**; Knorr-Bremse AG, Patentabteilung V/RG, Moosacher Strasse 80, 80809 München (DE).
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch (81) **Bestimmungsstaaten** (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,
- (30) Angaben zur Priorität: 103 60 515.0 22. Dezember 2003 (22.12.2003) DE

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) **Title:** CONTROL-VALVE DEVICE FOR AN INDIRECTLY ACTUATED COMPRESSED AIR BRAKE FOR A RAILWAY VEHICLE AND A METHOD FOR OPERATING SAID CONTROL

(54) **Bezeichnung:** STEUVENTILEINRICHTUNG FÜR EINE INDIREKT WIRKENDE DRUCKLUFTBREMSE EINES SCHIENENFAHRZEUGS SOWIE VERFAHREN ZU DESSEN STEUERUNG



(57) **Abstract:** The invention relates to a control-valve device (1) for an indirectly actuated compressed air brake for a railway vehicle producing a control pressure (A) by means of a vessel pressure (R) for a relay valve (2) which controls a pressure (HL) in a main air line according to said control pressure (A). Said invention is characterised in that the inventive control-valve device (1) comprises an adjusting valve (26) which adjusts the control pressure (A), is embodied in the form of an on-off valve and comprises at least one connection (24) for the control pressure (A) and a depression connection (28) and which, in a first switching position (a), closes the control pressure (A) connection and provides a fluid flow between a chamber (36) and the depression connection (28) and, in a second switching position (b), closes the depression connection (28) and provides a fluid flow between the control pressure (A) connection (24) and a chamber (36).

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2005/061291 A2



AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

TJ, TM), europäisches (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

— ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu veröffentlichen nach Erhalt des Berichts

(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU,

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft eine Steuerventileinrichtung (1) für eine indirekt wirkende Druckluftbremse eines Schienenfahrzeugs, welche aus einem Reservoirdruck (R) einen Vorsteuerdruck (A) für ein in Abhängigkeit dieses Vorsteuerdrucks (A) einen Hauptluftleitungsdruck (HL) aussteuerndes Relaisventil (2) erzeugt. Die Erfindung sieht vor, dass die Steuerventileinrichtung (1) ein Angleichventil (26) zum Angleichen des Vorsteuerdrucks (A) in Form eines Schaltventils beinhaltet, das wenigstens einen Anschluss (24) für den Vorsteuerdruck (A) und einen Anschluss (28) für eine Drucksenke aufweist und das in einer in einer ersten Schaltstellung (a) den Anschluss (24) für den Vorsteuerdruck (A) sperrt und eine Strömungsverbindung zwischen einer Kammer (36) und dem Anschluss (28) für die Drucksenke herstellt und in einer zweiten Schaltstellung (b) den Anschluss (28) für die Drucksenke sperrt und eine Strömungsverbindung zwischen dem Anschluss (24) für den Vorsteuerdruck (A) und der Kammer (36) herstellt.

schnell abgesenkt werden, da die Steuerventile aufgrund ihrer Empfindlichkeit die Zugbremsen sofort zuspinnen würden. Folglich muss im Rahmen des sog. Angleichens der Hauptluftleitungsdruck innerhalb der Unempfindlichkeit der Steuerventile langsam auf den Regelbetriebsdruck zurückgeführt werden, was
5 einen relativ kleinen Druckgradienten erfordert.

Beispielsweise wird für einen Ansprung und einen Füllstoß ein Gradient von $-1,5 \cdot 10^5$ Pa/s bzw. $3 \cdot 10^5$ Pa/s, für das Zuspinnen und Lösen der Bremse ein Gradient von ca. $-0,2 \cdot 10^5$ Pa/s bzw. $0,7 \cdot 10^5$ Pa/s und für das Angleichen ein Gradient von ca. $-0,0025 \cdot 10^5$ Pa/s benötigt.

10_x Um diesen Anforderungen gerecht zu werden, verwenden die Steuerventileinrichtungen des Stands der Technik zum Angleichen des Vorsteuerdrucks Angleichventile in Form von stufenlos stellbaren Proportionalventile. Solche Proportionalventile sind jedoch relativ aufwendig aufgebaut und deshalb teuer.

15 Der Erfindung liegt demgegenüber die Aufgabe zugrunde, eine Steuerventileinrichtung der eingangs erwähnten Art derart weiter zu bilden, daß sie kostengünstiger zu fertigen ist. Außerdem soll ein Verfahren zur Steuerung der Steuerventileinrichtung angegeben werden, mit dem eine möglichst genaue Regelung des Vorsteuerdrucks möglich ist.

20 Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe durch die Merkmale der Patentansprüche 1 und 7 gelöst.

Vorteile der Erfindung

25 Der Erfindung liegt der Gedanke zugrunde, als Angleichventil anstatt eines üblichen komplexen Proportionalventils ein im Aufbau wesentlich einfacheres Schaltventil wenigstens mit einem Anschluss für den Vorsteuerdruck und mit einem Anschluss für eine Drucksenke zu verwenden, das in einer ersten Schaltstellung den Anschluss für den Vorsteuerdruck sperrt und eine Strömungsverbindung zwischen einer Kammer und dem Anschluss für die

Drucksenke herstellt und in einer zweiten Schaltstellung den Anschluss für die Drucksenke sperrt und eine Strömungsverbindung zwischen dem Anschluss für den Vorsteuerdruck und der Kammer herstellt. Ein solches Schaltventil ist wesentlich kostengünstiger als ein Proportionalventil des Stands der Technik.

5 Durch die erfindungsgemäße Ansteuerung wirkt das Angleichventil wie eine Schleuse, indem es in der zweiten Schaltstellung ein bestimmtes Druckluftvolumen aus einer Vorsteuerdruckleitung durch den Anschluss für den Vorsteuerdruck in die Kammer einleitet, wodurch das gesamte für den Vorsteuerdruck zur Verfügung stehende Volumen sich um das Volumen der Kammer vergrößert und folglich der Vorsteuerdruck geringfügig sinkt. Wenn nun in der ersten Schaltstellung der Anschluss für den Vorsteuerdruck gesperrt und eine Strömungsverbindung zwischen der Kammer und dem Anschluss für die Drucksenke hergestellt wird, so entweicht das zuvor in die Kammer eingeleitete Druckluftvolumen aus dieser aufgrund des Druckgefälles. Der gesperrte Anschluss für den Vorsteuerdruck verhindert dabei, dass über dieses Druckluftvolumen hinaus Druckluft in die Drucksenke entweicht.

Die Steuerung des Angleichventils zeichnet sich daher dadurch aus, dass kein stabiler Zustand mit einem stetigen Volumenstrom existiert, sondern durch seriell hintereinander abfolgende Schaltvorgänge zuerst ein begrenztes Volumen an Vorsteuerluft in die Kammer verbracht wird, welches dann aus dieser über eine Entlüftung in die Umgebung entweicht, bevor die Kammer im Rahmen des nächsten Schaltvorgangs erneut mit Vorsteuerdruckluft gefüllt wird. Mit jedem dieser Schaltzyklen wird der Vorsteuerdruck um einen kleinen Betrag gesenkt, und der Schaltzyklus solange wiederholt, bis ein vorgegebener Soll-Vorsteuerdruck erreicht ist. Wenn das Volumen der Kammer entsprechend klein ist, können auf die geschilderte Weise sehr geringe Druckgradienten und folglich eine sehr feinfühlige Regelung des Vorsteuerdrucks erzielt werden.

Durch die in den Unteransprüchen aufgeführten Maßnahmen sind vorteilhafte Weiterbildungen und Verbesserungen der im Patentanspruch 1 angegebenen Erfindung möglich.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung ist das Angleichventil ein elektromagnetisch betätigtes 3/2-Wege-Schaltventil, welches einen weiteren, stets gesperrten Anschluss aufweist. In diesem Fall wird die Kammer beispielsweise durch eine innerhalb eines Gehäuses des 3/2-Wege-Schaltventils vorhandene Ventilkammer gebildet. Da sämtliche Funktionen durch lediglich ein einziges 3/2-Wege-Schaltventil ausgeübt werden, ist diese Lösung ist äußerst kostengünstig zu realisieren.

Alternativ kann die Kammer durch ein an das 3/2-Wege-Schaltventil angeschlossenes externes Volumen oder Behältnis gebildet werden. In diesem Fall ergibt sich eine etwas größere Variabilität hinsichtlich der Druckregelung, da das Volumen der Kammer anwendungsspezifisch angepasst werden kann.

Zeichnungen

Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in der Zeichnung dargestellt und in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert. In der Zeichnung zeigt :

Fig.1 eine schematische Darstellung einer Steuerventileinrichtung für eine indirekt wirkende Druckluftbremse eines Schienenfahrzeugs gemäß der Erfindung in einer bevorzugten Ausführungsform beinhaltend ausschließlich Schaltventile;

Fig.2 eine schematische Funktionsdarstellung eines 3/2-Wege-Schaltventils gemäß einer weiteren Ausführungsform.

Beschreibung der Ausführungsbeispiele

In Fig.1 ist in stark schematisierter Weise eine Steuerventileinrichtung 1 für eine indirekt wirkende Druckluftbremse eines Schienenfahrzeugs dargestellt, welche aus einem Reservoirdruck R einen Vorsteuerdruck A für ein nachgeordnetes Relaisventil 2 erzeugt, das wiederum in Abhängigkeit des Vorsteuerdrucks A in einer Hauptluftleitung 4 des Schienenfahrzeugs bzw. des ganzen Zuges einen

Hauptluftleitungsdruck HL erzeugt. In Abhängigkeit des Hauptluftleitungsdrucks HL erzeugt ein weiteres Steuerventil 6 schließlich den Bremsdruck C.

Hierzu steht eine Reservoirleitung 8 mit einem nicht gezeigten, unter Reservoirdruck R stehenden Druckluftreservoir in Verbindung. Die Reservoirleitung 8 ist an einen Druckeingang 10 eines beispielsweise als elektromagnetisch betätigtes 2/2-Wegeventil ausgeführten Belüftungsventils 12 angeschlossen, dessen Druckausgang 14 über eine Vorsteuerdruckleitung 16 mit einem Druckeingang 18 eines Entlüftungsventils 20 in Verbindung steht, das ebenfalls ein elektromagnetisch betätigtes 2/2-Wegeventil ist. Der Druckausgang des Entlüftungsventils 20 wird durch eine Entlüftung 22 gebildet, die in die Umgebung entlüftet. In einer ersten, in Fig.1 gezeigten Schaltstellung sperrt das Belüftungsventil 12 seinen Druckeingang 10 gegenüber seinem Druckausgang 14, während es in einer zweiten Schaltstellung den Druckeingang 10 mit dem Druckausgang 14 verbindet. Ebenso sperrt das Entlüftungsventil 20 in einer ersten Schaltstellung seinen Druckeingang 18 gegenüber der Entlüftung 22, während in der zweiten Schaltstellung eine diesbezügliche Strömungsverbindung geschaffen wird.

Der Druckausgang 14 des Belüftungsventils 12 und der Druckeingang 18 des Entlüftungsventils 20 stehen gemeinsam über die Vorsteuerdruckleitung 16 mit einem Vorsteuerdruck-Anschluss 24 eines Angleichventils 26 in Verbindung, das vorzugsweise ein elektromagnetisch betätigtes 3/2-Wege-Schaltventil ist.

Das Angleichventil 26, welches in Fig.1 zusammen mit den anderen Ventilen 2, 6, 12, 20 sinnbildhaft dargestellt ist, hat im weiteren einen Entlüftungs-Anschluss 28, der in die Umgebung entlüftet, sowie einen weiteren Anschluss 30, an den eine externe Kammer 36 angeschlossen ist.

Um die Arbeitsweise des Angleichventils 26 zu veranschaulichen ist in Fig.2 eine weitere Ausführungsform in funktionsbezogener Darstellung gezeigt, bei welcher in einem Gehäuse 34 des Angleichventils 26 ein Schaltkolben 32 verschieblich geführt, welcher in einer Schaltstellung a den Vorsteuerdruck-Anschluss 24 sperrt

und eine Strömungsverbindung zwischen einer Ventilkammer 36a und dem Entlüftungs-Anschluss 28 herstellt. Beispielsweise in diese stromlose Schaltstellung a ist der Schaltkolben 32 federbelastet, während er bestromt in eine weitere Schaltstellung b gelangt, in welcher er den Entlüftungs-Anschluss 28 sperrt und eine Strömungsverbindung zwischen dem Vorsteuerdruck-Anschluss 24 und der Ventilkammer 36 herstellt. Die Ventilkammer 36 ist innerhalb des Gehäuses 34 des Angleichventils 26 angeordnet und hat deshalb ein relativ kleines Volumen V_2 . Der Druck in der Ventilkammer sei mit p_2 bezeichnet. Mit V_1 sei ein gegenüber dem Volumen V_2 der Ventilkammer 36a wesentlich größeres Volumen bezeichnet, welches dem Volumen des Inneren der Vorsteuerdruckleitung 16 entspricht, die unter dem Vorsteuerdruck A oder p_1 steht. Der Unterschied zum Ausführungsbeispiel von Fig.1 besteht folglich lediglich darin, dass anstatt einer externen, d.h. außerhalb des Gehäuses 24 des Angleichventils 26 angeordneten Kammer 36 eine interne Ventilkammer 36a vorhanden ist. Ansonsten ist der Aufbau und die Funktion des Angleichventils 26 jeweils identisch.

Das Belüftungsventil 12, das Entlüftungsventil 20 und das Angleichventil 26 sowie deren Verschaltung untereinander bilden zusammen die Steuerventileinrichtung 1, welche in Abhängigkeit des Reservoirdrucks R einen geregelten Vorsteuerdruck A für das Relaisventil 2 erzeugt. Hierzu ist eine in den Figuren nicht gezeigte Sensoreinrichtung vorhanden, welche den Ist-Vorsteuerdruck A_{ist} an eine Steuerelektronik meldet, welche aufgrund eines Soll-Ist-Vergleichs eine Regeldifferenz berechnet und die Ventile 12, 20, 26 der Steuerventileinrichtung 1 derart ansteuert, dass ein Soll-Vorsteuerdruck A_{soll} eingeregelt wird.

Vor diesem Hintergrund ist die Funktionsweise der Steuerventileinrichtung 1 wie folgt:

Zum Bremsen und Lösen wie auch für einen Füllstoß werden das Belüftungsventil 12 und das Entlüftungsventil 20 durch die Steuerelektronik angesteuert, um einen dem gewünschten Brems- bzw. Lösedruck entsprechenden Vorsteuerdruck A zu

erzeugen. Diese Ventile 12, 20 sind in der Lage, die hierfür geforderten großen Druckgradienten zu liefern.

Falls jedoch der Druck HL in der Hauptluftleitung 4 über den Regelbetriebsdruck ansteigt, wie es beispielsweise nach einem Füllstoss der Fall ist, muss er im Rahmen des Angleichens innerhalb der Unempfindlichkeit des Steuerventils 6 langsam auf den Regelbetriebsdruck zurückgeführt werden, was durch Einregelung eines entsprechenden Vorsteuerdrucks A durch das Angleichventil 26 bewerkstelligt wird.

Das Angleichventil 26 wirkt dabei wie eine Schleuse, indem es zunächst von der Schaltstellung a in die Schaltstellung b (siehe Fig.2) geschaltet wird, in welcher durch den Vorsteuerdruck-Anschluss 24 ein bestimmtes Druckluftvolumen aus der Vorsteuerdruckleitung 16 in die Ventilkammer 36a eingeleitet wird, wodurch das gesamte für den Vorsteuerdruck A zur Verfügung stehende und durch das Innere der Vorsteuerdruckleitung 16 gebildete Volumen V_1 sich um das Volumen V_2 der Ventilkammer 36a vergrößert und folglich der Vorsteuerdruck A oder p_1 geringfügig sinkt.

Wenn nun von der Schaltstellung b in die Schaltstellung a zurückgeschaltet wird und folglich der Vorsteuerdruck-Anschluss 24 gesperrt und eine Strömungsverbindung zwischen der Ventilkammer 36a und dem Entlüftungs-Anschluss 28 hergestellt wird, so entweicht das zuvor in die Ventilkammer 36a eingeleitete Druckluftvolumen aus diesem aufgrund des Druckgefälles. Der gesperrte Vorsteuerdruck-Anschluss 24 verhindert dabei, dass über dieses Druckluftvolumen hinaus Druckluft aus der Vorsteuerdruckleitung 16 entweicht.

Für den Druck p_1 am Vorsteuerdruck-Anschluss 24 gilt dann folgendes : Befindet sich das Angleichventil 26 in der Schaltstellung a und wird dann in die Schaltstellung b umgeschaltet, so ändert sich der Druck p_1 am Vorsteuerdruck-Anschluss 24, stationär stellt sich bei idealem Schaltverhalten folgender neuer Druck p_1^{k+1} ein :

$$p_1^{k+1} = \frac{p_1 V_1 + p_2^k V_2}{V_1 + V_2}$$

Die Druckänderung beträgt daher

$$\Delta p_1 = \frac{V_2}{V_1 + V_2} (p_2 - p_1)$$

5 und hängt nur von den Volumina V_1 , V_2 und den gemessenen bzw. bekannten Drücken p_1 und p_2 ab. Beim Rückschalten in die Schaltstellung a bleibt der Druck p_1 erhalten. Bei entsprechender Wahl der Volumina V_1 , V_2 lassen sich mittels eines Schaltzyklusses a -> b -> a folglich sehr kleine Druckänderungen Δp_1 erzielen. Durch das reale Schaltverhalten des Angleichventils 26 ist die tatsächliche Druckänderung Δp_1 geringfügig höher.

10 Die Steuerung des Angleichventils 26 zeichnet sich daher dadurch aus, dass kein stabiler Zustand mit einem stetigen Volumenstrom existiert, sondern durch seriell hintereinander abfolgende Schaltvorgänge a -> b -> a zuerst ein begrenztes Volumen an Vorsteuerluft in die Ventilkammer 36a verbracht wird, welches dann aus dieser über den Entlüftungs-Anschluss 28 in die Umgebung entweicht, bevor
15 die Ventilkammer 36a im Rahmen des nächsten Schaltvorgangs erneut mit Vorsteuerluft gefüllt wird. Mit jedem dieser Schaltzyklen a -> b -> a wird der Vorsteuerdruck A um einen kleinen Betrag gesenkt, und der Schaltzyklus solange wiederholt, bis ein vorgegebener Soll-Vorsteuerdruck erreicht ist, in dessen Abhängigkeit das Relaisventil 2 beispielsweise den Regelbetriebsdruck aussteuert.
20 Wenn das Volumen V_2 der Ventilkammer 36a entsprechend klein ist, können auf geschilderte Weise sehr geringe Druckgradienten und folglich eine sehr feinfühligere Regelung des Vorsteuerdrucks A erzielt werden.

Bezugszahlenliste

	1	Steuerventileinrichtung
	2	Relaisventil
5	4	Hauptluftleitung
	6	Steuerventil
	8	Reservoirleitung
	10	Druckeingang
	12	Belüftungsventil
10	14	Druckausgang
	16	Vorsteuerdruckleitung
	18	Druckeingang
	20	Entlüftungsventil
	22	Entlüftung
15	24	Vorsteuerdruck-Anschluss
	26	Angleichventil
	28	Entlüftungs-Anschluss
	30	Anschluss
	32	Schaltkolben
20	34	Gehäuse
	36	Kammer
	36a	Ventilkammer

Patentansprüche

- 5 1. Steuerventileinrichtung (1) für eine indirekt wirkende Druckluftbremse eines Schienenfahrzeugs, welche aus einem Reservoirdruck (R) einen Vorsteuerdruck (A) für ein in Abhängigkeit dieses Vorsteuerdrucks (A) einen Hauptluftleitungsdruck (HL) aussteuerndes Relaisventil (2) erzeugt, **dadurch gekennzeichnet**, dass sie ein Angleichventil (26) zum Angleichen des
- 10 Vorsteuerdrucks (A) in Form eines Schaltventils beinhaltet, das wenigstens einen Anschluss (24) für den Vorsteuerdruck (A) und einen Anschluss (28) für eine Drucksenke aufweist und das in einer in einer ersten Schaltstellung (a) den Anschluss (24) für den Vorsteuerdruck (A) sperrt und eine Strömungsverbindung zwischen einer Kammer (36) und dem Anschluss (28)
- 15 für die Drucksenke herstellt und in einer zweiten Schaltstellung (b) den Anschluss (28) für die Drucksenke sperrt und eine Strömungsverbindung zwischen dem Anschluss (24) für den Vorsteuerdruck (A) und der Kammer (36) herstellt.
- 20 2. Steuerventileinrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Schaltventil durch ein elektromagnetisch betätigtes 3/2-Wege-Schaltventil (26) gebildet wird.
- 25 3. Steuerventileinrichtung nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass das 3/2-Wege-Schaltventil (26) einen weiteren, stets gesperrten Anschluss (30) aufweist.
- 30 4. Steuerventileinrichtung nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Kammer durch eine innerhalb eines Gehäuses (34) des 3/2-Wege-Schaltventils (26) vorhandene Ventilkammer (36a) gebildet wird.

5. Steuerventileinrichtung nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Kammer durch ein an das 3/2-Wege-Schaltventil (26) angeschlossenes externes Volumen oder Behältnis (36) gebildet wird.
- 5 6. Steuerventileinrichtung nach wenigstens einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass in Strömungsrichtung gesehen dem Angleichventil (26) wenigstens ein jeweils ebenfalls als Schaltventil ausgebildetes Belüftungsventil (12) und Entlüftungsventil (20) vorgeordnet ist.
- 10 7. Verfahren zur Steuerung der Steuerventileinrichtung nach wenigstens einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Angleichventil (26) innerhalb eines Schaltzyklusses von der ersten Schaltstellung (a) in die zweite Schaltstellung (b) und wieder zurück in die erste Schaltstellung (a) geschaltet wird.
- 15 8. Verfahren nach Anspruch 7, **gekennzeichnet durch** ein mehrmaliges Wiederholen des Schaltzyklusses bis ein Soll-Vorsteuerdruck erreicht ist.

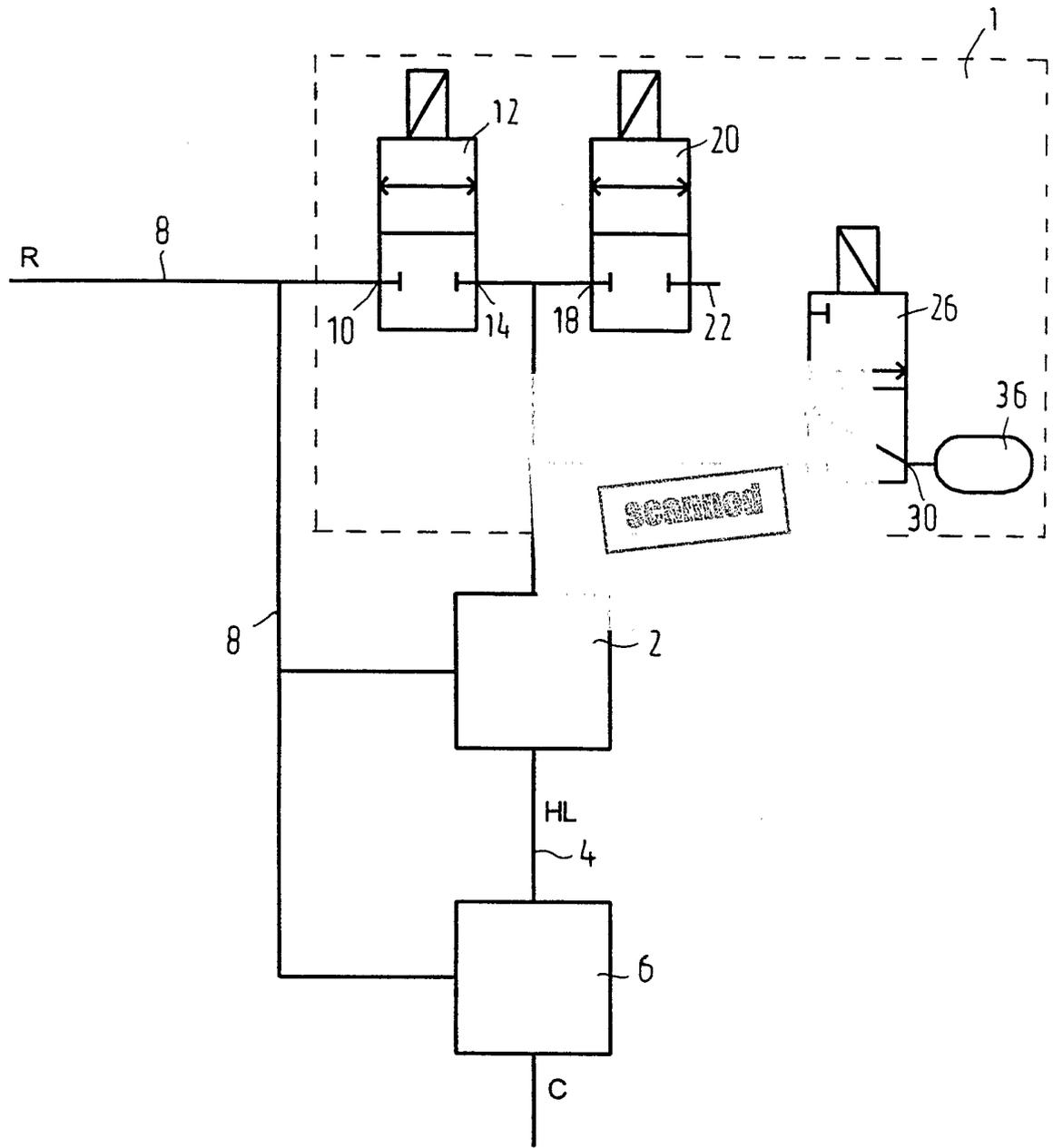


FIG.1

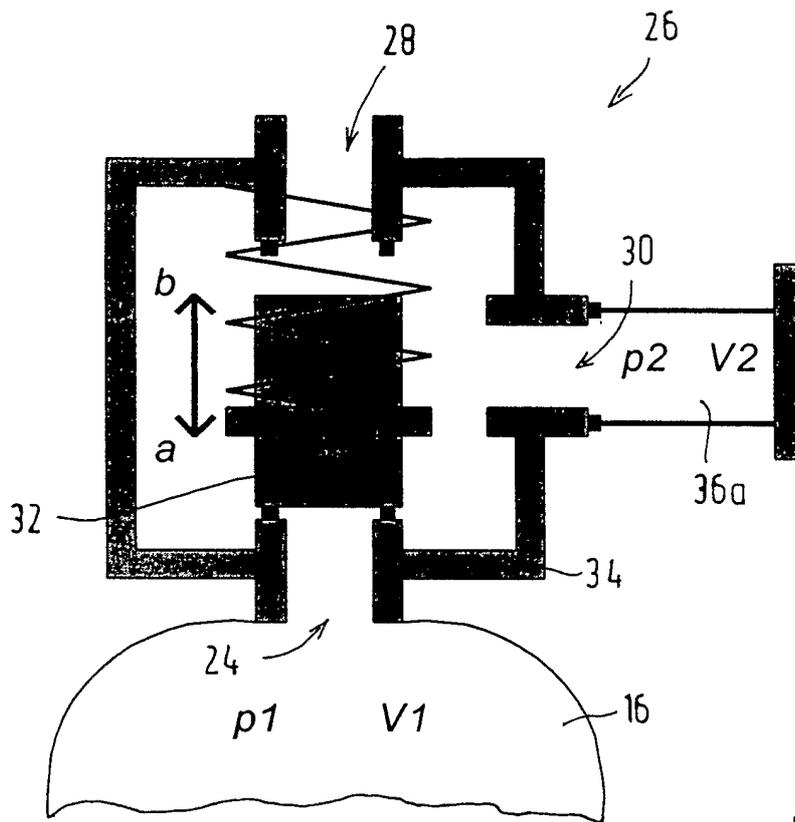


FIG.2