



(11) **EP 1 362 759 B1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:
29.09.2010 Patentblatt 2010/39

(51) Int Cl.:
B61L 1/16 (2006.01) B61L 1/08 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **03090129.2**

(22) Anmeldetag: **25.04.2003**

(54) **Magnetischer Radsensor**

Magnetic wheel sensor

Détecteur magnétique de roue

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR
HU IE IT LI LU MC NL PT RO SE SI SK TR**

(30) Priorität: **08.05.2002 DE 10221577**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
19.11.2003 Patentblatt 2003/47

(73) Patentinhaber: **SIEMENS
AKTIENGESELLSCHAFT
80333 München (DE)**

(72) Erfinder: **Hollnagel, Gerd
38533 Vordorf (DE)**

(56) Entgegenhaltungen:
**DE-A- 3 632 316 DE-A- 19 854 232
DE-A- 19 915 597 US-A- 3 697 745
US-A- 6 064 315**

- **PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 014, no. 173
(P-1033), 5. April 1990 (1990-04-05) & JP 02 025906
A (NEC CORP), 29. Januar 1990 (1990-01-29)**

EP 1 362 759 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 einen magnetischen Radsensor nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1. Radsensoren werden im Bahnwesen für die Gleisfreimeldung, aber auch für andere Schalt- und Meldeaufgaben eingesetzt. Dabei wird überwiegend die magnetfeldbeeinflussende Wirkung der Eisenräder der Schienenfahrzeuge ausgenutzt. Mittels am Gleiskörper angebrachter induktiver Sensoren, die ein spezifisches Magnetfeld erzeugen, lässt sich die Rückwirkung der Eisenräder erfassen, wobei mit jeder Raderfassung bzw. Achsenerfassung ein Radimpuls registriert wird. Die Anzahl der Radimpulse gibt im Zusammenwirken mit einem weiteren Radsensor Auskunft über den Belegungszustand des dazwischenliegenden Gleisabschnittes. Aus dem zeitlichen Versatz von zwei räumlich versetzt angeordneten Sensoren kann die übergeordnete Steuerung Informationen über die Richtung und Geschwindigkeit ermitteln, so dass Schlussfolgerungen über die Anzahl der Räder die in eine bestimmte Richtung die Sensoren passiert haben, möglich sind. Bei Ausfall eines der beiden Sensoren kann keine Information über Richtung und Geschwindigkeit mehr gewonnen werden.

[0002] Die Gleisfreimeldung stellt ein wesentliches Entscheidungskriterium für die Steuerung von Weichen und Signalen dar. Anhand des Belegungszustandes von Gleisabschnitten wird die Entscheidung getroffen, ob ein Schienenfahrzeug in diesen Gleisabschnitt einfahren darf oder nicht. Folglich müssen die Meldesignale der Achszähler extrem hohen Zuverlässigkeitsanforderungen genügen. Es ist sicherzustellen, dass nur die Sensoren überfahrenden Eisenräder der Schienenfahrzeuge von den Sensoren erfasst werden und Störmagnetfelder anderer Herkunft ignoriert werden. Das betrifft beispielsweise Magnetfelder, die bei elektrischer Traktion durch Schienenströme und durch Fahrzeugkomponenten wie Transformatoren, Drosseln und elektronische Schienenbremsen entstehen. Letztere stellen ein besonderes Problem dar, da die erzeugten Magnetfelder sehr stark sind. Das gilt insbesondere für die Wirbelstrombremse, die für den ICE (Intercity-Express) entwickelt wurde, da diese Wirbelstrombremse im erregten Zustand ein Störmagnetfeld erzeugt, das das Arbeitsmagnetfeld des induktiven Sensors sehr stark überlagert.

[0003] Radsensoren, die mit magnetischen Wechselfeldern arbeiten, gibt es in zwei Ausführungen. Bei der einen Art wird auf einer Seite der Schiene ein Magnetfeld erzeugt und auf der anderen Seite empfangen. Ein Rad auf der Schiene verändert die Kopplung zwischen der Sender- und der Empfängerspule und kann somit erkannt werden. Durch die beidseitige Anordnung ist der Aufwand mit zwei Gehäusen hoch und für das die Schiene umfassende Magnetfeld wird eine hohe Leistung im Bereich von 1 bis 2 Watt benötigt.

[0004] Sensoren, die nur auf einer Seite der Schiene montiert werden, arbeiten nach dem Prinzip des magnetischen Näherungsschalters, bei dem das Magnetfeld

durch Wirbelströme in der Eisenmasse eines Rades gedämpft wird. Diese Sensoren reagieren auf den Radkranz und kommen mit kleinerer Betriebsleistung im Bereich von ca. 10 bis 50 mW aus. Aufgrund der geringeren Leistung im Magnetfeld werden diese Sensoren allerdings leicht durch äußere Magnetfelder gestört, wie beispielsweise die oben erwähnten Felder von Schienenströmen oder Wirbelstrombremsen.

[0005] Bei beiden Ausführungen bestehen aufgrund des Wirkungsprinzips Schwierigkeiten, den Temperatureinfluss auszuschließen, der im Wesentlichen über die Temperaturabhängigkeit des Wicklungswiderstandes der Feldspule wirkt.

[0006] Aufgrund der Komplexität der Innenschaltung der Sensoren ist deren Zuverlässigkeit nur unzureichend. Für das Intervall einer Funktionskontrolle der Sensoren ergeben sich daraus relativ geringe Zeiträume.

[0007] Wenn bei einem Doppelsensorsystem der Einfluss durch ein Rad nicht mehr ausreicht, um beide Sensoren quasi überlappend zu beeinflussen, z. B. bei Rädern mit sehr kleinem Durchmesser, kann keine Information über die Bewegungsrichtung erzeugt werden.

[0008] Um den Einfluss externer Störmagnetfelder zu reduzieren, wurden gemäß der DE 199 15 597 A und der DE 36 32 316 A Spulenordnungen zur Erzeugung gegensinniger Magnetfelder vorgeschlagen.

[0009] Das Wirkungsprinzip eines gattungsgemäßen Radsensors beruht auf die Veränderung der transformatorischen Kopplung zwischen den beiden Spulen durch den Einfluss der Eisenmasse des Rades. In Abhängigkeit von der Reihenfolge, in der die gegensinnigen Magnetfelder von dem Rad passiert werden, resultieren Magnetfeldänderungen, die in den beiden Spulen als Spannungsänderungen auswertbar sind. Auf diese Weise erzeugen bereits die Einzelsensoren Informationen über Richtung und Geschwindigkeit. Die Spulen sind vorzugsweise auf einer Seite der Schiene angeordnet. Störende Einflüsse durch Schienenstrom und Wirbelstrombremse werden vermindert. Auch Temperatureinflüsse bestehen quasi nicht mehr. Die Spannungen über den Spulenteilen der zweiten Spule, die gegensinnigen Magnetfeldern zugeordnet sind, haben ohne Einfluss eines Rades die gleiche Amplitude, aber eine inverse Phasenlage. Die Summenspannung über die gesamte zweite Spule ist im Ruhezustand somit Null. Bei Einfluss eines Rades auf den Sensor wird das Gleichgewicht zwischen den Teilspannungen gestört und eine Ausgangsspannung über die gesamte zweite Spule ist messbar. Die Phase dieser Spannung ist davon abhängig, welcher Teil der zweiten Spule gerade von dem Rad passiert wird. Aus dem Aufeinanderfolgen der Ausgangsspannung mit gleicher Phase und inverser Phase relativ zu dem Spannungsverlauf an der ersten Spule kann die Bewegungsrichtung des Rades und aus der Zeitspanne für die Phasenumkehr die Geschwindigkeit ermittelt werden. Bei einer Doppelsensoranordnung stehen diese Informationen somit redundant zur Verfügung. Die zwei sicherheitstechnisch unabhängigen Systeme eines Doppelsensors kön-

nen sich in der Funktion kontinuierlich gegenseitig überprüfen und den Ausfall des jeweils anderen Sensors zur Meldung bringen. Die Erfassungsbereiche beider Sensoren können sich mechanisch überlappen, so dass immer dann, wenn ein Rad erkannt wird, eine zeitliche Überlappung der Beeinflussung besteht und die Bewegungsrichtung in jedem Fall detektierbar ist.

[0010] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, einen magnetischen Radsensor der gattungsbildenden Art anzugeben, dessen Parameter hinsichtlich der Zuverlässigkeit des Gesamtsystems optimiert sind, wobei insbesondere der Störabstand zu externen Feldern verbessert ist.

[0011] Die Aufgabe wird mit den kennzeichnenden Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst.

[0012] Durch gepulste Bestromung wird das Magnetfeld in den Spulen gepulst aufgebaut, wobei nur eine kleine effektive Einschaltdauer erforderlich ist. Dadurch ist die Augenblickleistung im Feld entsprechend größer. Letztlich wird damit der Störabstand zu externen Feldern verbessert. Da die Kopplung zwischen den Spulen temperaturunabhängig ist, wird der Temperatureinfluss auf dem Wicklungswiderstand praktisch bedeutungslos. Bei Doppelsensoren ist durch den gepulsten Betrieb jedes Sensors in den Pulspausen eine Überwachung des jeweils anderen Sensors durch eine magnetische Verkopplung bei sicherer galvanischer und funktioneller Trennung der Sensoren möglich.

[0013] Wenn die Arbeitsfrequenz der Sensorspulen gemäß Anspruch 2 ausreichend hoch gewählt wird, beispielsweise 1 Mhz, kann der Sensor mit Schwingungspaketen im Burst betrieben werden. Wenn beispielsweise zehn Schwingungsperioden von 1mhz mit einer Wiederholfrequenz von 10Khz genutzt werden, ergibt sich eine effektiver Einschaltdauer von 10%. Dadurch kann die aufgenommene Leistung auf ein Zehntel der Zeit konzentriert werden, wodurch bei gleicher Leistungsaufnahme eine zehnmal höhere Augenblickleistung im Magnetfeld des Sensors erreichbar ist. Um den gleichen Faktor verbessert sich der Störabstand zu dem Einfluss externer Störfelder. Durch die zeitliche Verschachtelung im Burst können die beiden Sensorsysteme eines Doppelsensors problemlos in einem Gehäuse untergebracht werden, ohne dass durch magnetische Verkopplungen zwischen den Systemen Funktionsstörungen oder -Beeinträchtigungen zu befürchten sind.

[0014] Da der Radsensor mit Frequenzen größer als 1 Mhz betrieben werden kann, ist eine Ausführung der Spulen gemäß Anspruch 3 in Form von Leiterbahnen auf einer Platine möglich. Dass bei dieser Technik die Güte der Spulen deutlich kleiner ist als bei den bisher eingesetzten gewickelten Spulen, stört das

[0015] Funktionsprinzip nicht, da die durch das Rad modulierte Kopplung zwischen den Spulen ausgewertet wird. Auch der Temperatureinfluss auf die Spulengüte spielt keine Rolle mehr. Durch die Leiterbahnausführung der Spulen sind die Herstellungskosten des erfindungsgemäßen magnetischen Radsensors deutlich ge-

ringer als bei herkömmlichen Sensoren. Darüber hinaus ergibt sich eine deutlich verbesserte Wiederholgenauigkeit der Parameter.

[0016] Nachfolgend wird die Erfindung anhand figürlicher Darstellung näher erläutert. Es zeigen:

- Figur 1 eine Spulenanordnung für einen Einzelsensor,
- Figur 2 ein elektromagnetisches Prinzipschaltbild zu der Anordnung gemäß Figur 1,
- Figur 3 eine Spulenanordnung für einen Doppelsensor,
- Figur 4 zeitliche Spannungsverläufe bei einem Einzelsensor und
- Figur 5 zeitliche Spannungsverläufe bei einem Doppelsensor im Burstbetrieb.

[0017] Figur 1 zeigt eine mögliche prinzipielle Anordnung zweier Spulen 1 und 2, die bei Bestromung Magnetfelder erzeugen. Durch die Nähe eines Eisenrades verändert sich das Magnetfeld, wodurch in die Spulenanordnung Spannungen induziert werden, durch die letztlich die Überfahrt des Rades detektierbar ist. Eine erste Spule 1 ist hier beispielhaft als rechteckiger Rahmen ausgeführt. Axial zu dieser ersten Spule 1 ist eine achtförmig in zwei Hälften geteilte zweite Spule 2 angeordnet, wobei die beiden Hälften in Fahrtrichtung gesehen hintereinander liegen und die gleiche Fläche bedecken wie die erste Spule 1. Aufgrund der Achtform sind die beiden Hälften der zweiten Spule 2 gegenphasig verschaltet. Dadurch entstehen bei Bestromung in den beiden Hälften der zweiten Spule 2 gegensinnige Magnetfelder.

[0018] Aus Figur 2 ist ersichtlich, wie die transformatorische Kopplung zwischen der ersten und der zweiten Spule 1 und 2 durch den Einfluss eines Rades 3 verändert wird. Die durch das Rad in die Spulen 1 und 2 induzierten Spannungen U_1 und U_2 werden ausgewertet - wie anhand der Figur 4 näher erläutert.

[0019] In Figur 3 sind zwei Spulensysteme A und B nach Figur 1 zu einem Doppelsensor kombiniert. Durch die Überlappung der beiden Spulensysteme A und B wird die Primärspannung des Systems A bzw. B jeweils auch in das andere System B bzw. A eingekoppelt. Die induzierte Spannung kann ausgewertet werden, um eine Funktionsüberwachung des jeweils anderen Systems A bzw. B durchzuführen. Die beiden Spulensysteme A und B sind nur induktiv verkopelt und es ist ein unabhängiger Aufbau der beiden System A und B möglich, so dass eine kontinuierliche Funktionsüberwachung für sicherheitstechnische Nutzung realisiert werden kann. Da die Bereiche, in denen die beiden Spulensysteme A und B ein Rad detektieren, sich mechanisch überlappen, ist gewährleistet, dass die Signale beider Spulensysteme A und B auch eine zeitliche Überlappung aufweisen. Auf diese Weise ist die Erkennung der Bewegungsrichtung immer gegeben, wenn beide Spulensysteme A und B auf das Rad ansprechen.

[0020] In Figur 4 sind die Spannungen U_1 , U_2 und U_{2a} und U_{2b} an den einzelnen Teilen der Spulensysteme 1 und 2 eines Einzelsensors gemäß der Figuren 1 und 2 dargestellt. U_1 ist die Spannung an der ersten Spule 1 in Form einer kontinuierlichen Sinusschwingung. U_{2a} und U_{2b} charakterisieren die Spannungen an den beiden Hälften der zweiten Spule 2. Ohne Einfluss eines Rades 3 haben sie gleiche Amplitude und entgegengesetzte Phasenlage, wodurch die Summenspannung U_2 im Ruhezustand Null ist. Nähert sich ein Rad 3 dem Sensor, wird das Gleichgewicht zwischen den Teilspannungen U_{2a} und U_{2b} an den beiden Hälften der zweiten Spule 2 gestört und eine Ausgangsspannung U_2 ungleich Null ist messbar. Die Phase dieser Spannung U_2 ist davon abhängig, über welche Hälfte der zweiten Spule 2 sich das Rad 3 gerade befindet. Aus dem Aufeinanderfolgen gleicher oder inverser Phase der Ausgangsspannung U_2 der zweiten Spule 2 im Verhältnis zur Phasenlage der Spannung U_1 an der ersten Spule 1 kann die Bewegungsrichtung des Rades 3 ermittelt werden und aus der Zeitspanne für die Phasenumkehr die Geschwindigkeit.

[0021] Figur 5 veranschaulicht die zeitliche Verschachtelung einer gepulsten Bestromung eines Doppelsensors gemäß Figur 3. Die beiden Spulensysteme A und B des Doppelsensors werden abwechseln kurzzeitig bestromt. Durch diesem Burstbetrieb wird eine magnetische Verkopplung der beiden Systeme A und B verhindert. Dargestellt sind die Spannungen U_{1A} und U_{1B} an den ersten Spulen 1_A und 1_B der Einzelsensoren A und B. Die Auswertung der Ausgangsspannungen U_{2A} und U_{2B} der zweiten Spulen A2 und B2 für die Raderkennung erfolgt nur, wenn die zugehörige erste Spule 1_A bzw. 1_B aktiv ist.

[0022] Die Erfindung beschränkt sich nicht auf die vorstehend angegebenen Ausführungsbeispiele. Vielmehr ist eine Anzahl von Varianten denkbar, welche auch bei grundsätzlich anders gearteter Ausführung von den Merkmalen der Erfindung Gebrauch machen.

Patentansprüche

1. Magnetischer Radsensor, insbesondere für eine Gleisfreimeldeanlage, zur Erfassung einer Magnetfeldänderung infolge des Gleis überfahrender Eisenräder (3) eines Schienenfahrzeuges, mit einer bei Bestromung ein Magnetfeld erzeugenden ersten Spule ($1, 1_A, 1_B$) und einer axial zu dieser angeordneten zweiten Spule ($2, 2_A, 2_B$), wobei die zweite Spule ($2, 2_A, 2_B$) aus mindestens zwei Teilspulen mit entgegengesetztem Wicklungssinn besteht und wobei die von der ersten Spule ($1, 1_A, 1_B$) aufgespannte Fläche und die von der Summe der von den Teilspulen der zweiten Spule ($2, 2_A, 2_B$) aufgespannten Flächen im Wesentlichen gleich groß sind, wobei der zeitliche Verlauf der bei Magnetfeldänderung in die beiden Spulen ($1, 2; 1_A, 2_A; 1_B, 2_B$) induzierten Spannungen ($U_1, U_2; U_{1A}, U_{2A}; U_{1B}, U_{2B}$) ausgewertet

wird,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Bestromung gepulst erfolgt.

2. Radsensor nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Arbeitsfrequenz der Spulen ($1, 1_A, 1_B, 2, 2_A, 2_B$) derart hoch ist, dass Schwingungspakete im Burstpaket erzeugbar sind.
3. Radsensor nach einem der vorangehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Spulen ($1, 1_A, 1_B, 2, 2_A, 2_B$) als Leiterbahnen auf einer Platine ausgebildet sind.

Claims

1. Magnetic wheel sensor, in particular for a track-free signaling installation, for detection of a magnetic-field change resulting from the iron wheels (3) of a rail vehicle moving over the track, having a first coil ($1, 1_A, 1_B$), which produces a magnetic field when current is passed through it, and having a second coil ($2, 2_A, 2_B$) which is arranged axially with respect to the former, wherein the second coil ($2, 2_A, 2_B$) comprises at least two coil elements with an opposite winding sense, and wherein the area covered by the first coil ($1, 1_A, 1_B$) and the area covered by the sum of the coil elements of the second coil ($2, 2_A, 2_B$) are essentially of the same size, wherein the time profile of the voltages ($U_1, U_2; U_{1A}, U_{2A}; U_{1B}, U_{2B}$) which are induced in the two coils ($1, 2; 1_A, 2_A; 1_B, 2_B$) when the magnetic field changes is evaluated,
characterized in that
the current flow is pulsed.
2. Wheel sensor according to Claim 1,
characterized in that
the operating frequency of the coils ($1, 1_A, 1_B, 2, 2_A, 2_B$) is sufficiently high that oscillation packets can be produced in the burst packet.
3. Wheel sensor according to one of the preceding claims,
characterized in that
the coils ($1, 1_A, 1_B, 2, 2_A, 2_B$) are in the form of conductor tracks on a board.

Revendications

1. Détecteur magnétique de roue, notamment pour une installation de contrôle de libération de la voie, pour détecter une modification du champ magnétique en raison de roue (3) en fer d'un véhicule ferroviaire passant sur la voie, comprenant une première bobine

ne (1, 1_A, 1_B) produisant un champ magnétique, lorsqu'elle est alimentée en courant, et une deuxième bobine (2, 2_A, 2_B) disposée axialement par rapport à la première bobine, la deuxième bobine (2, 2_A, 2_B) étant constituée d'au moins deux sous-bobines ayant des sens d'enroulement opposés, et dans lequel la surface sous-tendue par la première bobine (1, 1_A, 1_B) et la surface sous-tendue par la somme des sous-bobines de la deuxième bobine (2, 2_A, 2_B) sont sensiblement égales, la variation dans le temps des tensions (U₁, U₂ ; U_{1A}, U_{1B} ; U_{2A}, U_{2B}) induites dans les deux bobines (1, 1_A, 1_B ; 2, 2_A, 2_B) lorsque le champ magnétique varie étant exploitée,

caractérisé
en ce que l'on effectue l'alimentation en courant d'une façon pulsée.

2. Détecteur de roue suivant la revendication 1,
caractérisé
en ce que la fréquence de travail des bobines (1, 1_A, 1_B ; 2, 2_A, 2_B) est si haute que des paquets d'oscillation peuvent être obtenus dans le paquet de salve.

3. Détecteur suivant l'une des revendications précédentes,
caractérisé
en ce que les bobines (1, 1_A, 1_B ; 2, 2_A, 2_B) sont constituées sous la forme de pistes conductrices sur une platine.

35

40

45

50

55

FIG 1

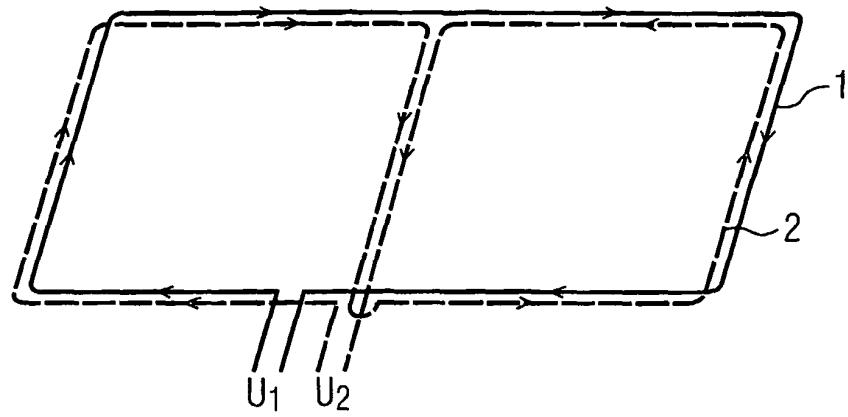


FIG 2

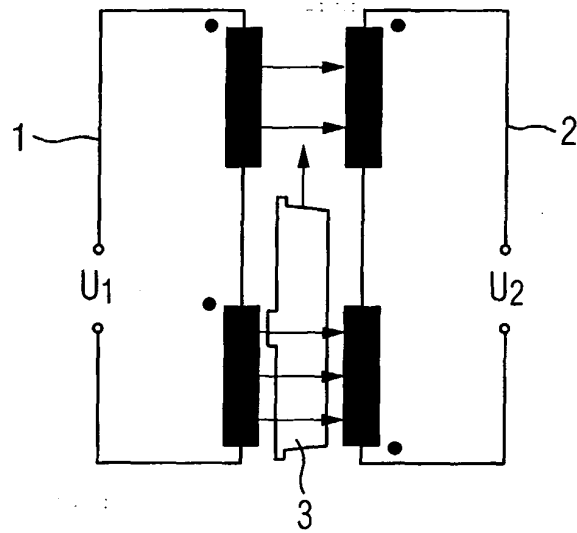


FIG 3

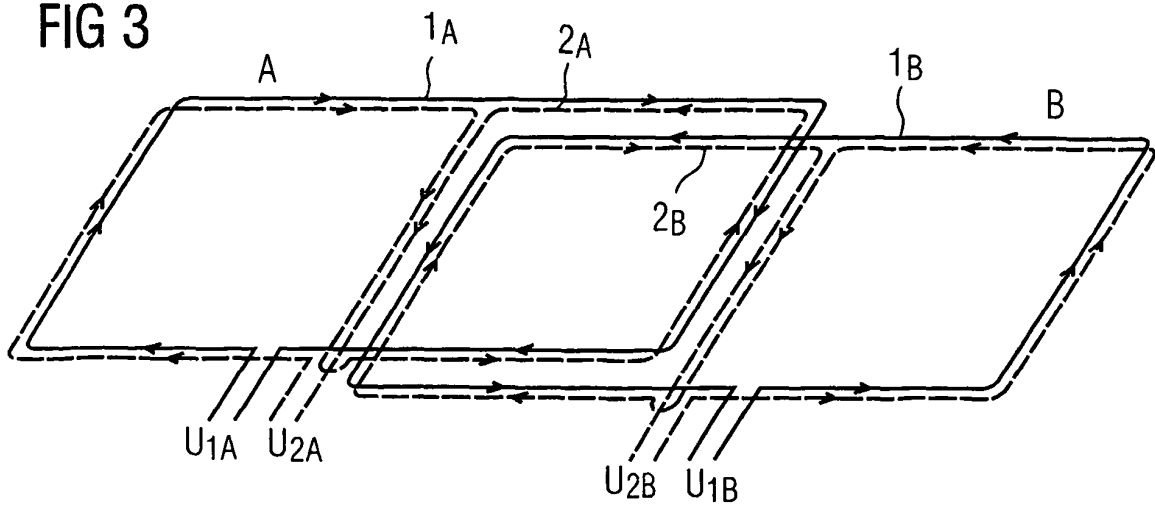


FIG 4

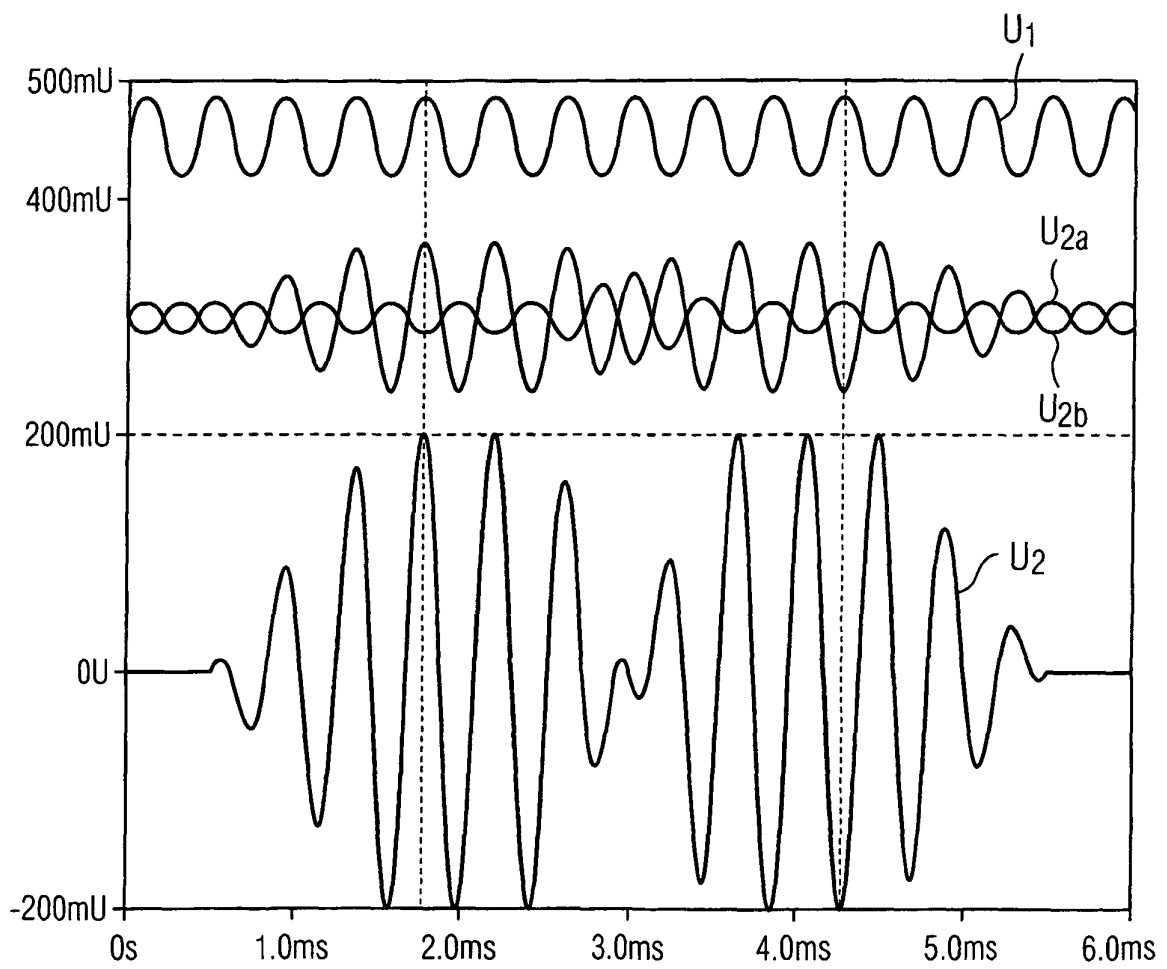
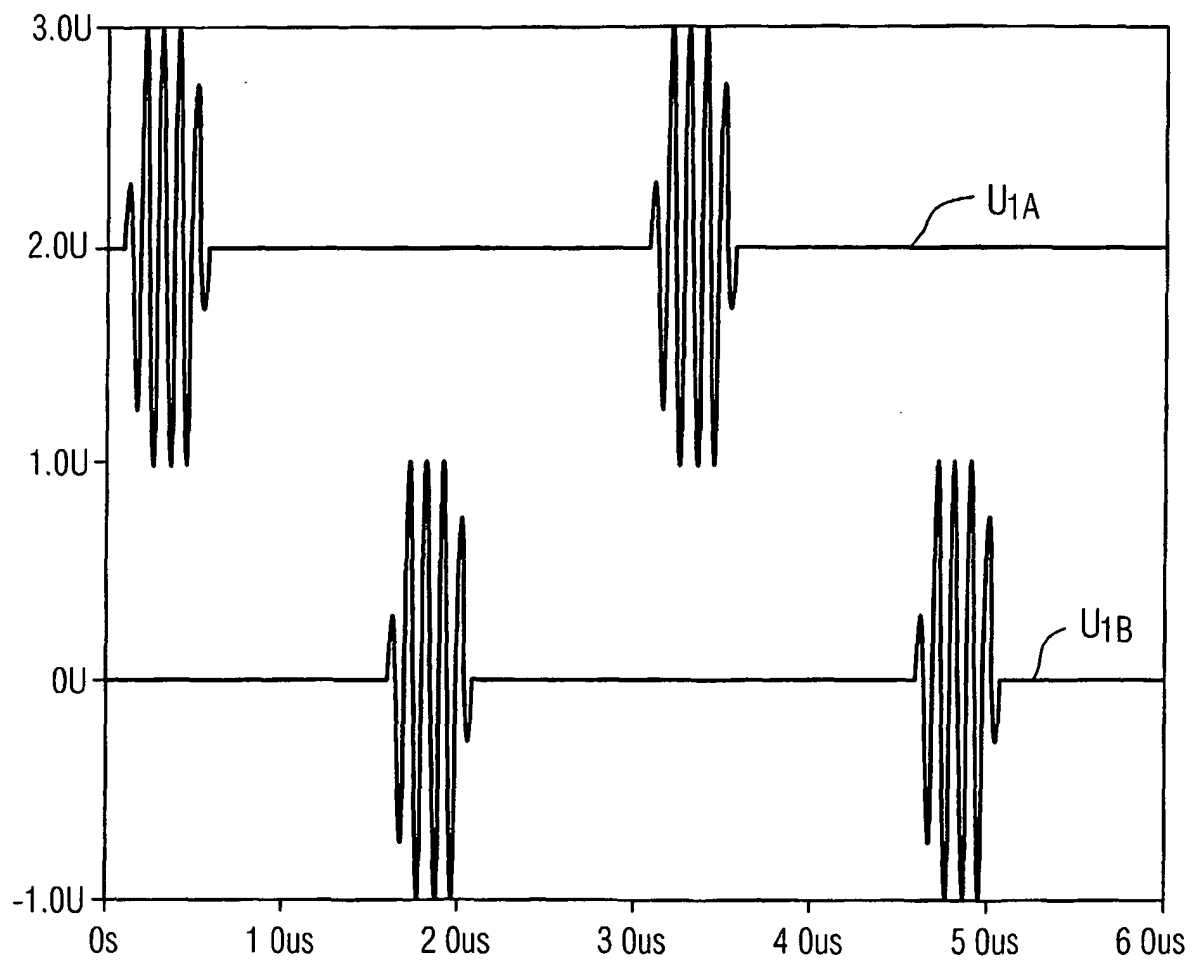


FIG 5



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 19915597 A [0008]
- DE 3632316 A [0008]