

(12) **Österreichische Patentanmeldung**

(21) Anmeldenummer: A 1177/2011  
(22) Anmeldetag: 12.08.2011  
(43) Veröffentlicht am: 15.12.2012

(51) Int. Cl. : **B61C 15/14** (2006.01)  
**B61C 9/46** (2006.01)  
**B60L 15/20** (2006.01)

(56) Entgegenhaltungen:  
DE 3345260 A1 EP 0511949 A2  
DE 19826452 A1 EP 0590183 A1

(73) Patentanmelder:  
TRAKTIONSSYSTEME AUSTRIA GMBH  
2351 WIENER NEUDORF (AT)

(72) Erfinder:  
Neudorfer Harald DDr.  
Traiskirchen (AT)

(54) **VERFAHREN ZUR REGELUNG EINER ANTRIEBSEINHEIT FÜR SCHIENENFAHRZEUGE UND ANTRIEBSEINHEIT FÜR SCHIENENFAHRZEUGE**

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Regelung einer Antriebseinheit (1) für Schienenfahrzeuge sowie eine solche Antriebseinheit (1) für Schienenfahrzeuge mit jeweils einem permanentmagneterregten Synchronmotor (2, 3) angetriebenen Einzelrädern (4, 5), wobei jeder Synchronmotor (2, 3) mit einem Wechselrichter (10, 11) verbunden ist sowie mit einer mit den Wechselrichtern (10, 11) verbundenen Regeleinrichtung (12) und mit einer Einrichtung (13) zur Detektion der Kurvenlage des Schienenfahrzeugs. Erfindungsgemäß ist vorgesehen, dass die Regeleinrichtung (12) derart ausgebildet ist, dass die Wechselrichter (10, 11) zur Ansteuerung der Synchronmotoren (2, 3) der gegenüberliegenden Einzelräder (4, 5) bei Detektion eines Geradeauslaufs (G) des Schienenfahrzeugs synchronisiert sind, während bei Detektion eines Kurvenlaufs (K) des Schienenfahrzeugs die Synchronisierung der Wechselrichter (10, 11) zur Ansteuerung der Synchronmotoren (2, 3) der gegenüberliegenden Einzelräder (4, 5) deaktiviert ist.

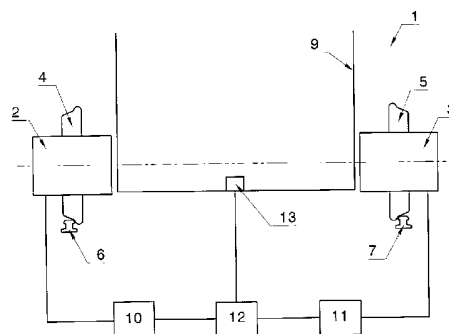
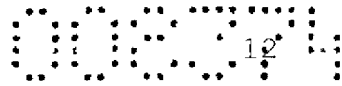


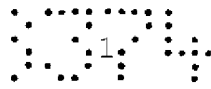
Fig. 2



Zusammenfassung:

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Regelung einer Antriebseinheit (1) für Schienenfahrzeuge sowie eine solche Antriebseinheit (1) für Schienenfahrzeuge mit jeweils einem permanentmagneterregten Synchronmotor (2, 3) angetriebenen Einzelrädern (4, 5), wobei jeder Synchronmotor (2, 3) mit einem Wechselrichter (10, 11) verbunden ist sowie mit einer mit den Wechselrichtern (10, 11) verbundenen Regeleinrichtung (12) und mit einer Einrichtung (13) zur Detektion der Kurvenlage des Schienenfahrzeugs. Erfindungsgemäß ist vorgesehen, dass die Regeleinrichtung (12) derart ausgebildet ist, dass die Wechselrichter (10, 11) zur Ansteuerung der Synchronmotoren (2, 3) der gegenüberliegenden Einzelräder (4, 5) bei Detektion eines Geradeauslaufs (G) des Schienenfahrzeugs synchronisiert sind, während bei Detektion eines Kurvenlaufs (K) des Schienenfahrzeugs die Synchronisierung der Wechselrichter (10, 11) zur Ansteuerung der Synchronmotoren (2, 3) der gegenüberliegenden Einzelräder (4, 5) deaktiviert ist.

(Fig. 2)



Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Regelung einer Antriebseinheit für Schienenfahrzeuge, wobei Einzelräder jeweils von einem permanentmagneterregten Synchronmotor angetrieben werden und jeder Synchronmotor durch einen Wechselrichter angesteuert wird, und die Kurvenlage des Schienenfahrzeugs detektiert wird.

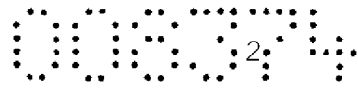
Die Erfindung betrifft weiters eine Antriebseinheit für Schienenfahrzeuge, mit jeweils von einem permanentmagneterregten Synchronmotor angetriebenen Einzelrädern, wobei jeder Synchronmotor mit einem Wechselrichter verbunden ist, mit einer mit den Wechselrichtern verbundenen Regeleinrichtung, und mit einer Einrichtung zur Detektion der Kurvenlage des Schienenfahrzeugs.

Bei Einzelantrieben für elektrisch angetriebene Schienenfahrzeuge, wie insbesondere Straßenbahnen, werden üblicherweise Asynchronmotoren als Radnabenmotoren eingesetzt. Dabei hat sich gezeigt, dass lauftechnische Probleme und ein erhöhter Spurkranzverschleiß auftreten, da die einander gegenüberliegenden Räder nicht gekoppelt sind.

Eine Kopplung mit Hilfe einer zwischen den Rädern eines Räderpaares angeordneten Welle ist bei den modernen Niederflur-Straßenbahnen („ULF“: Ultra Low Floor) problematisch, da diese einen tiefliegenden Wagenkasten verhindert.

Da insbesondere permanentmagneterregte elektrische Synchronmaschinen im Vergleich zu Asynchronmaschinen eine höhere Leistungsdichte aufweisen, kommen diese in letzter Zeit verstärkt als Antrieb von Schienenfahrzeugen zur Anwendung. Die Geschwindigkeitsregelung der Synchronmotoren erfolgt über entsprechende Wechselrichter.

Die EP 1 247 713 B1 beschreibt ein Fahrwerk für Schienenfahrzeuge ohne Radsätze, wobei Synchronmotoren jeweils die Einzelräder direkt oder über Getriebe antreiben. Eine elektrische Kopplung der beiden gegenüberliegenden Einzelräder erfolgt durch Parallelschaltung und Speisung beider Synchronmotoren über einen gemeinsamen Wechselrichter. Dadurch wird zwar eine elektrische

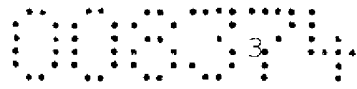


Kopplung der Einzelräder erzielt, welche bei Geradeausfahrt von Vorteil ist und den Verschleiß an Rädern und Schienen reduziert, bei Kurvenfahrt werden jedoch keine Vorteile erreicht, da die Einzelräder auch in der Kurve stark miteinander gekoppelt sind. In der Folge resultiert bei Kurvenfahrt des Schienenfahrzeugs ein erhöhter Verschleiß an Rädern und Schienen und eine erhöhte Lärmentwicklung.

Die EP 919 447 A1 beschreibt einen Antrieb für Schienenfahrzeuge, wobei die Einzelräder ebenfalls durch Synchronmotoren angetrieben werden, welche wiederum durch einzelne Wechselrichter entsprechend angesteuert werden. Über eine Regeleinrichtung, welche mit Sensoren zur Erfassung der Kurvenlage des Schienenfahrzeugs verbunden ist, erfolgt eine derartige Regelung der einzelnen Wechselrichter, so dass die in der Kurve außenliegenden Einzelräder mit einer höheren Umdrehungszahl angetrieben werden als die in der Kurve innenliegenden Einzelräder. Dadurch kann eine Reduktion des Verschleißes der Laufräder und der Schiene sowie eine Reduktion der Lärmentwicklung bei Kurvenfahrt erzielt werden. Zur parallelen Orientierung der gegenüberliegenden Einzelräder sind zusätzlich mechanische Kopplungen über Stabilisatoren vorgesehen. Eine Kopplung der gegenüberliegenden Einzelräder bei Geradeausfahrt ist nicht vorgesehen.

Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht darin, ein oben genanntes Verfahren bzw. eine oben genannte Antriebseinheit unter der Verwendung von permanentmagneterregten Synchronmotoren zu schaffen, durch welche sowohl bei Geradeausfahrt als auch in Kurvenfahrt Vorteile erzielt werden können und der Verschleiß sowohl der Räder als auch der Schienen und die resultierende Lärmentwicklung insbesondere bei der Kurvenfahrt reduziert werden kann.

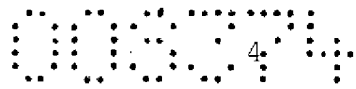
Gelöst wird die erfindungsgemäße Aufgabe in verfahrensmäßiger Hinsicht dadurch, dass die Wechselrichter der Synchronmotoren zweier gegenüberliegender einzelner Räder bei der Detektion eines Geradeauslaufs des Schienenfahrzeugs synchronisiert betrieben werden, und bei der Detektion eines Kurvenlaufs des Schienenfahrzeugs die Synchronisierung deaktiviert wird. Durch



die erfindungsgemäßen Merkmale wird sichergestellt, dass die Einzelräder bei Geradeauslauf starr miteinander gekoppelt sind und somit optimale Laufeigenschaften bei gleichzeitig geringem Verschleiß an Einzelrädern und Schienen erzielbar sind. Zuzufolge des starren Drehzahlverhaltens von Synchronmotoren wird eine Art „elektrische Welle“ zwischen den gegenüberliegenden Einzelrädern bzw. eine entsprechende starre Kopplung bewirkt. Eine mechanische Welle zwischen den Antriebsmotoren der gegenüberliegenden Einzelrädern, welche bei Niederflur-Straßenbahnen hinderlich wäre, ist nicht erforderlich. Sobald detektiert wird, dass sich das Schienenfahrzeug in Kurvenlage befindet, wird die Kopplung der gegenüberliegenden Einzelräder aufgehoben, so dass auch während der Kurvenfahrt optimale Laufeigenschaften bei gleichzeitig geringem Verschleiß an Laufrädern und Schienen erzielbar sind. An sich werden also die beiden Synchronmotoren gegenüberliegender Einzelräder synchron angesteuert, während für den Kurvenlauf und allenfalls für andere spezielle Situationen auch eine unterschiedliche Ansteuerung der Motoren der gegenüberliegenden Einzelräder möglich ist. Dazu zählt beispielsweise auch der sogenannte Sinuslauf, der zur Verringerung des Verschleißes der Laufräder und Schienen bei Geradeausfahrt des Schienenfahrzeugs eingesetzt werden kann. Dadurch, dass pro Synchronmotor ein eigener Wechselrichter zur Verfügung steht, kann eine individuelle Steuerung bzw. Regelung der Synchronmotoren aller Einzelräder des Schienenfahrzeugs vorgenommen werden.

Vorteilhafterweise werden die Wechselrichter der Synchronmotoren gegenüberliegender Einzelräder bei Detektion eines Kurvenlaufs derart geregelt, dass der Synchronmotor des in der Kurve außenliegenden Einzelrades mit einer höheren Drehzahl als der Synchronmotor des in der Kurve innenliegenden Einzelrades angetrieben wird. Dadurch kann der Verschleiß der Einzelräder sowie der Schienen bei Kurvenlauf und die entsprechende Lärmentwicklung reduziert werden.

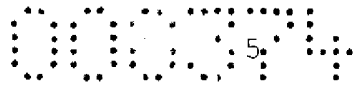
Wenn der Radius der Kurve erfasst und die Wechselrichter der Synchronmotoren gegenüberliegender Einzelräder in Abhängigkeit des Kurvenradius geregelt werden, können noch weitere Verbesserungen erzielt werden.



Gemäß einem weiteren Merkmal der Erfindung ist vorgesehen, dass die Drehzahl und Rotorwinkellage jedes Synchronmotors erfasst und daraus der Polradwinkel jedes Synchronmotors ermittelt wird, und bei Ermittlung eines undefinierten Polradwinkels die Synchronisierung der Wechselrichter der Synchronmotoren zweier gegenüberliegender Einzelräder deaktiviert wird und die Drehzahl des Synchronmotors mit undefiniertem Polradwinkel bis zum Erreichen eines definierten Polradwinkels geändert wird. Durch diese Merkmale kann ein Synchronmotor, welcher „außer Tritt“ geraten ist, was der Fall ist, wenn der Rotor nicht mehr dem Drehfeld des Stators folgt, wieder „eingefangen“ werden. Dieses sogenannte „Einfangen“ eines Synchronmotors kann normalerweise nur durch Stoppen des Synchronmotors bzw. Anhalten des Schienenfahrzeugs und Neuanfahren des Schienenfahrzeugs oder genaues Messen der Drehfeldfrequenz und entsprechende Ansteuerung des Motors ermöglicht werden. Dadurch, dass bei der gegenständlichen Erfindung je Synchronmotor ein eigener Wechselrichter vorgesehen ist, kann beim „Außer Tritt“-Fallen eines Synchronmotors die Synchronisierung zwischen den Synchronmotoren einander gegenüberliegender Einzelräder getrennt werden und die Synchronisierung durch entsprechende Ansteuerung eines Wechselrichters wiederhergestellt werden.

Die Kurvenlage des Schienenfahrzeugs kann über die Beschleunigung des Schienenfahrzeugs in zumindest zwei Richtungen detektiert werden. Derartige Beschleunigungssensoren haben gegenüber optischen Sensoren den Vorteil, dass sie unempfindlich gegenüber von Verschmutzungen sind.

Gelöst wird die erfindungsgemäße Aufgabe auch durch eine oben genannte Antriebseinheit für Schienenfahrzeuge, wobei die Regeleinrichtung mit den Wechselrichtern der Synchronmotoren gegenüberliegender Einzelräder und der Detektionseinrichtung verbunden und derart ausgebildet ist, dass die Wechselrichter zur Ansteuerung der Synchronmotoren der gegenüberliegenden Einzelräder bei Detektion eines Geradeauslaufs des Schienenfahrzeugs synchronisiert sind, während bei der Detektion eines Kurvenlaufs des Schienenfahrzeugs die Synchronisierung der Wech-



selrichter zur Ansteuerung der Synchronmotoren der gegenüberliegenden Einzelräder deaktiviert ist. Zu den dadurch erzielbaren Vorteilen wird auf die obige Beschreibung des erfindungsgemäßen Verfahrens zur Regelung der Antriebseinheit für Schienenfahrzeuge verwiesen.

Vorteilhafterweise ist die Regeleinrichtung derart ausgebildet, dass bei Detektion eines Kurvenlaufs des Schienenfahrzeugs die Synchronmotoren der in der Kurve außenliegenden Einzelräder eine höhere Drehzahl als die Synchronmotoren der in der Kurve innenliegenden Einzelräder aufweist.

Vorteilhafterweise ist die Detektionseinrichtung zur Erfassung des Radius der Kurve ausgebildet. Dadurch kann eine entsprechende Regelung der Synchronmotoren der gegenüberliegenden Einzelräder in Abhängigkeit des Radius der Kurve erfolgen.

Zur Ermittlung der Polradwinkel jedes Synchronmotors können Einrichtungen zur Erfassung der Drehzahl und der Rotorwinkellage jedes Synchronmotors vorgesehen sein, welche mit der Regeleinrichtung verbunden sind. Wie bereits oben erwähnt, kann dadurch ein „Einfangen“ eines „außer Tritt“ geratenen Synchronmotors erzielt werden.

Die Detektionseinrichtung kann durch zumindest zwei Beschleunigungssensoren zur Messung der Beschleunigung des Schienenfahrzeugs in zumindest zwei Richtungen gebildet sein.

Die Regeleinrichtung ist vorteilhafterweise durch einen Mikroprozessor gebildet.

Die vorliegende Erfindung wird anhand der beigefügten Zeichnungen näher erläutert. Darin zeigen

Fig. 1 schematisch eine Antriebseinheit mit einer starren Kopplung zweier gegenüberliegender Einzelräder;

Fig. 2 die elektrische Kopplung zweier gegenüberliegender Einzelräder gemäß der vorliegenden Erfindung;

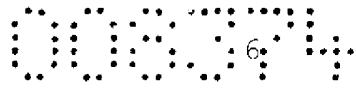
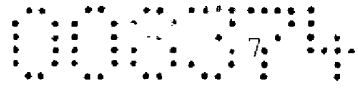


Fig. 3 eine schematische Draufsicht auf ein Schienenfahrzeug, bei dem die Antriebseinheiten gemäß der vorliegenden Erfindung geregelt werden; und

Fig. 4 ein Zeitdiagramm zur Erläuterung der erfindungsgemäßen Regelung.

Fig. 1 zeigt eine Antriebseinheit 1 eines Schienenfahrzeugs mit einem linken Einzelrad 4 und einem rechten Einzelrad 5, welche auf entsprechenden Schienen 6, 7 angeordnet sind. Die Einzelräder 4, 5 werden durch Synchronmotoren 2, 3 angetrieben. Zur Kopplung der beiden Einzelräder 4, 5 ist eine starre Welle 8 vorgesehen, über welche die beiden Einzelräder 4, 5 starr miteinander gekoppelt sind. Durch die Kopplung werden lauftechnische Probleme und ein erhöhter Spurkranzverschleiß der Einzelräder 4, 5 und der Schienen 6, 7 vermieden. Die Welle 8 steht jedoch der Anwendung der Niederflurtechnik mit entsprechend tiefliegendem Wagenkasten 9 (strichliert eingezeichnet) entgegen.

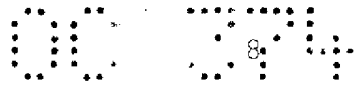
Fig. 2 zeigt ein schematisches Blockschaltbild der erfindungsgemäßen Regelung einer Antriebseinheit 1 für Schienenfahrzeuge. Die einander gegenüberliegenden Einzelräder 4, 5 werden jeweils von einem permanentmagneterregten Synchronmotor 2, 3 angetrieben. Jeder Synchronmotor 2, 3 wird durch einen separaten Wechselrichter 10, 11 angesteuert. Die Geschwindigkeitsregelung des Schienenfahrzeugs erfolgt über die Einstellung der Frequenz der Wechselrichter 10, 11. Aufgrund des bei der Niederflurtechnik tiefliegenden Wagenkastens 9 ist eine Kopplung mit Hilfe einer starren Welle 8 (gemäß Fig. 1) nicht möglich. Daher wird die Kopplung der Synchronmotoren 2, 3 der einander gegenüberliegenden Einzelräder 4, 5 elektrisch über eine Regeleinrichtung 12 vorgenommen. Demgemäß ist die beispielsweise durch einen Mikroprozessor gebildete Regeleinrichtung 12 mit den beiden Wechselrichtern 10, 11 zur Ansteuerung der Synchronmotoren 2, 3 der Einzelräder 4, 5 verbunden. Weiters ist die Regeleinrichtung 12 mit einer Einrichtung 13 zur Detektion der Kurvenlage des Schienenfahrzeugs verbunden. Bei Detektion eines Geradeauslaufs des



Schienenfahrzeugs werden die Wechselrichter 10, 11 der Synchronmotoren 2, 3 synchron betrieben. Bei Detektion eines Kurvenlaufs des Schienenfahrzeugs wird die Synchronisierung der Wechselrichter 10, 11 deaktiviert. Wichtig bei der erfindungsgemäßen Regelung der Antriebseinheit 1 ist, dass die gegenüberliegenden Einzelräder 4, 5 des Schienenfahrzeugs bei Geradeausfahrt gekoppelt werden und bei Kurvenfahrt entkoppelt werden. Dadurch könne die Laufeigenschaften sowohl bei der Geradeausfahrt als auch beim Kurvenlauf verbessert werden und der Verschleiß sowohl an Einzelrädern 4, 5 als auch an Schienen 6, 7 reduziert werden.

Zusätzlich kann die Regelung beim Kurvenlauf derart geschehen, dass der Synchronmotor 2, 3 des in der Kurve außenliegenden Einzelrades 4, 5 mit einer höheren Drehzahl  $n$  als der Synchronmotor 2, 3 des in der Kurve innenliegenden Einzelrades 4, 5 angetrieben wird. Eine weitere Verbesserung kann dadurch erzielt werden, wenn der Radius  $R$  der Kurve erfasst wird und die Wechselrichter 10, 11 der Synchronmotoren 2, 3 gegenüberliegender Einzelräder 4, 5 in Abhängigkeit des Kurvenradius  $R$  geregelt werden. Dadurch kann auch die störende Lärmentwicklung bei der Kurvenfahrt reduziert oder vermieden werden.

Fig. 3 zeigt eine schematische Draufsicht auf ein Schienenfahrzeug, wobei jeweils zwei einander gegenüberliegende Einzelräder 4, 5 auf den Schienen 6, 7 abrollen. Jedes Einzelrad 4, 5 ist allenfalls unter Zwischenschaltung eines Getriebes 14, 15 mit jeweils einem permanentmagneterregten Synchronmotor 2, 3 verbunden. Die Synchronmotoren 2, 3 werden über entsprechende Wechselrichter 10, 11 angesteuert. Die Wechselrichter 10, 11 sind mit einer Regeleinrichtung 12 verbunden, welche wiederum mit der Detektionseinrichtung 13 verbunden ist. Die Detektionseinrichtung 13 kann durch zumindest zwei Beschleunigungssensoren 18, 19 gebildet sein, welche die Beschleunigung des Schienenfahrzeugs in zumindest zwei Richtungen messen. Zusätzlich können Einrichtungen 16, 17 zur Erfassung der Drehzahl  $n$  und der Lage des Rotorwinkels  $\theta$  jedes Synchronmotors 2, 3 vorgesehen sein, welche mit der Regeleinrichtung 12 verbunden sind. Durch die Erfassung der Drehzahl  $n$  und der Lage des Rotorwinkels  $\theta$  jedes Synchronmotors 2, 3 kann der Polradwinkel  $\delta$  jedes Synchronmotors 2, 3 ermittelt



werden. Bei Erkennung eines undefinierten Polradwinkels  $\delta$ , was dann der Fall ist, wenn der Rotor des Synchronmotors 2, 3 dem Drehfeld des Stators nicht mehr folgt, kann die Synchronisierung der Wechselrichter 10, 11 der Synchronmotoren 2, 3 der gegenüberliegenden Einzelräder 4, 5 deaktiviert werden und die Drehzahl  $n$  des Synchronmotors 2, 3 mit undefiniertem Polradwinkel  $\delta$  bis zum Erreichen eines definierten Polradwinkels  $\delta$  geändert werden. Auf diese Weise kann ein „außer Tritt“ geratener Synchronmotor 2, 3 wieder „eingefangen“ werden. Dies stellt eine zusätzliche Optimierung des gegenständlichen Regelungsverfahrens dar.

Schließlich zeigt Fig. 4 schematisch einen zeitlichen Verlauf des gegenständlichen Regelungsverfahrens einer Antriebseinheit 1 eines Schienenfahrzeugs, wobei im obersten Zeitverlauf der Verlauf der Schienen dargestellt ist. Mit G ist ein gerader Verlauf der Schienen und mit K ein Kurvenlauf der Schienen gekennzeichnet. Im unteren Zeitdiagramm wird die Synchronisierung der Wechselrichter 10, 11 der Synchronmotoren 2, 3 einander gegenüberliegender Einzelräder 4, 5 dargestellt. Demgemäß wird bei Detektion eines Geradeauslaufs G des Schienenfahrzeugs eine Synchronisierung der Wechselrichter 10, 11 vorgenommen, wohingegen bei Detektion eines Kurvenlaufs K des Schienenfahrzeugs die Synchronisierung der Wechselrichter 10, 11 deaktiviert wird.

Das erfindungsgemäße Regelungsverfahren dient zur Verbesserung der Laufeigenschaften des Schienenfahrzeugs sowohl bei Geradeauslauf als auch im Kurvenlauf und zur Reduktion des Verschleißes der Einzelräder 4, 5 und der Schienen 6, 7 sowie der Lärmentwicklung im Kurvenlauf des Schienenfahrzeugs.



Patentansprüche:

1. Verfahren zur Regelung einer Antriebseinheit (1) für Schienenfahrzeuge, wobei Einzelräder (4, 5) jeweils von einem permanentmagneterregten Synchronmotor (2, 3) angetrieben werden und jeder Synchronmotor (2, 3) durch einen Wechselrichter (10, 11) angesteuert wird, und die Kurvenlage des Schienenfahrzeugs detektiert wird, dadurch gekennzeichnet, dass die Wechselrichter (10, 11) der Synchronmotoren (2, 3) zweier gegenüberliegender Einzelräder (4, 5) bei Detektion eines Geradeauslaufs (G) des Schienenfahrzeugs synchronisiert betrieben werden, und bei Detektion eines Kurvenlaufs (K) des Schienenfahrzeugs die Synchronisierung deaktiviert wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Wechselrichter (10, 11) der Synchronmotoren (2, 3) gegenüberliegender Einzelräder (4, 5) bei Detektion eines Kurvenlaufs (K) derart geregelt werden, dass der Synchronmotor (2, 3) des in der Kurve außenliegenden Einzelrades (4, 5) mit einer höheren Drehzahl ( $n$ ) als der Synchronmotor (3, 2) des in der Kurve innenliegenden Einzelrades (5, 4) angetrieben wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass der Radius (R) der Kurve erfasst wird und die Wechselrichter (10, 11) der Synchronmotoren (2, 3) gegenüberliegender Einzelräder (4, 5) in Abhängigkeit des Kurvenradius (R) geregelt werden.
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Drehzahl ( $n$ ) und die Lage des Rotorwinkels ( $\theta$ ) jedes Synchronmotors (2, 3) erfasst und daraus der Polradwinkel ( $\delta$ ) jedes Synchronmotors (2, 3) ermittelt wird, und bei Ermittlung eines undefinierten Polradwinkels ( $\delta$ ) die Synchronisierung der Wechselrichter (10, 11) der Synchronmotoren (2, 3) zweier gegenüberliegender Einzelräder (4, 5) deaktiviert wird und die Drehzahl ( $n$ ) des Synchronmotors (2, 3) mit undefiniertem Polradwinkel ( $\delta$ ) bis zum Erreichen eines definierten Polradwinkels ( $\delta$ ) geändert wird.



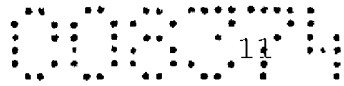
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Kurvenlage des Schienenfahrzeugs über die Beschleunigung des Schienenfahrzeugs in zumindest zwei Richtungen detektiert wird.

6. Antriebseinheit (1) für Schienenfahrzeuge, mit jeweils von einem permanentmagneterregten Synchronmotor (2, 3) angetriebenen Einzelrädern (4, 5), wobei jeder Synchronmotor (2, 3) mit einem Wechselrichter (10, 11) verbunden ist, mit einer mit den Wechselrichtern (10, 11) verbundenen Regeleinrichtung (12), und mit einer Einrichtung (13) zur Detektion der Kurvenlage des Schienenfahrzeugs, dadurch gekennzeichnet, dass die Regeleinrichtung (12) mit den Wechselrichtern (10, 11) der Synchronmotoren (2, 3) gegenüberliegender Einzelräder (4, 5) und der Detektionseinrichtung (13) verbunden und derart ausgebildet ist, dass die Wechselrichter (10, 11) zur Ansteuerung der Synchronmotoren (2, 3) der gegenüberliegenden Einzelräder (4, 5) bei Detektion eines Geradeauslaufs (G) des Schienenfahrzeugs synchronisiert sind, während bei Detektion eines Kurvenlaufs (K) des Schienenfahrzeugs die Synchronisierung der Wechselrichter (10, 11) zur Ansteuerung der Synchronmotoren (2, 3) der gegenüberliegenden Einzelräder (4, 5) deaktiviert ist.

7. Antriebseinheit (1) nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Regeleinrichtung (12) derart ausgebildet ist, dass bei Detektion eines Kurvenlaufs (K) die Synchronmotoren (2, 3) der in der Kurve außenliegenden Einzelräder (4, 5) eine höhere Drehzahl ( $n$ ) als die Synchronmotoren (3, 2) der in der Kurve innenliegenden Einzelräder (5, 4) aufweist.

8. Antriebseinheit (1) nach Anspruch 6 oder 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Detektionseinrichtung (13) zur Erfassung des Radius (R) der Kurve ausgebildet ist.

9. Antriebseinheit (1) nach einem der Ansprüche 6 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass zur Ermittlung der Polradwinkel ( $\delta$ ) jedes Synchronmotors (2, 3) Einrichtungen (16, 17) zur Erfassung der Drehzahl ( $n$ ) und Lage des Rotorwinkels ( $\theta$ ) jedes Synchronmotors (2, 3) vorgesehen sind, welche mit der Regeleinrichtung (12)



verbunden sind.

10. Antriebseinheit (1) nach einem der Ansprüche 6 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass die Detektionseinrichtung (13) durch zumindest zwei Beschleunigungssensoren (18, 19) zur Messung der Beschleunigung des Schienenfahrzeugs in zumindest zwei Richtungen gebildet ist.

11. Antriebseinheit (1) nach einem der Ansprüche 6 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass die Regeleinrichtung (12) durch einen Mikroprozessor gebildet ist.

GH/stk, bf



2/3

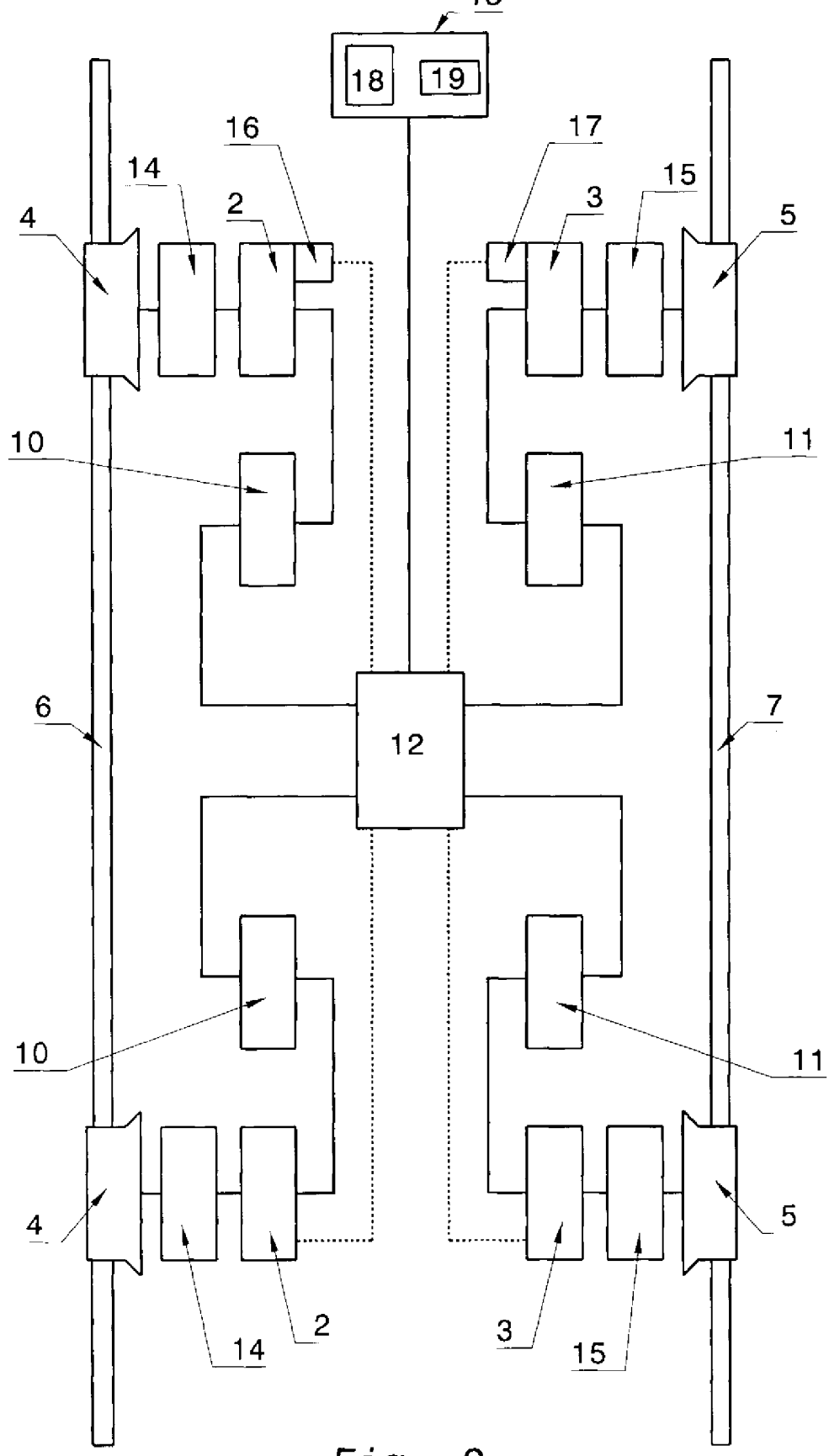


Fig. 3

000011

3/3

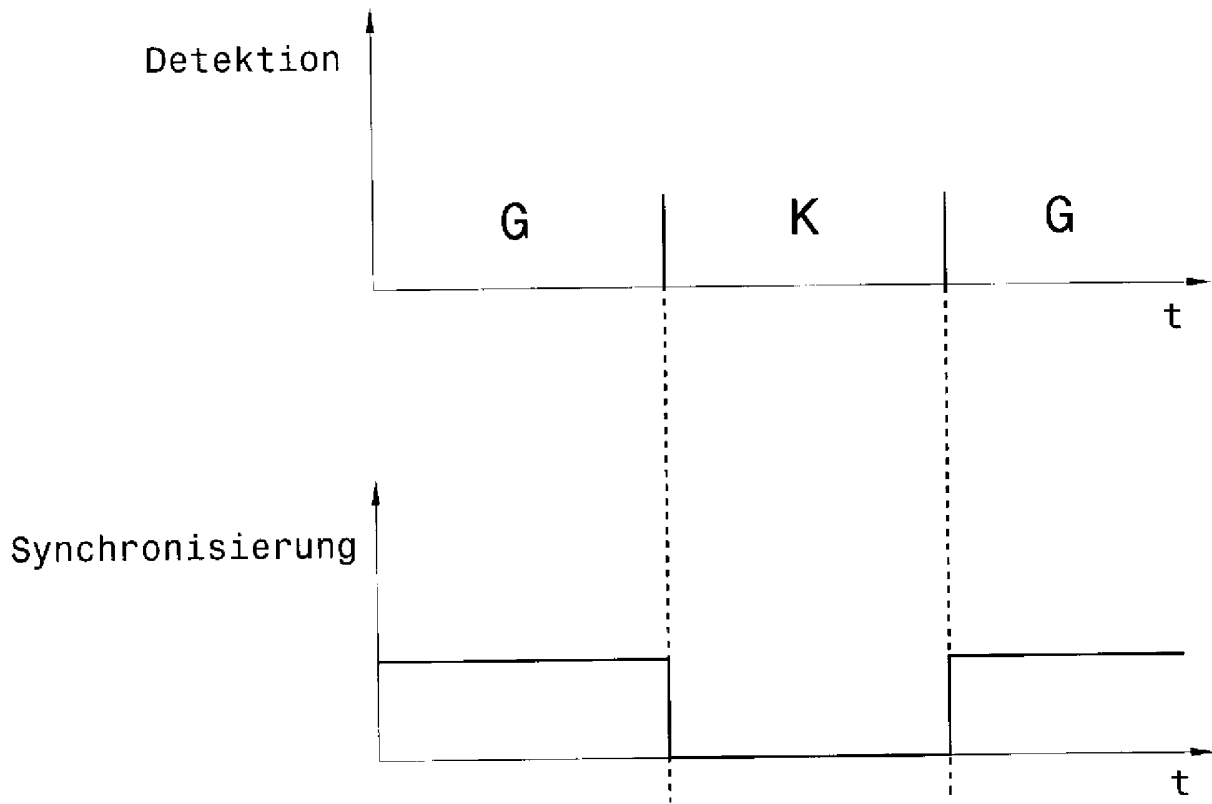
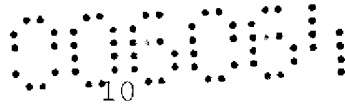


Fig. 4





detektiert wird.

5. Antriebseinheit (1) für Schienenfahrzeuge, mit jeweils von einem permanentmagneterregten Synchronmotor (2, 3) angetriebenen Einzelrädern (4, 5), wobei jeder Synchronmotor (2, 3) mit einem Wechselrichter (10, 11) verbunden ist, mit einer mit den Wechselrichtern (10, 11) verbundenen Regeleinrichtung (12), und mit einer Einrichtung (13) zur Detektion der Kurvenlage des Schienenfahrzeugs, wobei die Regeleinrichtung (12) mit den Wechselrichtern (10, 11) der Synchronmotoren (2, 3) gegenüberliegender Einzelräder (4, 5) und der Detektionseinrichtung (13) verbunden und derart ausgebildet ist, dass die Wechselrichter (10, 11) zur Ansteuerung der Synchronmotoren (2, 3) der gegenüberliegenden Einzelräder (4, 5) bei Detektion eines Geradeauslaufs (G) des Schienenfahrzeugs synchronisiert sind, während bei Detektion eines Kurvenlaufs (K) des Schienenfahrzeugs die Synchronisierung der Wechselrichter (10, 11) zur Ansteuerung der Synchronmotoren (2, 3) der gegenüberliegenden Einzelräder (4, 5) deaktiviert ist, dadurch gekennzeichnet, dass zur Ermittlung der Polradwinkel ( $\delta$ ) jedes Synchronmotors (2, 3) Einrichtungen (16, 17) zur Erfassung der Drehzahl ( $n$ ) und Lage des Rotorwinkels ( $\theta$ ) jedes Synchronmotors (2, 3) vorgesehen sind, welche mit der Regeleinrichtung (12) verbunden sind.

6. Antriebseinheit (1) nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Regeleinrichtung (12) derart ausgebildet ist, dass bei Detektion eines Kurvenlaufs (K) die Synchronmotoren (2, 3) der in der Kurve außenliegenden Einzelräder (4, 5) eine höhere Drehzahl ( $n$ ) als die Synchronmotoren (3, 2) der in der Kurve innenliegenden Einzelräder (5, 4) aufweist.

7. Antriebseinheit (1) nach Anspruch 5 oder 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Detektionseinrichtung (13) zur Erfassung des Radius (R) der Kurve ausgebildet ist.

8. Antriebseinheit (1) nach einem der Ansprüche 5 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Detektionseinrichtung (13) durch zumindest zwei Beschleunigungssensoren (18, 19) zur Messung der Beschleunigung des Schienenfahrzeugs in zumindest zwei Richtungen



gebildet ist.

9. Antriebseinheit (1) nach einem der Ansprüche 5 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Regeleinrichtung (12) durch einen Mikroprozessor gebildet ist.