

(19)



(11)

**EP 2 870 044 B1**

(12)

**EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:  
**28.09.2016 Patentblatt 2016/39**

(51) Int Cl.:  
**B61H 7/08 (2006.01)**

(21) Anmeldenummer: **13753530.8**

(86) Internationale Anmeldenummer:  
**PCT/DE2013/000350**

(22) Anmeldetag: **03.07.2013**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:  
**WO 2014/005566 (09.01.2014 Gazette 2014/02)**

**(54) VERFAHREN ZUM STEUERN EINER MAGNETSCHIENENBREMSVORRICHTUNG EINES SCHIENENFAHRZEUGS**

METHOD FOR CONTROLLING A MAGNETIC RAIL BRAKE DEVICE OF A RAIL VEHICLE

PROCÉDÉ DE COMMANDE D'UN DISPOSITIF DE FREIN ÉLECTROMAGNÉTIQUE SUR RAIL D'UN VÉHICULE FERROVIAIRE

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR**

- **SCHLAGER, Peter**  
3204 Kirchberg (AT)
- **GROSS, Bernhard**  
1230 Wien (AT)

(30) Priorität: **06.07.2012 DE 102012013520**

(74) Vertreter: **Wiedemann, Markus**  
**Patentanwalt**  
**Ludwigstrasse 1**  
**86150 Augsburg (DE)**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
**13.05.2015 Patentblatt 2015/20**

(73) Patentinhaber: **Knorr-Bremse Gesellschaft mit beschränkter Haftung**  
**2340 Mödling (AT)**

(56) Entgegenhaltungen:  
**EP-A1- 0 370 261 DE-A1- 10 111 685**  
**DE-A1-102012 014 888**

(72) Erfinder:  
• **LEHMANN, Henry**  
**2371 Hinterbrühl (AT)**

**EP 2 870 044 B1**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Steuern einer Magnetschienenbremsvorrichtung eines Schienenfahrzeugs, welche wenigstens eine von einer elektrischen Energiequelle über eine elektrische Verbindung gespeiste Magnetspule einer elektrischen Magnetschienenbremse beinhaltet, wobei auf ein Magnetschienenbrems-Aktivierungssignal hin die elektrische Verbindung zwischen der elektrischen Energiequelle und der wenigstens einen Magnetspule der Magnetschienenbremse hergestellt und auf ein Magnetschienenbrems-Deaktivierungssignal hin getrennt wird, um die wenigstens eine Magnetspule zur Erzeugung einer Magnetkraft zu erregen bzw. zu entregen, gemäß dem Oberbegriff von Anspruch 1 sowie von einer Magnetschienenbremsvorrichtung eines Schienenfahrzeugs, welche wenigstens eine von einer elektrischen Energiequelle über eine elektrische Verbindung gespeiste Magnetspule einer elektrischen Magnetschienenbremse beinhaltet, sowie eine elektronische Steuereinrichtung, wobei auf ein in die Steuereinrichtung eingesteuertes Magnetschienenbrems-Aktivierungssignal hin die elektrische Verbindung zwischen der elektrischen Energiequelle und der wenigstens einen Magnetspule der Magnetschienenbremse hergestellt und auf ein in die Steuereinrichtung eingesteuertes Magnetschienenbrems-Deaktivierungssignal hin getrennt wird, um die wenigstens eine Magnetspule zur Erzeugung einer Magnetkraft zu erregen bzw. zu entregen, nach dem Oberbegriff von Anspruch 9.

**[0002]** Eine solche Magnetschienenbremsvorrichtung ist beispielsweise aus der DE 101 11 685 A1 bekannt. Die krafterzeugende Hauptkomponente einer elektrischen Magnetschienenbremse ist der Bremsmagnet. Er ist im Prinzip ein Elektromagnet, bestehend aus einer sich in Schienenrichtung erstreckenden, von einem Magnetspulenkörper getragenen Magnetspule und einem hufeisenähnlichen Magnetkern, welcher den Grund- oder Trägerkörper bildet. Der hufeisenförmige Magnetkern bildet an seiner der Fahrzeugschiene zugewandten Seite Polschuhe aus. Der in der Magnetspule fließende Gleichstrom bewirkt eine magnetische Spannung, die in dem Magnetkern einen magnetischen Fluss erzeugt, der sich über den Schienenkopf kurzschließt, sobald der Bremsmagnet mit seinen Polschuhen auf der Schiene aufliegt. Die in dem Zwischenraum zwischen den Polschuhen befindliche Zwischenleiste aus nicht magnetischem Material verhindert, dass sich der magnetische Fluss bereits über die Polschuhe kurzschließt. Durch den sich über den Schienenkopf kurzschließenden magnetischen Fluss kommt eine magnetische Anziehungskraft zwischen Bremsmagnet und Schiene zustande. Durch die kinetische Energie des bewegten Schienenfahrzeugs wird die Magnetschienenbremse über Mitnehmer entlang der Schiene gezogen. Hierbei entsteht durch die Gleitreibung zwischen Bremsmagnet und Schiene in Verbindung mit der magnetischen Anziehungskraft eine Bremskraft.

**[0003]** Magnetschienenbremsen werden durch Einschalten des Erregerstroms, d.h. durch Bestromung der Magnetspule in den aktiven Zustand gebracht, in welchem die Bremskraft wirkt, oder durch Ausschalten des Erregerstroms, d.h. durch Entstromen der Magnetspule in den deaktivierten Zustand gebracht, in dem keine Bremskraft wirkt. Beim Ein- bzw. Ausschalten des Erregerstroms bringt die Magnetschienenbremse die Bremskraft schlagartig auf bzw. entlastet das Schienenfahrzeug schlagartig von der Bremskraft, was jeweils einen unerwünschten Bremszuspannruck bzw. Bremslöseruck mit sich bringt. Ein solcher Ruck stellt ein Gefährdungspotential für die mit dem Schienenfahrzeug mitfahrenden Personen dar.

**[0004]** Der Erfindung liegt demgegenüber die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren und eine Vorrichtung der der eingangs erwähnten Art derart fortzubilden, dass der Ruck beim Ein- oder Ausschalten der Magnetschienenbremse möglichst gering ist.

**[0005]** Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch die Merkmale der nebengeordneten Ansprüche 1 und 9 gelöst.

## Offenbarung der Erfindung

**[0006]** Die Erfindung basiert auf dem Gedanken, dass

- auf das Magnetschienenbrems-Aktivierungssignal hin die einmal hergestellte elektrische Verbindung zwischen der elektrischen Energiequelle und der wenigstens einen Magnetspule der Magnetschienenbremse in einer festgelegten Folge von Zyklen getrennt und wieder hergestellt wird, als Mittel gegen den sich beim Einschalten der Magnetschienenbremse einstellenden Bremszuspannruck, oder
- auf das Magnetschienenbrems-Deaktivierungssignal hin die einmal getrennte elektrische Verbindung zwischen der elektrischen Energiequelle und der wenigstens einen Magnetspule der Magnetschienenbremse in einer festgelegten Folge von Zyklen hergestellt und wieder getrennt wird, als Mittel gegen den sich beim Ausschalten der Magnetschienenbremse einstellenden Bremslöseruck.

**[0007]** Unter einem "Magnetschienenbrems-Aktivierungssignal" soll dabei ein Signal verstanden werden, durch welches die Magnetschienenbremse grundsätzlich zugespant wird. Im Gegensatz dazu soll unter einem "Magnetschienenbrems-Deaktivierungssignal" ein Signal verstanden werden, durch welches die Magnetschienenbremse grundsätzlich gelöst wird. Das Magnetschienenbrems-Deaktivierungssignal kann auch aus der Negation des Magnetschienenbrems-Aktivierungssignals gebildet werden, d.h. sobald das Magnetschienenbrems-Aktivierungssignal nicht mehr ansteht wird das Magnetschienenbrems-Deaktivierungssignal zum grundsätzlichen Lösen der Magnetschienenbremse erzeugt oder gebildet.

**[0008]** Mit anderen Worten wird der Erregerstrom der Magnetspule bzw. die an der Magnetspule anliegende Spannung beim grundsätzlichen Wechsel vom aktivierten (Magnetschienenbrems-Aktivierungssignal) in den deaktivierten Zustand (Magnetschienenbrems-Deaktivierungssignal) oder umgekehrt über einen definierten Verlauf gesteuert. Dies erfolgt jeweils durch mehrmaliges und kurzzeitiges Aus- und Einschalten des Erregerstroms der Magnetspule, so dass sich der Erregerstrom und damit die Bremskraft über einen bestimmten Zeitraum verzögert vom Maximalwert auf Null reduziert. Die Ein-/Ausschaltdauern bzw. Verbindungs-/Trennzeitdauern liegen dabei in einem Bereich der mit konventionellen elektrischen oder elektronischen Schaltern erreicht werden kann. Durch den langsameren Aufbau bzw. Abbau der Bremskraft der Magnetschienenbremse gegenüber dem Stand der Technik wird der Bremszuspannruck bzw. Bremslöseruck reduziert, besonders hoch ist die Wirksamkeit des Verfahrens, wenn die Magnetschienenbremse bis zum Fahrzeugstillstand genutzt wird und die gestufte Abschaltung des Erregerstroms synchron mit der Verzögerung des Schienenfahrzeugs bis in den Fahrzeugstillstand erfolgt.

**[0009]** Während bisher aufgrund des Rucks beim Ein- bzw. Ausschalten die Verwendung einer Magnetschienenbremse beim Bremsen bis in den Stillstand problematisch war, können mit Hilfe der Erfindung Magnetschienenbremsen nun auch zum Bremsen bis in den Stillstand eingesetzt werden, entweder ausschließlich oder im Rahmen von Bremsenblending zusammen mit anderen Bremsen was zu einer Verkürzung des Bremswegs führt.

**[0010]** Durch die in den Unteransprüchen aufgeführten Maßnahmen sind vorteilhafte Weiterbildungen und Verbesserungen der in den unabhängigen Ansprüchen angegebenen Erfindung möglich.

**[0011]** Auf ein grundsätzliches Magnetschienenbrems-Deaktivierungssignal hin wird über einen definierten Zeitraum vor dem letzten und finalen Ausschaltzeitpunkt der Magnetschienenbremse, in dem das Schienenfahrzeug beispielsweise gerade zum Stillstand gekommen ist, der Erregerstrom durch einen Schalter aus- und dann wieder eingeschaltet, wobei sich das Verhältnis zwischen den Trennzeitdauern, in denen die Magnetspule entregt bzw. von der elektrischen Energiequelle getrennt ist, und den Verbindungszeitdauern, in denen die Magnetspule erregt bzw. mit der elektrischen Energiequelle verbunden ist, bevorzugt zu Gunsten der Trennzeitdauern verschiebt, bis der Erregerstrom und damit die Bremswirkung praktisch den Wert Null erreicht.

**[0012]** Mit anderen Worten werden auf ein grundsätzliches Magnetschienenbrems-Deaktivierungssignal hin mit fortschreitender Zeit die Trennzeitdauern, in welchen die elektrische Verbindung zwischen Magnetspule und elektrischer Energiequelle getrennt ist, bevorzugt länger und die Verbindungszeitdauern, in denen diese elektrische Verbindung hergestellt ist, bevorzugt kürzer.

**[0013]** Umgekehrt werden auf ein grundsätzliches Ma-

gnetschienenbrems-Aktivierungssignal hin mit fortschreitender Zeit die Trennzeitdauern, in welchen die elektrische Verbindung getrennt ist, bevorzugt kürzer und die Verbindungszeitdauern, in denen die elektrische Verbindung hergestellt ist, bevorzugt länger.

**[0014]** Zur Vermeidung von Resonanzen wird bevorzugt die Periodendauer jedes Aus/Einschalt- bzw. Verbindungs-/Trennzyklus geändert. Die Anzahl der Zyklen ist von der Induktivität der Magnetspule und der gewünschten Zeitdauer bis zur Aktivierung/Deaktivierung abhängig.

**[0015]** Besonders bevorzugt erfolgt eine Auswertung eines die Geschwindigkeit des Schienenfahrzeugs repräsentierenden Geschwindigkeitssignals dahingehend, ob zum Zeitpunkt der Erzeugung des Magnetschienenbrems-Aktivierungssignals oder des Magnetschienenbrems-Deaktivierungssignals die Geschwindigkeit des Schienenfahrzeugs zwischen einer unteren Grenzgeschwindigkeit und einer oberen Grenzgeschwindigkeit liegt, und falls dies der Fall ist: Trennen und Wiederherstellen der einmal hergestellten elektrischen Verbindung zwischen der elektrischen Energiequelle und der wenigstens einer Magnetspule der Magnetschienenbremse in der festgelegten Folge von Zyklen, und falls dies nicht der Fall ist: Aufrechterhalten der einmal hergestellten elektrischen Verbindung bis wenigstens zum Stillstand des Schienenfahrzeugs, oder Herstellen und wieder Trennen der einmal getrennten elektrischen Verbindung zwischen der elektrischen Energiequelle und der wenigstens einer Magnetspule der Magnetschienenbremse in der festgelegten Folge von Zyklen, und falls dies nicht der Fall ist: Aufrechterhalten der Trennung der einmal getrennten elektrischen Verbindung.

**[0016]** Mit anderen Worten wird das erfindungsgemäße Verfahren bevorzugt in einem Geschwindigkeitsbereich zwischen einer unteren Grenzgeschwindigkeit, diese kann auch dem Fahrzeugstillstand gleich sein, und einer oberen Grenzgeschwindigkeit durchgeführt, weil zum einen bei höheren Geschwindigkeiten oberhalb der oberen Grenzgeschwindigkeit ein schnelles Einsetzen der Magnetschienenbremse entscheidend ist, insbesondere wenn die Magnetschienenbremse für eine Not- oder Schnellbremsung des Schienenfahrzeugs eingesetzt wird. Dann kommt es auf maximale Bremsleistung an und das erfindungsgemäße Ein-/Ausschalten der Magnetschienenbremse wird nicht durchgeführt. Zum andern ist bei Geschwindigkeiten von mehr als z.B. 50 km/h als obere Grenzgeschwindigkeit ein beim Aktivieren der Magnetschienenbremse eintretender Einschalttruck relativ schwach und hat daher wenig Auswirkung auf den Komfort.

**[0017]** Besonders bevorzugt wird die einmal hergestellte elektrische Verbindung oder die einmal getrennte elektrische Verbindung zwischen der elektrischen Energiequelle und der wenigstens einer Magnetspule der Magnetschienenbremse über eine vorgegebene Zeitdauer in der festgelegten Folge von Zyklen getrennt und wieder hergestellt oder hergestellt und wieder getrennt.

**[0018]** Gemäß einer Weiterbildung sind die Periode von Zyklen der Herstellung der elektrischen Verbindung und die Periode von Zyklen der Trennung der elektrischen Verbindung jeweils konstant. Alternativ könnte die Periode von Zyklen der Herstellung der elektrischen Verbindung und die Periode von Zyklen der Trennung der elektrischen Verbindung jeweils variiert werden, um insbesondere eine Schwingungsanregung im Resonanzbereich zu vermeiden.

**[0019]** Gemäß einer Weiterbildung wird auf das Magnetschienenbrems-Aktivierungssignal hin die festgelegte Folge von Zyklen des Trennens und Wiederherstellens der elektrischen Verbindung nur einmal ausgeführt. In analoger Weise und bevorzugt wird auch auf das Magnetschienenbrems-Deaktivierungssignal hin die festgelegte Folge von Zyklen des Wiederherstellens und Trennens der elektrischen Verbindung nur einmal ausgeführt.

**[0020]** Die Erfindung betrifft auch ein Wirbelstrombremssystem eines Schienenfahrzeugs, welches eine vorstehend beschriebene Magnetschienenbremsvorrichtung enthält.

**[0021]** Das Magnetschienenbrems-Aktivierungssignal ist bevorzugt ein Not-, Schnell-, Zwangs- oder Betriebs-signal, d.h., dass die Magnetschienenbremse im Rahmen einer Not-, Schnell oder Zwangs- oder Betriebsbremsung aktiviert (Magnetschienenbrems-Aktivierungssignal) bzw. nach einer solchen Not-, Schnell oder Zwangs- oder Betriebsbremsung deaktiviert (Magnetschienenbrems-Deaktivierungssignal) wird.

**[0022]** Zur Ausführung des oben beschriebenen Verfahrens wird eine eingangs genannte Magnetschienenbremsvorrichtung vorgeschlagen, bei welcher in der elektrischen Verbindung zwischen der elektrischen Energiequelle und der wenigstens einen Magnetspule der Magnetschienenbremse wenigstens ein Schalter angeordnet ist, welcher von einer elektronischen Steuereinrichtung derart angesteuert wird, dass sich das oben beschriebene Verhalten der Magnetschienenbremse ergibt. Weiterhin ist wenigstens ein Geschwindigkeitssensor zur Einsteuerung eines die Geschwindigkeit des Schienenfahrzeugs repräsentierenden Geschwindigkeitssignals in die Steuereinrichtung vorgesehen.

**[0023]** Der genaue Ablauf des erfindungsgemäßen Verfahrens zur Steuerung einer Magnetschienenbremsvorrichtung bzw. der genaue Aufbau der Magnetschienenbremsvorrichtung wird durch die nachfolgende Beschreibung eines Ausführungsbeispiels deutlich.

#### Zeichnung

**[0024]** In der Zeichnung zeigt

Fig.1 ein Schaltschema einer Magnetschienenbremsvorrichtung gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung;

Fig.2 ein Spannungs-Zeitdiagramm, welches den zeitlichen Verlauf einer an einer Magnetspule

der Magnetschienenbremsvorrichtung von Fig.1 anliegenden Spannung darstellt;

Fig.3 ein Strom-Zeitdiagramm, welches den zeitlichen Verlauf des Erregerstroms der Magnetspule der Magnetschienenbremsvorrichtung von Fig.1 darstellt.

#### Beschreibung des Ausführungsbeispiels

**[0025]** Die Erfindung ist in einer elektrischen Magnetschienenbremsvorrichtung 1 verwirklicht, bei welcher die krafterzeugende Hauptkomponente ein Bremsmagnet ist, der im Prinzip ein Elektromagnet ist, bestehend aus einer sich in Schienenrichtung erstreckenden, von einem Magnetspulenkörper getragenen Magnetspule 6 und einem hufeisenähnlichen Magnetkern, welcher den Grund- oder Trägerkörper bildet. Der hufeisenförmige Magnetkern bildet an seiner der Fahrzeugschiene zugewandten Seite Polschuhe aus. Der in der Magnetspule 6 fließende Gleichstrom bewirkt eine magnetische Spannung, die in dem Magnetkern einen magnetischen Fluss erzeugt, der sich über den Schienenkopf kurzschließt, sobald der Bremsmagnet mit seinen Polschuhen auf der Schiene aufliegt. Die in dem Zwischenraum zwischen den Polschuhen befindliche Zwischenleiste aus nicht magnetischem Material verhindert, dass sich der magnetische Fluss bereits über die Polschuhe kurzschließt. Durch den sich über den Schienenkopf kurzschließenden magnetischen Fluss kommt eine magnetische Anziehungskraft zwischen Bremsmagnet und Schiene zustande. Durch die kinetische Energie des bewegten Schienenfahrzeugs wird die Magnetschienenbremse 8 über Mitnehmer entlang der Schiene gezogen. Hierbei entsteht durch die Gleitreibung zwischen Bremsmagnet und Schiene in Verbindung mit der magnetischen Anziehungskraft eine Bremskraft. Der generelle Aufbau und die generelle Funktionsweise solcher Magnetschienenbremsvorrichtungen sind hinlänglich bekannt, weshalb darauf nicht weiter eingegangen werden soll.

**[0026]** Gemäß Fig.1 weist die Magnetschienenbremsvorrichtung 1 daher eine von einer elektrischen Energiequelle 2 über eine elektrische Verbindung 4 gespeiste Magnetspule 6 einer Magnetschienenbremse 8 auf, sowie eine elektronische Steuereinrichtung 10. Dabei wird die elektrische Verbindung 4 zwischen der elektrischen Energiequelle 2 und der Magnetspule 6 der Magnetschienenbremse 8 auf ein in die Steuereinrichtung 10 eingesteuertes Magnetschienenbrems-Aktivierungssignal hin hergestellt und auf ein in die Steuereinrichtung 10 eingesteuertes Magnetschienenbrems-Deaktivierungssignal hin getrennt, um die Magnetspule 6 zur Erzeugung einer Magnetkraft zu erregen bzw. zu entregen. Die elektrische Verbindung 4 zwischen der elektrischen Energiequelle 2 und der Magnetspule 6 der Magnetschienenbremse 8 ist durch eine entsprechende elektrische Verkabelung 4 realisiert.

**[0027]** Dabei ist in der elektrischen Verbindung bzw.

Verkabelung 4 zwischen der elektrischen Energiequelle 2 und der Magnetspule 6 der Magnetschienenbremse 8 ein elektrischer oder elektronischer Schalter 12 angeordnet, welcher von der Steuereinrichtung 10 zum Herstellen bzw. zum Trennen der elektrischen Verbindung 4 zwischen Magnetspule 6 und elektrischer Energiequelle 2 angesteuert wird. Bei dem Schalter 12 kann es sich beispielsweise um ein Relais handeln.

**[0028]** Weiterhin ist wenigstens ein Geschwindigkeitssensor 14 zur Einsteuerung eines die Geschwindigkeit des Schienenfahrzeugs repräsentierenden Geschwindigkeitssignals in die Steuereinrichtung 10 vorgesehen. Hierzu ist eine elektrische Signalleitung 16 von dem Geschwindigkeitssensor 14 zu der elektronischen Steuereinrichtung 10 gezogen.

**[0029]** Das Magnetschienenbrems-Aktivierungssignal ist bevorzugt ein Not-, Schnell-, Zwangs- oder Betriebsbremsignal, d.h., dass die Magnetschienenbremse im Rahmen einer Not-, Schnell-, Zwangs- oder Betriebsbremsung aktiviert bzw. nach einer solchen Bremsung deaktiviert wird. Hierzu ist die elektronische Steuereinrichtung 10 über eine weitere elektrische Signalleitung 18 mit einer Bremsstuebene 20 verbunden, die beispielsweise über eine Sicherheitsschleife oder einen Fahrzeugdatenbus den Befehl zur Aktivierung oder Deaktivierung der entsprechenden Bremsenart erhält.

**[0030]** Die in einem Speicher der Steuereinrichtung 10 implementierten Steuerroutinen sind dabei derart ausgebildet, dass der in der elektrischen Verbindung 4 zwischen der elektrischen Energiequelle 2 und der Magnetspule 6 der Magnetschienenbremse 8 angeordnete Schalter 12 derart angesteuert wird, dass auf ein Magnetschienenbrems-Aktivierungssignal hin die einmal hergestellte elektrische Verbindung 4 zwischen der elektrischen Energiequelle 2 und der Magnetspule 6 der Magnetschienenbremse 8 in einer festgelegten Folge von Zyklen getrennt und wieder hergestellt wird.

**[0031]** Mit anderen Worten wird auf ein grundsätzliches Magnetschienenbrems-Aktivierungssignal hin, z.B. im Rahmen einer Notbremsung, durch Schließen des Schalters 12 die elektrische Verbindung 4 hergestellt und die Magnetschienenbremse 8 zunächst aktiviert bzw. zugespant. Danach wird die einmal hergestellte elektrische Verbindung 4 zwischen der elektrischen Energiequelle 2 und der Magnetspule 6 der Magnetschienenbremse 8 in einer festgelegten Folge von Zyklen getrennt und wieder hergestellt, jeweils durch eine entsprechende Ansteuerung des Schalters 12.

**[0032]** Auf der anderen Seite wird auf ein grundsätzliches Magnetschienenbrems-Deaktivierungssignal hin, z.B., wenn eine einmal eingeleitete Bremsung bzw. Notbremsung insgesamt wieder aufgehoben werden soll, die elektrische Verbindung 4 zwischen der Energiequelle 2 und der Magnetspule 6 der Magnetschienenbremse 8 in einer festgelegten Folge von Zyklen hergestellt und getrennt.

**[0033]** Mit anderen Worten wird auf ein grundsätzliches Magnetschienenbrems-Deaktivierungssignal hin,

z.B. zum gänzlichen Auflösen einer sich im Ablauf befindlichen Notbremsung durch Öffnen des Schalters 12 bzw. Trennen der elektrischen Verbindung 4 die Magnetschienenbremse 8 zunächst deaktiviert bzw. gelöst.

5 Danach wird die einmal getrennte elektrische Verbindung 4 zwischen der elektrischen Energiequelle 2 und der Magnetspule 6 der Magnetschienenbremse 8 in einer festgelegten Folge von Zyklen hergestellt und getrennt, jeweils durch eine entsprechende Ansteuerung des Schalters 12 durch die Steuereinrichtung 10.

**[0034]** Diese Art der zyklischen Steuerung der Magnetschienenbremse 8 erfolgt bevorzugt geschwindigkeitsabhängig, d.h. abhängig von der zum Zeitpunkt der Erzeugung des Magnetschienenbrems-Aktivierungssignals bzw. Magnetschienenbrems-Deaktivierungssignals herrschenden Geschwindigkeit des Schienenfahrzeugs, wobei der Geschwindigkeitssensor 14 der Steuereinrichtung 10 ein entsprechendes Geschwindigkeitssignal liefert.

**[0035]** Die Steuereinrichtung 10 ist ausgebildet, um eine Auswertung des Geschwindigkeitssignals dahingehend vorzunehmen, ob zum Zeitpunkt der Erzeugung des Magnetschienenbrems-Aktivierungssignals oder des Magnetschienenbrems-Deaktivierungssignals die Geschwindigkeit des Schienenfahrzeugs zwischen einer unteren Grenzggeschwindigkeit und einer oberen Grenzggeschwindigkeit liegt. Dabei beträgt die obere Grenzggeschwindigkeit beispielsweise 50 km/h.

**[0036]** Falls dies im Rahmen eines anstehenden Magnetschienenbrems-Aktivierungssignals der Fall ist, dann wird der Schalter 12 durch die Steuereinrichtung 10 derart angesteuert, dass die einmal hergestellte elektrische Verbindung 4 zwischen der elektrischen Energiequelle 2 und der Magnetspule 6 der Magnetschienenbremse 8 in der festgelegten Folge von Zyklen getrennt und wieder hergestellt wird. Falls dies nicht der Fall ist, wird der Schalter 12 durch die Steuereinrichtung 10 derart angesteuert, dass die einmal hergestellte elektrische Verbindung 4 aufrecht erhalten wird und die Magnetschienenbremse 8 dadurch permanent zugespant gehalten wird, beispielsweise bis wenigstens zum Stillstand des Schienenfahrzeugs.

**[0037]** Falls dies im Rahmen eines anstehenden Magnetschienenbrems-Deaktivierungssignals der Fall ist, dann wird der Schalter 12 durch die Steuereinrichtung 10 derart angesteuert, dass die einmal getrennte elektrische Verbindung 4 zwischen der elektrischen Energiequelle 2 und der Magnetspule 6 der Magnetschienenbremse 8 in der festgelegten Folge von Zyklen hergestellt und wieder getrennt wird. Falls dies nicht der Fall ist, wird der Schalter 12 durch die Steuereinrichtung 10 angesteuert, dass die Trennung der einmal getrennten elektrischen Verbindung 4 permanent aufrecht erhalten wird und die Magnetschienenbremse 8 dadurch gelöst bleibt.

**[0038]** Besonders bevorzugt wird die einmal hergestellte elektrische Verbindung 4 oder die einmal getrennte elektrische Verbindung 4 zwischen der elektrischen Energiequelle 2 und der Magnetspule 6 der Magnetschi-

enenbremse 8 über eine vorgegebene Zeitdauer in der festgelegten Folge von Zyklen getrennt und wieder hergestellt oder hergestellt und wieder getrennt. Diese festgelegte Zeitdauer wird dabei vom Zeitpunkt der Erzeugung des Magnetschienenbrems-Aktivierungssignals bzw. des Magnetschienenbrems-Deaktivierungssignals gemessen.

**[0039]** Die Zyklen des Aus-/Einschaltens bzw. der Verbindung/Trennung können alternativ auch ohne zeitliche Begrenzung derart durchgeführt werden, dass sich ein mittlerer Strom in einem Bereich von 10% bis 90% des Nennstromes der Magnetschienenbremse einstellt. Bei Zyklen ohne zeitliche Begrenzung können bevorzugt das Tastverhältnis und die Periode in einer Relation so zueinander variieren, dass der mittlere Strom konstant bleibt, aber Resonanzfrequenzen vermieden werden.

**[0040]** Weiterhin kann auf das Magnetschienenbrems-Aktivierungssignal hin die festgelegte Folge von Zyklen des Trennens und Wiederherstellens der elektrischen Verbindung nur einmal ausgeführt werden. In analoger Weise und bevorzugt wird auch auf das Magnetschienenbrems-Deaktivierungssignal hin die festgelegte Folge von Zyklen des Wiederherstellens und Trennens der elektrischen Verbindung nur einmal ausgeführt.

**[0041]** In Fig.2 ist ein Spannungs-Zeitdiagramm dargestellt, welches den zeitlichen Verlauf einer an der Magnetspule 6 der Magnetschienenbremse 8 von Fig.1 anliegenden Spannung zeigt, wenn die Magnetspule 6 wie oben beschrieben erregt bzw. entregt wird. Fig.3 zeigt das entsprechende Strom-Zeitdiagramm, welches den daraus resultierenden zeitlichen Verlauf des Erregerstroms der Magnetspule 6 darstellt.

**[0042]** Als Ausgangspunkt wird bei diesem Beispiel angenommen, dass die Geschwindigkeit des mit der Magnetschienenbremsvorrichtung ausgerüsteten Schienenfahrzeugs größer als die untere Grenzgeschwindigkeit von ca. 5 km/h und auch größer als eine obere Grenzgeschwindigkeit von ca. 50 km/h ist, so dass der Geschwindigkeitssensor 14 ein entsprechendes Signal an die Steuereinrichtung 10 sendet. Weiterhin ist die Magnetspule 6 der Magnetschienenbremse 8 entregt, weil ein Magnetschienenbrems-Deaktivierungssignal an der Steuereinrichtung 10 ansteht bzw. bisher kein Magnetschienenbrems-Aktivierungssignal in die Steuereinrichtung 10 eingesteuert worden ist. Dieser Zustand besteht bezogen auf die Diagramme von Fig.2 und Fig.3 noch bis kurz vor dem Zeitpunkt  $t_1$ .

**[0043]** Wenn dann zum Zeitpunkt  $t_1$  ein grundsätzliches Magnetschienenbrems-Aktivierungssignal beispielsweise in einem Notbremsfall von einer Sicherheitschleife des Schienenfahrzeugs in die Steuereinrichtung 10 eingesteuert wird, so wird der Schalter von der Steuereinrichtung 10 in seine Schließstellung gesteuert und die Magnetspule 6 der Magnetschienenbremse 8 dadurch zunächst dauerhaft mit der einer Spannung  $U$  von beispielsweise 110 V beaufschlagt, wie aus Fig.2 hervorgeht. Diese Spannung ruft in der Magnetspule 6, etwas zeitverzögert, einen Strom  $I$  hervor, der sich wäh-

rend der Verbindungszeitdauer, in der die Magnetspule 6 durch den Schalter 12 mit der elektrischen Energiequelle 2 verbunden ist, also im Zeitraum zwischen  $t_1$  und  $t_2$  bis auf ca. 10 A aufbaut, wie Fig.3 zeigt. Da die Geschwindigkeit des Schienenfahrzeugs zum Zeitpunkt  $t_1$  der Aktivierung der Magnetschienenbremse größer als die obere Grenzgeschwindigkeit ist, wird die Magnetspule 6 dauerhaft mit der Spannung  $U$  beaufschlagt. Es findet bevorzugt keine zyklische Taktung statt.

**[0044]** Es wird dann angenommen, dass in dem Zeitraum zwischen  $t_1$  (Aktivierung der Magnetschienenbremse) und einem Zeitpunkt  $t_2$ , bei dem welchem das Magnetschienenbrems-Aktivierungssignal nicht mehr ansteht bzw. ein Magnetschienenbrems-Deaktivierungssignal erzeugt oder gebildet wird (Deaktivierung der Magnetschienenbremse), die Geschwindigkeit des Schienenfahrzeugs auf eine Geschwindigkeit abgefallen ist, welche zwischen der unteren und der oberen Grenzgeschwindigkeit liegt, beispielsweise bei 30 km/h.

**[0045]** Der Zeitpunkt  $t_2$  markiert daher den Zeitpunkt, zu welchem das Magnetschienenbrems-Deaktivierungssignal ansteht bzw. das Magnetschienenbrems-Aktivierungssignal nicht mehr ansteht. Zum Zeitpunkt  $t_2$  wird daher die Magnetspule 6 von der elektrischen Energiequelle 2 durch den Schalter 12 getrennt, der hierzu vom Algorithmus der Steuereinrichtung 10 entsprechend angesteuert wird.

**[0046]** Nach einer Trennzeitdauer zwischen  $t_2$  und  $t_3$ , wird zum Zeitpunkt  $t_3$  der Schalter 12 wieder in Schließstellung gesteuert, wodurch wiederum eine Spannung  $U$  bevorzugt in gleicher Höhe an der Magnetspule 6 während eines Verbindungszeitraums zwischen  $t_3$  und  $t_4$  anliegt. Auf diese Art entstehen Zyklen der Trennung bzw. der Verbindung der Magnetspule 6 von bzw. mit der elektrischen Energiequelle 2, bis zu einem Zeitpunkt  $t_5$ , an dem der Schalter letztmalig in Trennstellung geschaltet wird, um die Magnetspule 6 final von der elektrischen Energiequelle 2 zu trennen und damit zu entregen. Zum Zeitpunkt  $t_5$  befindet sich das Schienenfahrzeug dann bereits im Stillstand und wird beispielsweise von einer Feststellbremse im eingebremsten Zustand gehalten, weshalb ein Zugspannthalten der Magnetschienenbremse 8 nicht notwendig ist.

**[0047]** Hierbei werden in dem Zeitfenster zwischen  $t_2$  und  $t_5$  mit fortschreitender Zeit  $t$  die Trennzeitdauern, in welchen die elektrische Verbindung 4 zwischen Magnetspule und elektrischen Energiequelle 2 getrennt ist, länger und die Verbindungszeitdauern, in denen diese elektrische Verbindung 4 hergestellt ist, kürzer, wie insbesondere der Spannungsverlauf von Fig.2 zeigt. Der zeitliche Stromverlauf ist dann, bedingt durch eine gewisse zeitliche Verzögerung, durch ein sägezahnartiges Profil gekennzeichnet, wie Fig.3 zeigt.

**[0048]** Dabei ist die Periode  $P_{\text{ein}}$  von Zyklen der Herstellung der elektrischen Verbindung 4 und die Periode  $P_{\text{aus}}$  von Zyklen der Trennung der elektrischen Verbindung 4 bevorzugt jeweils konstant und beispielsweise gleich groß. Alternativ können die Periode  $P_{\text{ein}}$  und die

Periode  $P_{\text{aus}}$  jeweils variiert werden, um insbesondere eine Schwingungsanregung im Resonanzbereich zu vermeiden. Die Periode  $P_{\text{ein}}/P_{\text{aus}}$  eines Verbindungs-/Trennzyklus kann dabei beispielsweise von 50 bis 2000 ms variieren.

**[0049]** Zusammenfassend wird daher bei dem Beispiel von Fig.2 und Fig.3 auf ein Magnetschienenbrems-Aktivierungssignal zum Verbindungs- oder Einschaltzeitpunkt  $t_1$  hin und auf das darauf folgende Magnetschienenbrems-Deaktivierungssignal zum Trennungs- oder Ausschaltzeitpunkt  $t_2$  hin über einen definierten Zeitraum ( $t_2$  bis  $t_5$ ) bis zum letzten und finalen Trennungs- oder Ausschaltzeitpunkt  $t_5$ , in dem das Schienenfahrzeug beispielsweise gerade zum Stillstand gekommen ist, der Erregerstrom durch den Schalter 12 zyklisch aus-, ein- und wieder ausgeschaltet. Dadurch wird der durch das grundsätzliche Deaktivieren der Magnetschienenbremse 8 auf das Magnetschienenbrems-Deaktivierungssignal hin entstehende Bremslöseruck begrenzt.

**[0050]** Im Beispiel von Fig.2 und Fig.3 wird daher der Fall betrachtet, in denen das sich in Fahrt befindliche Schienenfahrzeug (auch) von der Magnetschienenbremse 8 eingebremst wird.

**[0051]** Weiterhin ist der Fall vorstellbar, in dem die Magnetschienenbremse 8 bei einem sich in Fahrt mit einer Geschwindigkeit größer als die untere Grenzgeschwindigkeit und kleiner als die obere Grenzgeschwindigkeit befindlichem Schienenfahrzeug aktiviert wird (Magnetschienenbrems-Aktivierungssignal), wodurch ein unerwünschter Bremszuspannruck entstehen würde.

**[0052]** Dann wird zur Minderung des Bremszuspannrucks bzw. zu dessen Vermeidung die Verbindung zwischen der elektrischen Energiequelle und der Magnetspule der Magnetschienenbremse 8 ebenfalls in einer festgelegten Folge von Zyklen hergestellt und wieder getrennt, wie oben bereits beschrieben wurde. In diesem Fall können auf das Magnetschienenbrems-Aktivierungssignal hin mit fortschreitender Zeit  $t$  die Trennzeidauern, in welchen die elektrische Verbindung 4 zwischen Magnetspule 6 und elektrischer Energiequelle 2 getrennt ist, bevorzugt kürzer und die Verbindungszeitdauern, in denen diese elektrische Verbindung 4 hergestellt ist, bevorzugt länger ausfallen.

**[0053]** Die oben beschriebene Erfindung ist nicht nur bei rein elektrischen Magnetschienenbremsen 8 bzw. Magnetschienenbremsvorrichtungen 1 anwendbar. Sie kann auch bei elektrisch schaltbaren Permanentmagnetschienenbremsen angewendet werden, um ein magnetisches Gegenfeld zur Aufhebung der Bremskraftwirkung zu erzeugen.

#### Bezugszeichenliste

#### **[0054]**

- 1 Magnetschienenbremsvorrichtung
- 2 Energiequelle
- 4 elektrische Verbindung

- 6 Magnetspule
- 8 Magnetschienenbremse
- 10 Steuereinrichtung
- 12 Schalter
- 5 14 Geschwindigkeitssensor
- 16 Signalleitung
- 18 Signalleitung
- 20 Bremssteuerebene

10

#### **Patentansprüche**

1. Verfahren zum Steuern einer Magnetschienenbremsvorrichtung (1) eines Schienenfahrzeugs, welche wenigstens eine von einer elektrischen Energiequelle (2) über eine elektrische Verbindung (4) gespeiste Magnetspule (6) einer Magnetschienenbremse (8) beinhaltet, wobei auf ein Magnetschienenbrems-Aktivierungssignal hin die elektrische Verbindung (4) zwischen der elektrischen Energiequelle (2) und der wenigstens einen Magnetspule (6) der Magnetschienenbremse (8) hergestellt und auf ein Magnetschienenbrems-Deaktivierungssignal hin getrennt wird, um die wenigstens eine Magnetspule (6) zur Erzeugung einer Magnetkraft zu erregen bzw. zu entregen, **dadurch gekennzeichnet, dass**

20

25

30

35

40

45

50

- a) auf das Magnetschienenbrems-Aktivierungssignal hin die einmal hergestellte elektrische Verbindung (4) zwischen der elektrischen Energiequelle (2) und der wenigstens einen Magnetspule (6) der Magnetschienenbremse (8) in einer festgelegten Folge von Zyklen getrennt und wieder hergestellt wird, oder
- b) auf das Magnetschienenbrems-Deaktivierungssignal hin die einmal getrennte elektrische Verbindung (4) zwischen der elektrischen Energiequelle (2) und der wenigstens einen Magnetspule (6) der Magnetschienenbremse (8) in einer festgelegten Folge von Zyklen hergestellt und wieder getrennt wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **gekennzeichnet durch** eine Auswertung eines die Geschwindigkeit des Schienenfahrzeugs repräsentierenden Geschwindigkeitssignals dahingehend, ob zum Zeitpunkt der Erzeugung des Magnetschienenbrems-Aktivierungssignals oder des Magnetschienenbrems-Deaktivierungssignals die Geschwindigkeit des Schienenfahrzeugs zwischen einer unteren Grenzgeschwindigkeit und einer oberen Grenzgeschwindigkeit liegt, und falls dies der Fall ist:

55

- a) Trennen und Wiederherstellen der einmal hergestellten elektrischen Verbindung (4) zwischen der elektrischen Energiequelle (2) und der wenigstens einen Magnetspule (6) der Ma-

- gnetschienenbremse (8) in der festgelegten Folge von Zyklen, und falls dies nicht der Fall ist: Aufrechterhalten der einmal hergestellten, elektrischen Verbindung (4) bis wenigstens zum Stillstand des Schienenfahrzeugs, oder
- b) Herstellen und wieder Trennen der einmal getrennten elektrischen Verbindung (4) zwischen der elektrischen Energiequelle (2) und der wenigstens einen Magnetspule (6) der Magnetschienenbremse (8) in der festgelegten Folge von Zyklen, und falls dies nicht der Fall ist: Aufrechterhalten der Trennung der einmal getrennten elektrischen Verbindung (4).
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die einmal hergestellte elektrische Verbindung (4) oder die einmal getrennte elektrische Verbindung (4) zwischen der elektrischen Energiequelle (2) und der wenigstens einen Magnetspule (6) der Magnetschienenbremse (8) über eine vorgegebene Zeitdauer in der festgelegten Folge von Zyklen getrennt und wieder hergestellt oder hergestellt und wieder getrennt wird.
4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Periode ( $P_{\text{ein}}$ ) von Zyklen der Herstellung der elektrischen Verbindung (4) und die Periode ( $P_{\text{aus}}$ ) von Zyklen der Trennung der elektrischen Verbindung (4) jeweils konstant gesetzt wird.
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Periode ( $P_{\text{ein}}$ ) von Zyklen der Herstellung der elektrischen Verbindung (4) und die Periode ( $P_{\text{aus}}$ ) von Zyklen der Trennung der elektrischen Verbindung (4) jeweils variiert wird.
6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** auf das Magnetschienenbrems-Aktivierungssignal hin mit fortschreitender Zeit ( $t$ ) die Trennzeitdauern, in welchen die elektrische Verbindung (4) getrennt ist, kürzer und die Verbindungszeitdauern, in denen die elektrische Verbindung (4) hergestellt ist, länger werden.
7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** auf das Magnetschienenbrems-Deaktivierungssignal hin mit fortschreitender Zeit ( $t$ ) die Trennzeitdauern, in welchen die elektrische Verbindung (4) getrennt ist, länger und die Verbindungszeitdauern, in denen die elektrische Verbindung (4) hergestellt ist, kürzer werden.
8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Magnetschienenbrems-Aktivierungssignal ein Not-, Schnell-, Zwangs-, oder Betriebsbremsignal ist.
9. Magnetschienenbremsvorrichtung (1) eines Schienenfahrzeugs, welche wenigstens eine von einer elektrischen Energiequelle (2) über eine elektrische Verbindung (4) gespeiste Magnetspule (6) einer Magnetschienenbremse (8) beinhaltet, sowie eine elektronische Steuereinrichtung (10), wobei auf ein in die Steuereinrichtung (10) eingesteuertes Magnetschienenbrems-Aktivierungssignal hin die elektrische Verbindung (4) zwischen der elektrischen Energiequelle (2) und der wenigstens einen Magnetspule (6) der Magnetschienenbremse (8) hergestellt und auf ein in die Steuereinrichtung (10) eingesteuertes Magnetschienenbrems-Deaktivierungssignal hin getrennt wird, um die wenigstens eine Magnetspule (6) zur Erzeugung einer Magnetkraft zu erregen bzw. zu entregen, **dadurch gekennzeichnet, dass** in der elektrischen Verbindung (4) zwischen der elektrischen Energiequelle (2) und der wenigstens einen Magnetspule (6) der Magnetschienenbremse (8) wenigstens ein Schalter (12) angeordnet ist, welcher von der Steuereinrichtung (10) derart angesteuert wird, dass
- a) auf das Magnetschienenbrems-Aktivierungssignal hin die einmal hergestellte elektrische Verbindung (4) zwischen der elektrischen Energiequelle (2) und der wenigstens einen Magnetspule (6) der Magnetschienenbremse (8) in einer festgelegten Folge von Zyklen getrennt und wieder hergestellt wird, oder
- b) auf das Magnetschienenbrems-Deaktivierungssignal hin die einmal getrennte elektrische Verbindung (4) zwischen der elektrischen Energiequelle (2) und der wenigstens einen Magnetspule (6) der Magnetschienenbremse (8) in einer festgelegten Folge von Zyklen hergestellt und wieder getrennt wird.
10. Magnetschienenbremsvorrichtung nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** sie wenigstens einen Geschwindigkeitssensor (14) zur Einsteuerung eines die Geschwindigkeit des Schienenfahrzeugs repräsentierenden Geschwindigkeitssignals in die Steuereinrichtung (10) beinhaltet, wobei die Steuereinrichtung (10) ausgebildet ist, eine Auswertung des Geschwindigkeitssignals dahingehend vorzunehmen, ob zum Zeitpunkt der Erzeugung des Magnetschienenbrems-Aktivierungssignals oder des Magnetschienenbrems-Deaktivierungssignals die Geschwindigkeit des Schienenfahrzeugs zwischen einer unteren Grenzgeschwindigkeit und einer oberen Grenzgeschwindigkeit liegt, und falls dies der Fall ist:
- a) Ansteuern des Schalters (12) durch die Steuereinrichtung (10) derart, dass die einmal her-

- gestellte elektrische Verbindung (4) zwischen der elektrischen Energiequelle (2) und der wenigstens einen Magnetspule (6) der Magnetschienenbremse (8) in der festgelegten Folge von Zyklen getrennt und wieder hergestellt wird, und falls dies nicht der Fall ist: Ansteuern des Schalters (12) durch die Steuereinrichtung (10) derart, dass die einmal hergestellte elektrische Verbindung (4) bis wenigstens zum Stillstand des Schienenfahrzeugs aufrecht erhalten wird, oder
- b) Ansteuern des Schalters (12) durch die Steuereinrichtung (10) derart, dass die einmal getrennte elektrische Verbindung (4) zwischen der elektrischen Energiequelle (2) und der wenigstens einen Magnetspule (6) der Magnetschienenbremse (8) in der festgelegten Folge von Zyklen hergestellt und wieder getrennt wird, und falls dies nicht der Fall ist: Ansteuern des Schalters (12) durch die Steuereinrichtung (10) derart, dass die Trennung der einmal getrennten elektrischen Verbindung (4) aufrecht erhalten wird.
11. Magnetschienenbremsvorrichtung nach Anspruch 9 oder 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Steuereinrichtung (10) den Schalter (12) derart ansteuert, dass die einmal hergestellte elektrische Verbindung (4) oder die einmal getrennte elektrische Verbindung (4) zwischen der elektrischen Energiequelle (2) und der wenigstens einen Magnetspule (6) der Magnetschienenbremse (8) über eine vorgegebene Zeitdauer in der festgelegten Folge von Zyklen getrennt und wieder hergestellt oder hergestellt und wieder getrennt wird.
12. Magnetschienenbremsvorrichtung nach einem der Ansprüche 9 bis 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Steuereinrichtung (10) den Schalter (12) derart ansteuert, dass die Periode ( $P_{\text{ein}}$ ) von Zyklen der Herstellung der elektrischen Verbindung (4) und die Periode ( $P_{\text{aus}}$ ) von Zyklen der Trennung der elektrischen Verbindung (4) jeweils konstant ist.
13. Magnetschienenbremsvorrichtung nach einem der Ansprüche 9 bis 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Steuereinrichtung (10) den Schalter (12) derart ansteuert, dass die Periode ( $P_{\text{ein}}$ ) von Zyklen der Herstellung der elektrischen Verbindung (4) und die Periode ( $P_{\text{aus}}$ ) von Zyklen der Trennung der elektrischen Verbindung (4) jeweils variiert wird.
14. Magnetschienenbremsvorrichtung nach einem der Ansprüche 9 bis 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Steuereinrichtung (10) den Schalter (12) derart ansteuert, dass auf das Magnetschienenbrems-Aktivierungssignal hin mit fortschreitender Zeit ( $t$ ) die Trennzeitdauern, in welchen die elektrische Verbindung (4) getrennt ist, kürzer und die Verbindungszeitdauern, in denen die elektrische Verbindung (4) hergestellt ist, länger werden.
15. Magnetschienenbremsvorrichtung nach einem der Ansprüche 9 bis 14, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Steuereinrichtung (10) den Schalter (12) derart ansteuert, dass auf das Magnetschienenbrems-Deaktivierungssignal hin mit fortschreitender Zeit ( $t$ ) die Trennzeitdauern, in welchen die elektrische Verbindung (4) getrennt ist, länger und die Verbindungszeitdauern, in denen die elektrische Verbindung (4) hergestellt ist, kürzer werden.
16. Magnetschienenbremsvorrichtung nach einem der Ansprüche 9 bis 15, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Magnetschienenbrems-Aktivierungssignal ein in die Steuereinrichtung eingesteuertes Not-, Zwangs-, Schnell- oder Betriebsbremsignal ist.
17. Magnetschienenbremsvorrichtung nach einem der Ansprüche 9 bis 16, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Schalter (12) ein elektrischer oder elektronischer Schalter ist, der von der Steuereinrichtung elektrisch gesteuert wird.
18. Magnetschienenbremsvorrichtung nach einem der Ansprüche 9 bis 17, **dadurch gekennzeichnet, dass** auf das Magnetschienenbrems-Aktivierungssignal hin die Steuereinrichtung (10) die festgelegte Folge von Zyklen des Trennens und Wiederherstellens der elektrischen Verbindung nur einmal ausführt.
19. Magnetschienenbremsvorrichtung nach einem der Ansprüche 9 bis 18, **dadurch gekennzeichnet, dass** auf das Magnetschienenbrems-Deaktivierungssignal hin die Steuereinrichtung (10) die festgelegte Folge von Zyklen des Wiederherstellens und Trennens der elektrischen Verbindung nur einmal ausführt.
20. Wirbelstrombremssystem eines Schienenfahrzeugs, **dadurch gekennzeichnet, dass** es eine Magnetschienenbremsvorrichtung nach einem der Ansprüche 9 bis 19 enthält.

#### Claims

1. Method for controlling a magnetic rail brake device (1) of a rail vehicle, which device comprises at least one solenoid (6) of a magnetic rail brake (8), said solenoid being fed from a source of electrical energy (2) via an electrical connection (4), wherein, upon a magnetic rail brake activation signal, the electrical connection (4) between the source of electrical energy (2) and the at least one solenoid (6) of the magnetic rail brake (8) is established and, upon a mag-

netic rail brake deactivation signal, said connection is disconnected, in order to excite the at least one solenoid (6) to generate a magnetic force or in order to de-excite said at least one solenoid, **characterised in that**

- a) upon the magnetic rail brake activation signal, the electrical connection (4) between the source of electrical energy (2) and the at least one solenoid (6) of the magnetic rail brake (8), once established, is disconnected and re-established in a fixed sequence of cycles, or
- b) upon the magnetic rail brake deactivation signal, the electrical connection (4) between the source of electrical energy (2) and the at least one solenoid (6) of the magnetic rail brake (8), once disconnected, is established and disconnected again in a fixed sequence of cycles.

2. Method according to claim 1, **characterised by** an evaluation of a speed signal representing the speed of the rail vehicle in respect of whether, at the moment of generation of the magnetic rail brake activation signal or of the magnetic rail brake deactivation signal, the speed of the rail vehicle is between a lower limit speed and an upper limit speed, and, if this is the case:

- a) the electrical connection (4) between the source of electrical energy (2) and the at least one solenoid (6) of the magnetic rail brake (8), once established, is disconnected and re-established in the fixed sequence of cycles, and, if this is not the case: the electrical connection (4), once established, is maintained at least until standstill of the rail vehicle, or
- b) the electrical connection (4) between the source of electrical energy (2) and the at least one solenoid (6) of the magnetic rail brake (8), once disconnected, is established and disconnected again in the fixed sequence of cycles, and, if this is not the case: the disconnection of the electrical connection (4), once disconnected, is maintained.

3. Method according to claim 1 or 2, **characterised in that** the electrical connection (4) between the source of electrical energy (2) and the at least one solenoid (6) of the magnetic rail brake (8), once established, or the electrical connection (4) between the source of electrical energy (2) and the at least one solenoid (6) of the magnetic rail brake (8), once disconnected, is disconnected and re-established or established and disconnected again respectively in the fixed sequence of cycles over a predefined period of time.

4. Method according to any of the preceding claims, **characterised in that** the period ( $P_{\text{ein}}$ ) of cycles of

establishment of the electrical connection (4) and the period ( $P_{\text{aus}}$ ) of cycles of disconnection of the electrical connection (4) is held constant in each case.

5. Method according to any of claims 1 to 3, **characterised in that** the period ( $P_{\text{ein}}$ ) of cycles of establishment of the electrical connection (4) and the period ( $P_{\text{aus}}$ ) of cycles of disconnection of the electrical connection (4) is varied in each case.

6. Method according to any of the preceding claims, **characterised in that**, upon the magnetic rail brake activation signal, the disconnection periods, in which the electrical connection (4) is disconnected, become shorter over time ( $t$ ), and the connection periods, in which the electrical connection (4) is established, become longer.

7. Method according to any of the preceding claims, **characterised in that**, upon the magnetic rail brake activation signal, the disconnection periods, in which the electrical connection (4) is disconnected, become longer over time ( $t$ ), and the connection periods, in which the electrical connection (4) is established, become shorter.

8. Method according to any of the preceding claims, **characterised in that** the magnetic rail brake activation signal is an emergency, rapid, enforced or service brake signal.

9. Magnetic rail brake device (1) of a rail vehicle, which device comprise at least one solenoid (6) of a magnetic rail brake (8), said solenoid being fed from a source of electrical energy (2) via an electrical connection (4), and also an electronic control device (10), wherein, upon a magnetic rail brake activation signal triggered in the control device (10), the electrical connection (4) between the source of electrical energy (2) and the at least one solenoid (6) of the magnetic rail brake (8) is established and, upon a magnetic rail brake deactivation signal triggered in the control device (10), said connection is disconnected in order to excite the at least one solenoid (6) to generate a magnetic force or in order to de-excite said at least one solenoid, **characterised in that** at least one switch (12) is arranged in the electrical connection (4) between the source of electrical energy (2) and the at least one solenoid (6) of the magnetic rail brake (8) and is actuated by the control device (10) in such a way that

- a) upon the magnetic rail brake activation signal, the electrical connection (4) between the source of electrical energy (2) and the at least one solenoid (6) of the magnetic rail brake (8), once established, is disconnected and re-established

in a fixed sequence of cycles, or  
 b) upon the magnetic rail brake deactivation signal, the electrical connection (4) between the source of electrical energy (2) and the at least one solenoid (6) of the magnetic rail brake (8), once disconnected, is established and disconnected again in a fixed sequence of cycles.

10. Magnetic rail brake device according to claim 9, **characterised in that** it contains in the control device (10) at least one speed signal (14) for triggering a speed signal representing the speed of the rail vehicle, wherein the control device (10) is designed to evaluate the speed signal in respect of whether the speed of the rail vehicle, at the moment of generation of the magnetic rail brake activation signal or of the magnetic rail brake deactivation signal, is between a lower limit speed and an upper limit speed, and, if this is the case:

a) the switch (12) is actuated by means of the control device (10) in such a way that the electrical connection (4) between the source of electrical energy (2) and the at least one solenoid (6) of the magnetic rail brake (8), once established, is disconnected and re-established in the fixed sequence of cycles, and, if this is not the case: the switch (12) is actuated by means of the control device (10) in such a way that the electrical connection (4), once established, is maintained at least until standstill of the rail vehicle, or  
 b) the switch (12) is actuated by the control device (10) in such a way that the electrical connection (4) between the source of electrical energy (2) and the at least one solenoid (6) of the magnetic rail brake (8), once disconnected, is established and disconnected again in the fixed sequence of cycles, and, if this is not the case: the switch (12) is actuated by the control device (10) in such a way that the disconnection of the electrical connection (4), once disconnected, is maintained.

11. Magnetic rail brake device according to claim 9 or 10, **characterised in that** the control device (10) actuates the switch (12) in such a way that the electrical connection (4) between the source of electrical energy (2) and the at least one solenoid (6) of the magnetic rail brake (8), once established, or the electrical connection (4) between the source of electrical energy (2) and the at least one solenoid (6) of the magnetic rail brake (8), once disconnected, is disconnected and re-established or is established and disconnected again respectively in the fixed sequence of cycles over a predefined period of time.

12. Magnetic rail brake device according to any of claims

9 to 11, **characterised in that** the control device (10) actuates the switch (12) in such a way that the period ( $P_{\text{ein}}$ ) of cycles of establishment of the electrical connection (4) and the period ( $P_{\text{aus}}$ ) of cycles of disconnection of the electrical connection (4) is constant in each case.

13. Magnetic rail brake device according to any of claims 9 to 11, **characterised in that** the control device (10) actuates the switch (12) in such a way that the period ( $P_{\text{ein}}$ ) of cycles of establishment of the electrical connection (4) and the period ( $P_{\text{aus}}$ ) of cycles of disconnection of the electrical connection (4) is varied in each case.

14. Magnetic rail brake device according to any of claims 9 to 13, **characterised in that** the control device (10) actuates the switch (12) in such a way that, upon the magnetic rail brake activation signal, the disconnection periods, in which the electrical connection (4) is disconnected, become shorter over time (t), and the connection periods, in which the electrical connection (4) is established, become longer.

15. Magnetic rail brake device according to any of claims 9 to 14, **characterised in that** the control device (10) actuates the switch (12) in such a way that, upon the magnetic rail brake deactivation signal, the disconnection periods, in which the electrical connection (4) is disconnected, become longer over time (t), and the connection periods, in which the electrical connection (4) is established, become shorter.

16. Magnetic rail brake device according to any of claims 9 to 15, **characterised in that** the magnetic rail brake activation signal is an emergency, enforced, rapid or service brake signal triggered in the control device.

17. Magnetic rail brake device according to any of claims 9 to 16, **characterised in that** the switch (12) is an electrical or electronic switch, which is controlled electrically by the control device.

18. Magnetic rail brake device according to any of claims 9 to 17, **characterised in that**, upon the magnetic rail brake activation signal, the control device (10) performs the fixed sequence of cycles of disconnection and re-establishment of the electrical connection only once.

19. Magnetic rail brake device according to any of claims 9 to 18, **characterised in that**, upon the magnetic rail brake deactivation signal, the control device (10) performs the fixed sequence of cycles of re-establishment and disconnection of the electrical connection only once.

20. Eddy current brake system of a rail vehicle, **charac-**

**terised in that** said system comprises a magnetic rail brake device according to any of claims 9 to 19.

## Revendications

1. Procédé de commande d'un dispositif (1) de frein électromagnétique sur rail d'un véhicule ferroviaire qui comporte au moins une bobine (6) d'électroaimant d'un frein (8) électromagnétique sur rail, alimenté par une source (2) d'énergie électrique par l'intermédiaire d'une liaison (4) électrique, la liaison (4) électrique étant, sur un signal d'activation du frein électromagnétique sur rail, établie entre la source (2) d'énergie électrique et la au moins une bobine (6) d'électroaimant du frein (8) électromagnétique sur rail, et étant coupée sur un signal de désactivation du frein électromagnétique sur rail pour exciter et désexciter au moins une bobine (6) d'électroaimant de production d'une force magnétique, **caractérisé en ce que**
  - a) sur le signal d'activation du frein électromagnétique sur rail, la liaison (4) électrique, une fois établie entre la source (2) d'énergie électrique et la au moins une bobine (6) d'électroaimant du frein (8) électromagnétique sur rail, est, suivant une succession fixée de cycles, coupée et rétablie, ou
  - b) sur le signal de désactivation du frein électromagnétique sur rail, la liaison (4) électrique, une fois coupée entre la source (2) d'énergie électrique et la au moins une bobine (6) d'électroaimant du frein (8) électromagnétique sur rail, est, suivant une succession fixée de cycles, établie et recoupée.
2. Procédé suivant la revendication 1, **caractérisé en ce que** par une exploitation d'un signal de vitesse représentant la vitesse du véhicule ferroviaire, on détermine si à l'instant de la production du signal d'activation du frein électromagnétique sur rail ou du signal de désactivation du frein électromagnétique sur rail, la vitesse du véhicule ferroviaire est comprise entre une vitesse limite inférieure et une vitesse limite supérieure, et si cela est le cas :
  - a) on coupe et on rétablit la liaison (4) électrique une fois établie, entre la source (2) d'énergie électrique et la au moins une bobine (6) d'électroaimant du frein (8) électromagnétique sur rail, dans la succession fixée de cycles, et si cela n'est pas le cas : on maintient la liaison (4) électrique, une fois établie jusqu'à au moins l'arrêt du véhicule ferroviaire, ou
  - b) on établit et on recoupe la liaison (4) électrique, une fois coupée, entre la source (2) d'énergie électrique et la au moins une bobine (6)
3. Procédé suivant la revendication 1 ou 2, **caractérisé en ce que** on coupe et on rétablit ou on établit et on recoupe, dans la succession fixée de cycles pendant une durée donnée à l'avance, la liaison (4) électrique une fois établie ou la liaison (4) électrique une fois coupée entre la source (2) d'énergie électrique et la au moins une bobine (6) d'électroaimant du frein (8) électromagnétique sur rail.
4. Procédé suivant l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce qu'on** donne une valeur respectivement constante à la période ( $P_{\text{ein}}$ ) de cycle de l'établissement de la liaison (4) électrique et à la période ( $P_{\text{aus}}$ ) de cycle de la coupure de la liaison (4) électrique.
5. Procédé suivant l'une des revendications 1 à 3, **caractérisé en ce que** l'on fait varier respectivement la période ( $P_{\text{ein}}$ ) de cycle de l'établissement de la liaison (4) électrique et la période ( $P_{\text{aus}}$ ) de cycle de la coupure de la liaison (4) électrique.
6. Procédé suivant l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** sur le signal d'activation du frein électromagnétique sur rail, au fur et à mesure que le temps (t) s'écoule, les durées de temps de coupure, dans lesquelles la liaison (4) électrique est coupée, deviennent plus courtes, et les durées de temps de liaison, dans lesquels la liaison (4) électrique est établie, deviennent plus longues.
7. Procédé suivant l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que**, sur le signal de désactivation du frein électromagnétique sur rail, au fur et à mesure que le temps (t) s'écoule, les durées de temps de coupure, dans lesquelles la liaison (4) électrique est coupée, deviennent plus longues, et les durées de temps de liaison, dans lesquelles la liaison (4) électrique est établie, deviennent plus courtes.
8. Procédé suivant l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le signal d'activation de frein électromagnétique sur rail est un signal de freinage d'urgence, de freinage rapide, de freinage forcé ou de freinage de service.
9. Dispositif (1) de frein électromagnétique sur rail d'un véhicule ferroviaire, qui comporte au moins une bobine (6) d'électroaimant d'un frein (8) électromagnétique sur rail, alimentée par une source (2) d'énergie électrique par l'intermédiaire d'une liaison (4) électrique, ainsi qu'un dispositif (10) électronique de commande, dans lequel, sur un signal d'activation

d'électroaimant du frein (8) électromagnétique sur rail dans la succession fixée de cycles, et si cela n'est pas le cas : on maintient la coupure de la liaison (4) électrique une fois coupée.

du frein électromagnétique sur rail entré dans le dispositif (10) de commande, la liaison (4) électrique entre la source (2) d'énergie électrique et la au moins une bobine (6) d'électroaimant du frein (8) électromagnétique sur rail est établie, et sur un signal de désactivation du frein électromagnétique sur rail, entré dans le dispositif (10) de commande, est coupée, pour exciter et désexciter la au moins une bobine (6) d'électroaimant de production d'une force magnétique, **caractérisé en ce que** au moins un interrupteur (12) est monté dans la liaison (4) électrique entre la source (2) d'énergie électrique et la au moins une bobine (6) d'électroaimant du frein (8) électromagnétique sur rail, interrupteur qui est commandé par le dispositif (10) de commande, de manière à ce que :

a) sur le signal d'activation du frein électromagnétique sur rail, la liaison (4) électrique, une fois établie entre la source (2) d'énergie électrique et la au moins une bobine (6) d'électroaimant du frein (8) électromagnétique sur rail, est, suivant une succession fixée de cycles, coupée et rétablie, ou

b) sur le signal de désactivation du frein électromagnétique sur rail, la liaison (4) électrique, une fois coupée entre la source (2) d'énergie électrique et la au moins une bobine (6) d'électroaimant du frein (8) électromagnétique sur rail, est, suivant une succession fixée de cycles, établie et recoupée.

**10.** Dispositif de frein électromagnétique sur rail suivant la revendication 9, **caractérisé en ce qu'**il comporte, au moins, un capteur (14) de vitesse pour l'entrée d'un signal de vitesse représentant la vitesse du véhicule ferroviaire dans le dispositif (10) de commande, le dispositif (10) de commande étant constitué pour effectuer une exploitation du signal de vitesse, sur le point de savoir si, à l'instant de la production du signal d'activation du frein électromagnétique sur rail ou du signal de désactivation du frein électromagnétique sur rail, la vitesse du véhicule ferroviaire est comprise entre une vitesse limite inférieure et une vitesse limite supérieure, et si cela est le cas :

a) commande de l'interrupteur (12) par le dispositif (10) de commande de manière à ce que la liaison (4) électrique une fois établie entre la source (2) d'énergie électrique et la au moins une bobine (6) d'électroaimant du frein (8) électromagnétique sur rail, soit coupée et rétablie dans la succession fixée de cycles, et si cela n'est pas le cas : commande de l'interrupteur (12) par le dispositif (10) de commande de manière à ce que la liaison (4) électrique une fois établie soit rétablie jusqu'à au moins l'arrêt du véhicule ferroviaire, ou

b) commande de l'interrupteur (12) par le dispo-

sitif (10) de commande de manière à ce que la liaison (4) électrique une fois coupée entre la source (2) d'énergie électrique et la au moins une bobine (6) d'électroaimant du frein (8) électromagnétique sur rail, soit établie dans la succession fixée de cycles et soit recoupée, et si cela n'est pas le cas :

commande de l'interrupteur (12) par le dispositif (10) de commande de manière à ce que la coupure de la liaison (4) électrique, une fois coupée, soit maintenue.

**11.** Dispositif de frein électromagnétique sur rail suivant la revendication 9 ou 10, **caractérisé en ce que** le dispositif (10) de commande commande l'interrupteur (12) de manière à ce que la liaison (4) électrique une fois établie, ou la liaison (4) électrique une fois coupée entre la source (2) d'énergie électrique et la au moins une bobine (6) d'électroaimant du frein (8) électromagnétique sur rail soit, pendant une durée donnée à l'avance dans la succession fixée de cycles, coupée et rétablie, ou établie et recoupée.

**12.** Dispositif (1) de frein électromagnétique sur rail suivant l'une des revendications 9 à 11, **caractérisé en ce que** le dispositif (10) de commande commande l'interrupteur (12) de manière à ce que la période ( $P_{\text{ein}}$ ) de cycle de l'établissement de la liaison (4) électrique et la période ( $P_{\text{aus}}$ ) de cycle de la coupure de la liaison (4) électrique soient chacune constantes.

**13.** Dispositif de frein électromagnétique sur rail suivant l'une des revendications 9 à 11, **caractérisé en ce que** le dispositif (10) de commande commande l'interrupteur (12) de manière à ce que l'on fait varier respectivement la période ( $P_{\text{ein}}$ ) de cycle de l'établissement de la liaison (4) électrique et la période ( $P_{\text{aus}}$ ) de cycle de la coupure de la liaison (4) électrique.

**14.** Dispositif de frein électromagnétique sur rail suivant l'une des revendications 9 à 13, **caractérisé en ce que** le dispositif (10) de commande commande l'interrupteur (12) de manière à ce que, sur le signal d'activation du frein électromagnétique sur rail, au fur et à mesure que le temps (t) s'écoule, les durées de temps de coupure dans lesquelles la liaison (4) électrique est coupée, deviennent plus courtes, et les durées de temps de liaison dans lesquels la liaison (4) électrique est établie, deviennent plus longues.

**15.** Dispositif de frein électromagnétique sur rail suivant l'une des revendications 9 à 14, **caractérisé en ce que** le dispositif (10) de commande commande l'interrupteur (12) de manière à ce que, sur le signal de

désactivation du frein électromagnétique sur rail, au fur et à mesure que le temps (t) s'écoule, les durées de temps de coupure dans lesquelles la liaison (4) électrique est coupée, deviennent plus longues, et les durées de temps de liaison dans lesquelles la liaison (4) électrique est établie, deviennent plus courtes. 5

16. Dispositif de frein électromagnétique sur rail suivant l'une des revendications 9 à 15, **caractérisé en ce que** le signal d'activation du frein électromagnétique sur rail est un signal de freinage d'urgence, forcé, rapide ou de service, entré dans le dispositif de commande. 10

15

17. Dispositif de frein électromagnétique sur rail suivant l'une des revendications 9 à 16, **caractérisé en ce que** l'interrupteur (12) est un interrupteur électrique ou électronique qui est commandé électriquement par le dispositif de commande. 20

25

18. Dispositif de frein électromagnétique sur rail suivant l'une des revendications 9 à 17, **caractérisé en ce que**, sur le signal d'activation du frein électromagnétique sur rail, le dispositif (10) de commande n'exécute qu'une fois la succession fixée de cycles de coupure et de rétablissement de la liaison électrique. 25

30

19. Dispositif de frein électromagnétique sur rail suivant l'une des revendications 9 à 18, **caractérisé en ce que**, sur le signal de désactivation du frein électromagnétique sur rail, le dispositif (10) de commande n'exécute qu'une fois la succession fixée de cycles de rétablissement et de coupure de la liaison électrique. 30

35

20. Système de frein à courant de Foucault d'un véhicule ferroviaire **caractérisé en ce qu'**il comporte un dispositif de frein électromagnétique sur rail suivant l'une des revendications 9 à 19. 40

45

50

55

60

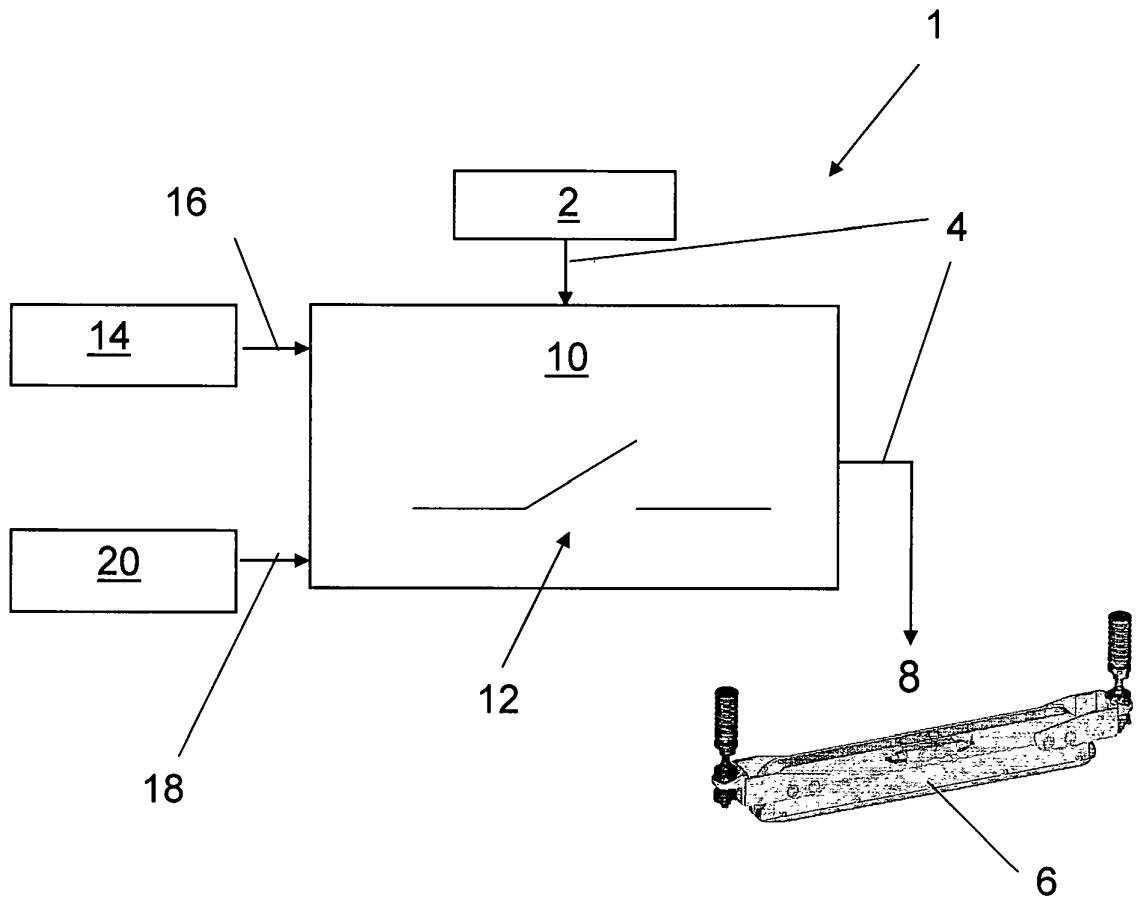


FIG.1

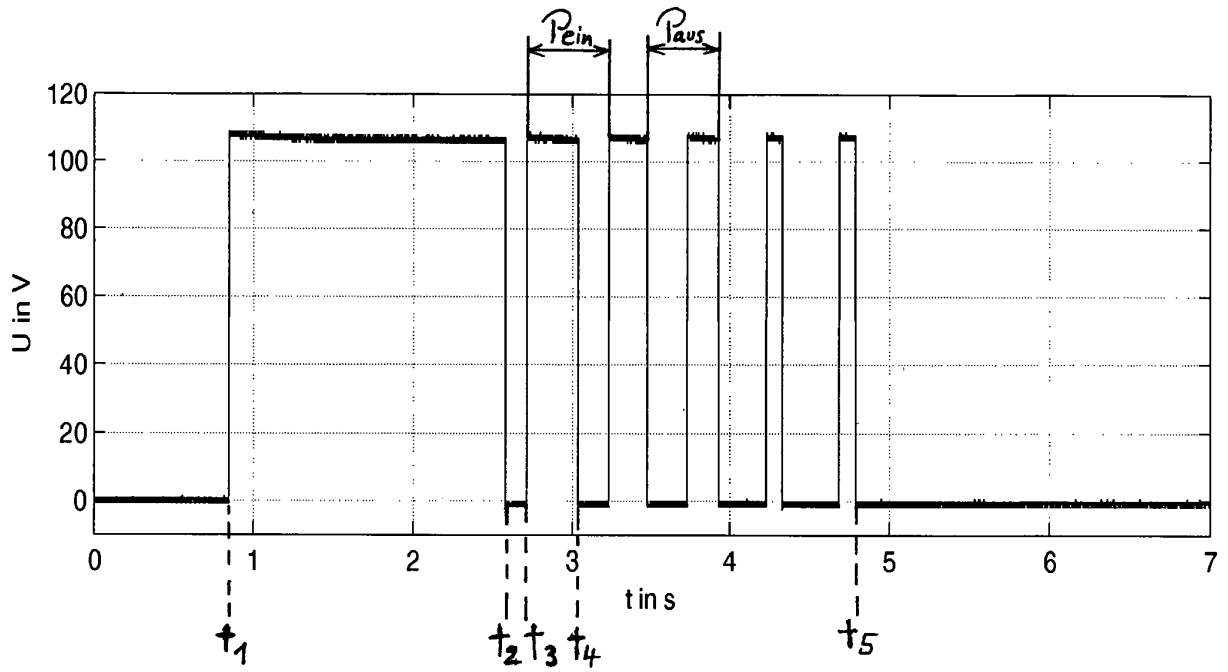


FIG.2

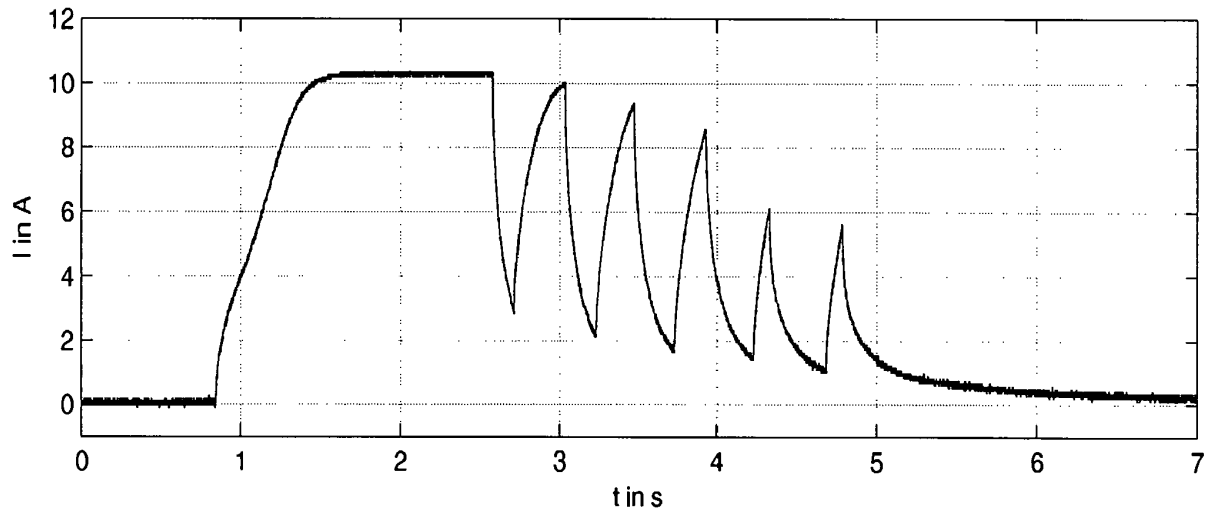


FIG.3

**IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE**

*Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.*

**In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente**

- DE 10111685 A1 [0002]