



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 10 2006 024 239 A1** 2007.11.29

(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2006 024 239.4**

(22) Anmeldetag: **23.05.2006**

(43) Offenlegungstag: **29.11.2007**

(51) Int Cl.⁸: **B60L 7/24 (2006.01)**

(71) Anmelder:
Siemens AG, 80333 München, DE

(72) Erfinder:
Fuchs, Andreas, Dr., 91056 Erlangen, DE;
Wangelin, Frank Jacobi von, 91058 Erlangen, DE;
Laska, Bernd, Dr., 91074 Herzogenaurach, DE;
Löwenstein, Lars, 91093 Heßdorf, DE

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
gezogene Druckschriften:
DE10 2004 032680 A1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

(54) Bezeichnung: **Verfahren zur Bremsung von elektrisch angetriebenen Fahrzeugen**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Bremsung von elektrisch angetriebenen Fahrzeugen, insbesondere von Schienenfahrzeugen.

Es lag die Aufgabe zugrunde, das Verhalten des Bremssystems direkt abhängig vom Systemzustand, d. h. von den Betriebsverhältnissen des Fahrzeugs, wie z. B. Beladungszustand des Fahrzeugs, Temperatur der Motoren und insbesondere der Magnete, sowie Redundanzanforderungen, optimal zu gestalten und damit den Entfall der heute in Fahrzeugen vorhandenen vollwertigen mechanischen Bremse zu erreichen.

Das Verfahren zur Bremsung von elektrisch angetriebenen Fahrzeugen, die mit Federspeicher-basierten Reibungsbremsen ausgestattet sind und deren motorischer Antrieb mit permanenterregten Synchronmaschinen erfolgt, wobei die Klemmen der Synchronmaschine über Schalter mit ein Bremsmoment erzeugenden Einrichtung in Verbindung stehen, ist erfindungsgemäß dadurch gekennzeichnet, dass eine Steuerung oder Regelung aktiviert wird, die in Abhängigkeit von den Betriebsverhältnissen des Fahrzeugs und den geforderten Bremswerten die Bremsung der vorhandenen Motoren und die Federspeicher-basierenden Reibungsbremsen einzeln und nacheinander zuschaltet.

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Bremsung von elektrisch angetriebenen Fahrzeugen, insbesondere von Schienenfahrzeugen, deren Antrieb mit permanenterregten Synchronmaschinen erfolgt.

[0002] Nach dem Stand der Technik erfolgt die Bremsung von Schienenfahrzeugen durch eine elektro-pneumatische Bremsausrüstung. Die Auslegung solcher Anlagen basiert auf der maximalen Fahrzeugbelastung unter Annahme ungünstiger Umgebungsbedingungen (z. B. Reibwert).

[0003] Eine unregelmäßige Bremsung würde zum Beispiel bei Teilbelastung ein Überschreiten der geforderten Verzögerungen zur Folge haben. Üblicherweise erfolgt die Einstellung/Regelung der mechanischen Bremse durch eine lastabhängige Veränderung des Bremsdruckes.

[0004] Nach neustem Entwicklungsstand werden zum Antrieb von Fahrzeugen, insbesondere Schienenfahrzeugen, permanenterregte Synchronmaschinen mit separaten elektrischen Bremskreisläufen eingesetzt.

[0005] Die Schrift DE 10 2004 032 680 A1 offenbart eine Motorbremse für ein elektrisch angetriebenes Fahrzeug, insbesondere für ein Schienenfahrzeug, mit einer permanenterregten Synchronmaschine, wobei Klemmen der Synchronmaschine über Schalter mit ein Bremsmoment erzeugenden Einrichtungen in Verbindung stehen. Dabei ist vorgesehen, dass mindestens zu einer der ein Bremsmoment erzeugenden Einrichtungen ein Kondensator parallelgeschaltet ist, um durch Veränderung des Arbeitspunktes der Synchronmaschine eine erhöhte Bremsleistung zu gewährleisten.

[0006] Beispielsweise sind die ein Bremsmoment erzeugenden Einrichtungen Bremswiderstände, die veränderlich sein können.

[0007] Durch Beschaltung einer permanenterregten Synchronmaschine mit ohmschen Widerständen (R) bzw. Kombinationen von ohmschen Widerständen und Kondensatoren (RC) wird die Wirkung der Motorbremse hinsichtlich der Drehzahl der Synchronmaschine optimiert und kann eine sichere elektrische Bremse, insbesondere für Schienenfahrzeuge, realisiert werden.

[0008] Stark unterschiedliche Randbedingungen, wie z. B. Beladungszustand des Fahrzeugs, Temperatur der Motoren und insbesondere der Magnete, sowie Redundanzanforderungen, führen bei der beschriebenen Beschaltung der permanenterregten Synchronmaschine dazu, dass mit einer festen Dimensionierung von R bzw. RC nicht in allen Fällen

beim Bremsen die vom Betreiber oder in Normen vorgegebenen Grenzwerte für die Bremsverzögerung eingehalten werden.

[0009] Bei gleichzeitiger Aktivierung aller vorhandenen Bremsanlagen, d.h. ohne steuernden Eingriff, werden bei einer Reihe von Systemzuständen die Grenzwerte der Verzögerung überschritten.

[0010] Ein derartiges Verhalten wird durch die Betreiber nicht akzeptiert und verhindert den Einsatz einer sicheren elektrischen Bremse für Schienenfahrzeuge.

[0011] Der Erfindung lag deshalb die Aufgabe zugrunde, das Verhalten des Bremssystems direkt abhängig vom Systemzustand, d.h. von den genannten Randbedingungen des Fahrzeugs optimal zu gestalten und damit den Entfall der heute in Fahrzeugen vorhandenen vollwertigen mechanischen Bremse (zu unterscheiden von der mechanischen Feststellbremse für den Parkzustand) zu erreichen.

[0012] Die Lösung der Aufgabe erfolgt entsprechend den Merkmalen des Anspruchs 1; die Unteransprüche geben zweckmäßige Ausgestaltungen der Erfindung wieder.

[0013] Erfindungsgemäß wird zur Bremsung von elektrisch angetriebenen Fahrzeugen, insbesondere von Schienenfahrzeugen, die mit federspeicherbasierten Reibungsbremsen ausgestattet sind und deren motorischer Antrieb mit permanenterregten Synchronmaschinen erfolgt, wobei die Klemmen der Synchronmaschine über Schalter mit ein Bremsmoment erzeugenden Einrichtungen in Verbindung stehen, eine Steuerung oder Regelung aktiviert, die in Abhängigkeit von den tatsächlichen Betriebsverhältnissen (Bremsperformance) des Fahrzeugs und den geforderten Bremswerten die federspeicherbasierten Reibungsbremsen und die Bremsung der vorhandenen Motoren einzeln und nacheinander zuschaltet.

[0014] In Abhängigkeit von der Systemarchitektur ist sowohl die Bremsleistung jedes Motors, als auch die Bremsleistung der federspeicherbasierten Reibungsbremsen einzeln und voneinander unabhängig zuschaltbar und somit die Forderung nach einer sicheren Gesamtbremsleistung zu erfüllen.

[0015] Zur Erfassung des Systemzustandes werden als Eingangsgröße zur Steuerung/Regelung der Gesamtbremsleistung des Fahrzeuges beispielsweise die folgenden Betriebsgrößen des Fahrzeuges ermittelt:

- Messung der Verzögerung durch geeignete Sensoren,
- Messung der Motorströme und Berechnung durch Maschinenmodell,
- Messung der Nulldurchgänge der Motorspan-

nungen und Ermittlung der Verzögerung durch Varianzbestimmung,

- Messung der Motor- bzw. Zwischenkreisleistung,
- Messung der Leistung am Bremswiderstand,
- Messung der Drehzahlen,
- Temperaturerfassungen,
- Lastzyklenerfassung in Kombination mit Luftfederdruckerfassung.

[0016] Anhand der erfassten Betriebswerte wird eine Ist-Kennlinie gebildet und mit einer zur Einhaltung der geforderten Bremswerte gültigen Soll-Kennlinie verglichen. Solange eine negative Soll-Ist-Abweichung, d.h. ein Unterschreiten des Sollwertes, besteht, werden unter Berücksichtigung eines Toleranzbandes nacheinander die Bremsung der Motoren durch Zuschaltung der Motoren an die R- bzw. RC-Beschaltung, bzw. der federspeicherbasierten Reibungsbremsen aktiviert.

[0017] Auch ist vorgesehen, eine aus der Drehzahl der Motoren und der Beschleunigung des Fahrzeugs gebildete Ist-Kennlinie mit einer in einem nichtflüchtigen Speicher hinterlegten Soll-Kennlinie zu vergleichen und bei negativer Soll-Ist-Abweichung die Bremsung der Motoren bzw. der federspeicherbasierten Reibungsbremsen zuzuschalten.

[0018] Zweckmäßigerweise wird ein logischer Verschlussmechanismus vorgesehen, der das gleichzeitige Zuschalten von mehr als einer Brems-Komponente verhindert.

[0019] Abweichend davon können aber auch alle federspeicherbasierten Reibungsbremsen gemeinsam zugeschaltet werden.

[0020] Durch die Möglichkeit, elektrische und mechanische Bremsleistung einzeln und nacheinander zuzuschalten, kann die zur Verfügung gestellte Bremskraft gesteuert und damit Einflüsse durch Randbedingungen, wie z. B. Beladungszustand des Fahrzeugs, Temperatur der Motoren und insbesondere der Magnete, ausgeglichen werden.

[0021] Der Bremsverlauf erfolgt nach der projektierbaren Soll-Kennlinie. Geforderte Grenzwerte der Brems-Verzögerung werden eingehalten. Zusätzlich wird der unerwünschte Ruck bei Bremseinsatz begrenzt.

[0022] Durch die Erfindung können der Einsatz der sicheren elektrischen Bremse und damit der Entfall der heute in Fahrzeugen vorhandenen vollwertigen mechanischen Bremse erreicht sowie Komfort- und Verzögerungsanforderungen bei der Bremsung elektrisch betriebener Fahrzeuge erfüllt werden.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Bremsung von elektrisch angetriebenen Fahrzeugen, insbesondere von Schienenfahrzeugen, die mit federspeicherbasierten Reibungsbremsen ausgestattet sind und deren motorischer Antrieb mit permanenterregten Synchronmaschinen erfolgt, wobei die Klemmen der Synchronmaschine über Schalter mit ein Bremsmoment erzeugenden Einrichtungen in Verbindung stehen, **dadurch gekennzeichnet**, dass eine Steuerung oder Regelung aktiviert wird, die in Abhängigkeit von den Betriebsverhältnissen des Fahrzeugs und den geforderten Bremswerten die Bremsung der vorhandenen Motoren und die federspeicherbasierten Reibungsbremsen einzeln und nacheinander zuschaltet.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass sowohl die Bremsleistung jedes Motors, als auch die Bremsleistung der federspeicherbasierten Reibungsbremsen voneinander unabhängig zugeschaltet werden.

3. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, dass als Eingangsgröße zur Steuerung/Regelung der Gesamtbremsleistung des Fahrzeuges eine oder mehrere der folgenden Betriebsverhältnisse des Fahrzeuges erfasst oder ausgewertet oder mit einer hinterlegten Kennlinie zur Bestimmung eines Soll-Ist-Vergleiches verwendet werden:

- Messung der Verzögerung durch geeignete Sensoren,
- Messung der Motorströme und Berechnung durch Maschinenmodell,
- Messung der Nulldurchgänge der Motorspannungen und Ermittlung der Verzögerung durch Varianzbestimmung
- Messung der Motor- bzw. Zwischenkreisleistung,
- Messung der Leistung am Bremswiderstand,
- Messung der Drehzahlen,
- Temperaturerfassungen,
- Lastzyklenerfassung in Kombination mit Luftfederdruckerfassung.

4. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass anhand der erfassten Betriebswerte eine Ist-Kennlinie gebildet und mit einer zur Einhaltung der geforderten Bremswerte gültigen Soll-Kennlinie verglichen wird und dass unter Berücksichtigung eines Toleranzbandes bei Soll-Ist-Abweichung der Bremsung weitere Motorbremsen bzw. federspeicherbasierte Reibungsbremsen zugeschaltet werden.

5. Verfahren nach einem der voranstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das gleichzeitige Zuschalten von mehr als einer Brems-Komponente durch einen logischen Verschlussmechanismus verhindert wird.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass alle federspeicherbasierten Reibungsbremsen gemeinsam zugeschaltet werden.

7. Verfahren nach einem der voranstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Bremsung der Motoren bzw. der federspeicherbasierten Reibungsbremsen abschaltbar gestaltet wird.

8. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass mindestens zu einer der ein Bremsmoment erzeugenden Einrichtungen ein Kondensator parallelgeschaltet ist.

Es folgt kein Blatt Zeichnungen