

(12) **Patentschrift**

(21) Anmeldenummer: A 51047/2019 (51) Int. Cl.: **E01B 35/00** (2006.01)
(22) Anmeldetag: 02.12.2019 **G01K 13/00** (2021.01)
(45) Veröffentlicht am: 15.05.2023 **E01B 21/00** (2006.01)

(30) Priorität:
10.12.2018 PL P.428116 beansprucht.

(56) Entgegenhaltungen:
DE 102007054221 A1
EP 1783026 A2
Reindl et al. „SAW devices as wireless passive sensors“, IEEE, Ultrasonic Symposium, 1996 Proceedings, Seiten 363-367, 3.11.1996, [online], [abgerufen am 19.4.2021]. Abgerufen von EPOQUE: NPL, <XP010217902> <doi:10.1109/ULTSYM.1996.583993>

(73) Patentinhaber:
AKADEMIA GÓRNICZO HUTNICZA IM.
STANISŁAWA STASZICA W KRAKOWIE
30-059 Krakau (PL)

(74) Vertreter:
Israiloff Peter Dipl.Ing. Dr.techn.
1010 Wien (AT)
Barger Werner Dipl.Ing.
1010 Wien (AT)

(54) **Vorrichtung zur berührungslosen Messung der Schientemperatur der Stadtbahn­gleise, während des Schienenfahrzeugbetriebs**

(57) Vorrichtung zur berührungslosen Temperaturmessung von in einer Fahrbahn einer öffentlichen Straße eingelassenen Straßenbahngleisen während des Betriebs der Straßenbahn, welche wenigstens einen mit einer Schiene (2) thermisch verbundenen Temperatursensor (3) samt Sende/Empfangsantenne (3A) und eine in der Straßenbahn befindliche Zentraleinheit samt Sende/Empfangsantenne (4A) aufweist, die ein Funkgateway zur Signalübertragung bilden. Der Temperatursensor (3) und seine Sende/Empfangsantenne (3A) sind in einem wenigstens die Wärmeleitfähigkeit von Stahl aufweisenden Thermostecker (5) untergebracht, der am Steg der Schiene (2) befestigt ist. Die Sende/Empfangsantenne (4A) der Zentraleinheit ist an einem Fahrgestellrahmen (8) der Straßenbahn über der Sende/Empfangsantenne (3A) des Temperatursensors (3) so befestigt, dass sie beim Betrieb der Straßenbahn in eine koaxiale Position mit der Sende/Empfangsantenne (3A) des wenigstens einen Temperatursensors (3) gelangt, wobei der Abstand (x) der einander gegenüberliegenden Vorderflächen der beiden Sende/Empfangsantennen (3A, 4A) größer als die maximale Auslenkung des Fahrgestellrahmens (8) ist und gegebenenfalls 30 bis 80 mm beträgt.

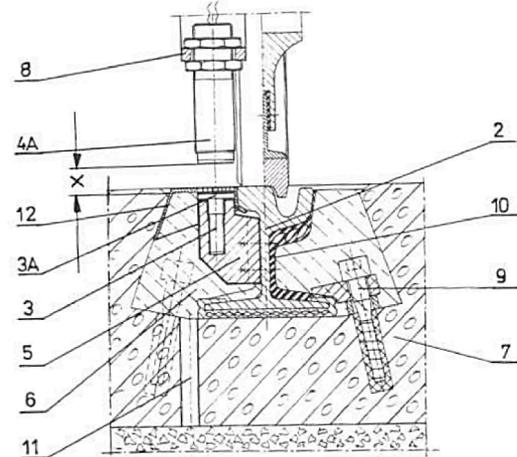


FIG.4

Beschreibung

VORRICHTUNG ZUR BERÜHRUNGSLOSEN TEMPERATURMESSUNG

[0001] Die Erfindung bezieht sich auf eine Vorrichtung zur berührungslosen Temperaturmessung von in einer Fahrbahn einer öffentlichen Straße eingelassenen Straßenbahngleisen während des Betriebs der Straßenbahn, welche wenigstens einen mit einer Schiene thermisch verbundenen, induktionsbetriebenen Temperatursensor samt Sende/Empfangsantenne und eine in der Straßenbahn befindliche Zentraleinheit samt Sende/Empfangsantenne aufweist, die ein Funkgateway zur Signalübertragung bilden, wobei der Temperatursensor mit einem Wandler und einer integrierten Schaltung zur Abgabe temperaturabhängiger akustischer Oberflächenwellen versehen und in einem Gehäuse untergebracht ist sowie die Zentraleinheit einen elektrischen Analysator und Rekorder für die vom Temperatursensor reflektierten Signale enthält.

[0002] Straßenbahngleise in dicht bebauten Stadtgebieten mit in die öffentliche Fahrbahn eingebauten Schienen sind durch die lineare Ausdehnung von Stahlschienen bei Hitze besonders anfällig für Verformungen. Die in einer Rille der Gleisunterbauplatte eingeschlossene Schiene kann sich bei hoher Lufttemperatur und Sonneneinstrahlung auf den Kopf auf Temperaturen über 50 °C, d.h. etwa 25 °C über der Normaltemperatur erwärmen, ohne dass Längskräfte auftreten. Das bedeutet, dass bei den derzeit eingesetzten, unterbrechungslosen geschweißten Schienen die Längenzunahme durch thermische Materialausdehnung über eine Entfernung von 1 km ca. 30 cm beträgt. Bei durch Weichen und Übergänge dicht versteiften Stadtbahngleisen stellt das Problem der Gleisausdehnung ein erhebliches Risiko dar, Befestigungen durch Verziehen und Wölben von Gleisen herauszureißen, was zu für Fahrgäste und Umgebung gefährlichen Straßenbahntgleisungen führen kann. Die Kühlung der Schienen durch Aufgießen von Wasser, Geschwindigkeitsbegrenzungen und sogar das Stoppen des Verkehrs wird als Vorsichtsmaßnahme eingesetzt. In Zeiträumen hoher Lufttemperaturen und Sonnenschein in schlecht belüfteten Bereichen mit dichten Gebäuden sind Schutzmaßnahmen auf der Grundlage einer kontinuierlichen Überwachung der Schientemperatur zu ergreifen.

[0003] Die in der Bahnindustrie verwendeten Schientemperatur-Messsysteme, wie beispielsweise die von der italienischen Firma Marini Impianti Industriali angebotene Lösung mit Sensoren, die an den Schienen in den kriechbeanspruchten Gleisabschnitten angebracht sind und von denen aus das Temperatursignal über Kabel an den lokalen peripheren Kontrollpunkt und dann per Funk an die Zentraleinheit übertragen wird, sind sehr teuer und unter Bedingungen des städtischen Straßenbahnnetzes nicht sinnvoll.

[0004] Es gibt auch bekannte Lösungen für die Ferntemperaturmessung von beweglichen mechanischen Teilen, die während des Betriebs nicht zugänglich sind. Die Fernmessung erfolgt unter Verwendung einer Funksignalübertragung zwischen den sich in Relativbewegung befindenden Sender-Empfänger-Antennen von Messsystemeinheiten. Eine dieser Lösungen, die vom norwegischen Konzern Konsberg Marinetime AS, spezialisiert auf Schiffselektronik und IT-Technologien, umgesetzt wurde, ist in der Patentbeschreibung PL198143B1 dargestellt. Die berührungslose Temperaturmessung mit der Bezeichnung SENTRY basiert auf einem drahtlosen Sensor, der thermisch mit einem beweglichen Prüfkörper kurzgeschlossen ist. Der Sensor wird drahtlos und induktiv aus einer Multiplex-Zentraleinheit durch ein Hochfrequenzsignal und einen niederenergetischen Radarimpuls versorgt. Er sendet das von der Antenne der Zentraleinheit empfangene Signal zurück, dessen Eigenschaften durch die Temperatur des Bauteils klar definiert sind. Der Sensor weist ein Dorngehäuse auf, in dem das temperaturempfindliche Element über einen Wandler mit einer integrierten Schaltung unter Verwendung von akustischen Oberflächenwellen (SAW - Surface Acoustic Wave) mit temperaturabhängiger Funktion verbunden ist. Die Sender-Empfänger-Antenne ist auf der Vorderseite des Sensors montiert. In der Beschreibung des Ausführungsbeispiels wird die Temperaturmessung des Kurbelwellenlagers im Schiffsmotor dargestellt.

[0005] Aufgabe dieser Erfindung ist es, den Bau einer Vorrichtung zur kontinuierlichen Messung

der Schienentemperatur in Echtzeit während einer Straßenbahnfahrt zu entwickeln, deren Ausführung und Nutzung keine nennenswerten Implementierungs- und Betriebskosten erfordert.

[0006] Gemäß der Erfindung nutzt die Vorrichtung die Funkübertragung von Signalen, die von Sende- und Empfangsantennen zweier sich in Relativbewegung bewegender Messsystemeinheiten ausgesendet werden, um die Temperatur von Straßenbahnschienen zu messen. Sie enthält den bekannten und vorstehend beschriebenen drahtlosen, induktiv betriebenen Temperatursensor und eine Zentraleinheit mit einem elektronischen Analysator und einen Rekorder für reflektierte Radarsignale. Das Wesen dieser Lösung beruht darauf, dass der Temperatursensor und seine Sende/Empfangsantenne in einem wenigstens die Wärmeleitfähigkeit von Stahl aufweisenden Thermostecker untergebracht sind, der am Steg der Schiene befestigt ist, wobei der Temperatursensor neben der Schiene vertikal nach oben gerichtet und seine Sende/Empfangsantenne unter dem Niveau des Kopfes der Schiene positioniert ist, und dass die Sende/Empfangsantenne der Zentraleinheit an einem Fahrgestellrahmen der Straßenbahn über der Sende/Empfangsantenne des Temperatursensors so befestigt ist, dass sie beim Betrieb der Straßenbahn in eine koaxiale Position mit der Sende/Empfangsantenne des wenigstens einen Temperatursensors gelangt, wobei der Abstand der einander gegenüberliegenden Vorderflächen der beiden Sende/Empfangsantennen größer als die maximale Auslenkung des Fahrgestellrahmens ist und gegebenenfalls 30 bis 80 mm beträgt. Während das Fahrzeug fährt, wird der Temperatursensor von einer Multiplex-Zentraleinheit mit einem Hochfrequenzsignal und einem Niederenergie-Radarimpuls abgetastet. Der Temperatursensor reagiert auf dieses Signal, indem er einen Impuls mit einer durch die Temperatur des Thermosteckers definierten Charakteristik reflektiert, die aufgrund der guten Wärmeleitung mit der Schienentemperatur gleich ist.

[0007] Vorteilhaft ist es, wenn die Schiene mit elastischen Arretierungen in einer Kammer einer Gleisunterbauplatte fixiert und seitlich mit einem dämpfenden Formteil umgeben ist, wobei der Thermostecker zwischen den elastischen Arretierungen an von dem dämpfenden Formteil freigelegten Stellen des Steges der Schiene befestigt ist.

[0008] Es ist auch zweckmäßig, dass die Kammer an ihrer Unterseite einen Entwässerungskanal und an ihrer Oberseite im Bereich des Thermosteckers eine strahlungsdurchlässige Abschirmung aufweist.

[0009] Die Lösung, Temperatursensoren in Straßenbahngleise einzubauen und eine Zentraleinheit im Schienenfahrzeug zu installieren, ist einfach umzusetzen, relativ kostengünstig und sehr komfortabel zur Überwachung der Schienentemperatur.

[0010] Ein vollständiges Verständnis der Erfindung ermöglicht die Beschreibung einer beispielhaften Ausführungsform einer in der Zeichnung dargestellten Vorrichtung. Es zeigen Fig. 1 das Schema der Vorrichtung, Fig. 2 die Form des von der Zentraleinheit abgestrahlten Impulses, der den Temperatursensor induktiv aktiviert, Fig. 3 die Form des von der Sende/Empfangsantenne reflektierten Signals in Abhängigkeit von der Temperatur, Fig. 4 einen vertikalen Querschnitt des in die beispielhaften Straßenbahngleise eingebauten Temperatursensors mit einem Fragment zur Befestigung der Sende/Empfangsantenne der Zentraleinheit am Fahrgestellrahmen der Straßenbahn.

[0011] Die Vorrichtung enthält ein Temperaturmesssystem für eine Schiene 2 eines in eine öffentliche Fahrbahn eingelassenen Straßenbahngleises, dessen Temperatur von einer auf einer Straßenbahn 1 installierten Zentraleinheit 4 beim Durchfahren eines Gleisabschnitts mit eingebauten Temperatursensoren 3 erfasst wird. Bei den in diesem Beispiel verwendeten Temperatursensoren handelt es sich um die oben beschriebenen, auf dem Markt erhältlichen drahtlosen Temperatursensoren 3 vom Typ SAW der Fa. Kongsberg mit einem Dorngehäuse und einer Sende/Empfangsantenne 3A auf der Vorderseite. Wie bereits erwähnt, werden die Sensoren 3 vom Typ SAW mit dem Signal der Sende/Empfangsantenne 4A der Zentraleinheit 4 induktiv versorgt. Die Zentraleinheit 4 verfügt über einen elektronischen Analysator und einen Rekorder für reflektierte Radartemperatursignale. Fig. 4 zeigt, wie der Temperatursensor 3 mit der Schiene 2 über einen Thermostecker 5 aus einem Material mit einem Wärmeleitfähigkeitskoeffizienten von nicht weniger als Stahl verbunden ist. Der Thermostecker 5 grenzt mit einer Fläche an den Steg

der Schiene 2 an, um einen guten Wärmefluss und eine direkte Temperaturkompensation der Schiene 2 und des Steckers 5 zu gewährleisten. Die Schiene 2 ist mit elastischen Arretierungen in einer Kammer 6 einer Gleisunterbauplatte 7 fixiert und seitlich mit einem dämpfenden Formteil 10 auf Basis von SBR-Butadien-Styrol-Kautschuk umgeben, wobei der Thermostecker 5 zwischen den elastischen Arretierungen 9 an von dem dämpfenden Formteil 10 freigelegten Stellen des Steges der Schiene 2 befestigt ist. Der Temperatursensor 3 sitzt in einem Loch in der Oberseite des Thermosteckers 5 und ist auf der Achse des Dorngehäuses parallel zur vertikalen Achse der Schiene 2 angeordnet, sodass die Vorderfläche seiner Sende/Empfangsantenne 3A direkt neben und unter dem Niveau des Kopfes der Schiene 2 positioniert ist. Die Sende/Empfangsantenne 4A der Zentraleinheit 4 ist am Fahrgestellrahmen 8 der Straßenbahn 1 in coaxialer Position über der Sende/Empfangsantenne 3A des Temperatursensors 3 befestigt, wobei der Abstand x zwischen den Vorderflächen der Antennen 3A und 4A zwischen 30 bis 80 mm liegt und nicht kleiner als die maximale Auslenkung des Fahrgestellrahmens 8 der Straßenbahn 1 ist. Die Sensorkammer 6 weist an ihrer Unterseite einen Entwässerungskanal 11 und an ihrer Oberseite im Bereich des Thermosteckers 5 eine strahlungsdurchlässige Abschirmung 12 auf, die sich unterhalb des Kopfes der Schiene 2 befindet.

LISTE DER BEZEICHNUNGEN

1. Straßenbahn
2. Schiene
3. Temperatursensor
- 3A. Sende/Empfangsantenne des Temperatursensors
4. Zentraleinheit mit Analysator und Rekorder
- 4A. Sende/Empfangsantenne der Zentraleinheit
5. Thermostecker
6. Sensorkammer
7. Gleisunterbauplatte
8. Fahrgestellrahmen der Straßenbahn
9. Elastische Arretierung der Schiene
10. Dämpfender Formteil
11. Entwässerungskanal
12. Abschirmung

Patentansprüche

1. Vorrichtung zur berührungslosen Temperaturmessung von in einer Fahrbahn einer öffentlichen Straße eingelassenen Straßenbahngleisen während des Betriebs der Straßenbahn (1), welche wenigstens einen mit einer Schiene (2) thermisch verbundenen, induktionsbetriebenen Temperatursensor (3) samt Sende/Empfangsantenne (3A) und eine in der Straßenbahn (1) befindliche Zentraleinheit (4) samt Sende/Empfangsantenne (4A) aufweist, die ein Funkgateway zur Signalübertragung bilden, wobei der Temperatursensor (3) mit einem Wandler und einer integrierten Schaltung zur Abgabe temperaturabhängiger akustischer Oberflächenwellen versehen und in einem Gehäuse untergebracht ist sowie die Zentraleinheit (4) einen elektrischen Analysator und Rekorder für die vom Temperatursensor (3) reflektierten Signale enthält, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Temperatursensor (3) und seine Sende/Empfangsantenne (3A) in einem wenigstens die Wärmeleitfähigkeit von Stahl aufweisenden Thermostecker (5) untergebracht sind, der am Steg der Schiene (2) befestigt ist, wobei der Temperatursensor (3) neben der Schiene (2) vertikal nach oben gerichtet und seine Sende/Empfangsantenne (3A) unter dem Niveau des Kopfes der Schiene (2) positioniert ist, und dass die Sende/Empfangsantenne (4A) der Zentraleinheit (4) an einem Fahrgestellrahmen (8) der Straßenbahn (1) über der Sende/Empfangsantenne (3A) des Temperatursensors (3) so befestigt ist, dass sie beim Betrieb der Straßenbahn (1) in eine koaxiale Position mit der Sende/Empfangsantenne (3A) des wenigstens einen Temperatursensors (3) gelangt, wobei der Abstand (x) der einander gegenüberliegenden Vorderflächen der beiden Sende/Empfangsantennen (3A, 4A) größer als die maximale Auslenkung des Fahrgestellrahmens (8) ist und gegebenenfalls 30 bis 80 mm beträgt.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Schiene (2) mit elastischen Arretierungen (9) in einer Kammer (6) einer Gleisunterbauplatte (7) fixiert und seitlich mit einem dämpfenden Formteil (10) umgeben ist, wobei der Thermostecker (5) zwischen den elastischen Arretierungen (9) an von dem dämpfenden Formteil (10) freigelegten Stellen des Steges der Schiene (2) befestigt ist.
3. Vorrichtung nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Kammer (6) an ihrer Unterseite einen Entwässerungskanal (11) und an ihrer Oberseite im Bereich des Thermosteckers (5) eine strahlungsdurchlässige Abschirmung (12) aufweist.

Hierzu 1 Blatt Zeichnungen

