



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
22.05.2019 Patentblatt 2019/21

(51) Int Cl.:
G10K 11/178 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **18202776.3**

(22) Anmeldetag: **26.10.2018**

(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
Benannte Erstreckungsstaaten:
BA ME
Benannte Validierungsstaaten:
KH MA MD TN

(72) Erfinder:
• **SACHAU, Delf**
22047 Hamburg (DE)
• **JUKKERT, Sergej**
22047 Hamburg (DE)

(74) Vertreter: **Patentship**
Patentanwalts-gesellschaft mbH
Eisenheimerstraße 65
80687 München (DE)

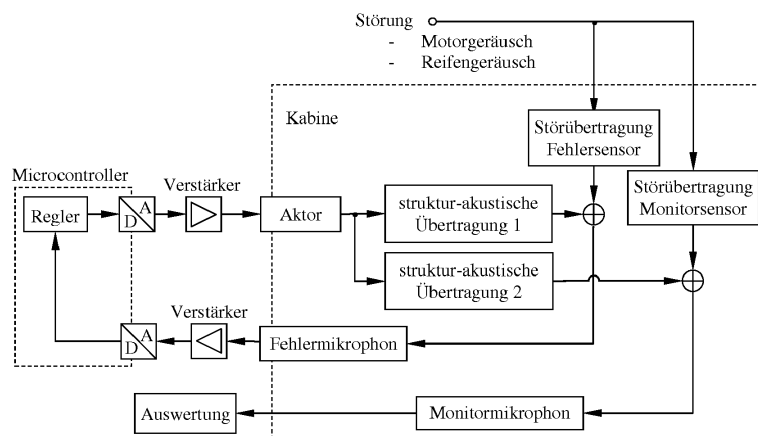
(30) Priorität: **15.11.2017 DE 102017126883**

(71) Anmelder: **Linde Material Handling GmbH**
63743 Aschaffenburg (DE)

(54) **ARBEITSFAHRZEUG MIT LÄRMREDUZIERUNG IN EINER FAHRERKABINE**

(57) Die Erfindung betrifft ein Arbeitsfahrzeug mit einer Fahrerkabine (10), die einen geschlossenen Kabineninnenraum aufweist, der von strukturellen Kabinenwandelementen und wenigstens einer Scheibe umschlossen ist, die eine von den Kabinenwandelementen freigelassene Kabinenwandöffnung schließt, mit einer auf die Scheibe einwirkenden Aktuatoreinrichtung, einer Sensoreinrichtung und einer mit der Sensoreinrichtung und der Aktuatoreinrichtung verbundenen Steuereinheit, die dazu eingerichtet ist, in Abhängigkeit von Signalen der Sensoreinrichtung die Aktuatoreinrichtung zur Lärm-

reduzierung im Kabineninnenraum anzusteuern, dadurch gekennzeichnet, dass die Aktuatoreinrichtung ein auf der inneren Oberfläche der Scheibe befestigter Inertial-Schwingerreger (4) ist, die Sensoreinrichtung ein auf den Kabineninnenraum gerichtetes Mikrophon (6) ist und die Steuereinheit dazu eingerichtet ist, den Inertial-Schwingerreger (4) mit einer adaptiven und prädiktiven Regelung in Abhängigkeit von den Mikrophonsignalen anzusteuern, um im Kabineninnenraum eine aktive Lärmreduzierung durchzuführen.



Figur 4

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft ein Arbeitsfahrzeug mit einer Fahrerkabine, die einen geschlossenen Kabineninnenraum aufweist, der von strukturfesten Kabinenwandelementen und wenigstens einer Scheibe umgeben ist, die eine von den Kabinenwandelementen freigelassene Kabinenwandöffnung schließt, mit einer auf die Scheibe einwirkenden Aktuatereinrichtung, mit einer Sensoreinrichtung und einer mit der Sensoreinrichtung und der Aktuatereinrichtung verbundenen Steuereinheit, die dazu eingerichtet ist, in Abhängigkeit von Signalen der Sensoreinrichtung die Aktuatereinrichtung zur Lärmreduzierung im Kabineninnenraum anzusteuern.

[0002] Die Erfindung betrifft Arbeitsfahrzeuge, worunter hierin z.B. Gabelstapler, Bagger, Mähdrescher, Planiertrappen, Walzen für den Straßenbau, Traktoren etc. verstanden werden. In einem Arbeitsfahrzeug schützt eine geschlossene Fahrerkabine den Fahrer vor Umwelteinflüssen wie Lärm, Klima, Regen, herabfallenden Gegenständen etc.; insbesondere wegen des Schutzes vor Lärm in der Arbeitsumgebung ist die Fahrerkabine weitestgehend luftdicht abgeschlossen.

[0003] In Bezug auf Lärm in Fahrerkabinen von Arbeitsfahrzeugen sind auch Versuche unternommen worden, Maßnahmen zur aktiven Lärmreduzierung durch Gegenschall zu ergreifen, nämlich im niedrigen Frequenzen unterhalb von 500 Hz (für höhere Frequenzen sind schalldämmende Materialien an den Innenwänden der Fahrerkabine effektiv). Beispiele für aktive Lärmreduzierung sind die in WO 94/29845 A und WO 94/29846 A beschriebenen Fahrerkabinen, in denen an der Decke der Fahrerkabine ein Lautsprecher montiert ist. Ferner sind in der Fahrerkabine zwei Mikrophone befestigt, die Geräusche im Innenraum der Fahrerkabine erfassen. In einer Steuereinheit verarbeitet ein Filteralgorithmus die Mikrophonsignale, um daraus ein Steuersignal für den Lautsprecher zu erzeugen, so dass der Lautsprecher Gegenschall erzeugt, der die Geräusche im Bereich der Mikrophone möglichst weitgehend auslöscht oder reduziert. In diesem Zusammenhang sind auch adaptive Regelalgorithmen erwähnt, die sich in gewissem Umfang an veränderliche Geräuschkombinationen anpassen können. Die beschriebene Verfahrensweise basiert jedoch darauf, dass das Lärmsignal näher an der Quelle gemessen wird, bevor es an dem Ort eintrifft, an dem der Lärm reduziert werden soll, und dass auf diese Weise der auslöschende oder lärmreduzierende Gegenschall von dem Lautsprecher ausgegeben wird und dann, wenn er im gewünschten Bereich für die Lärmreduzierung eintrifft, dort eine teilweise destruktive Interferenz oder Auslöschung mit dem von der Quelle ausgehenden und dann im interessierenden Bereich eintreffenden Lärm bewirkt. Diese entspricht einer Feedforward-Steuerung, die nicht in allen Szenarien von sich zeitlich verändernden Lärmsituationen stabil und effektiv ist. Überdies ist die Erzeugung von Gegenschall durch einen Lautsprecher für die beschriebene Anwendung in Fahrerkabinen von Arbeitsfahrzeugen nicht besonders effektiv.

[0004] Aus EP 2 101 316 A1 ist eine landwirtschaftliche Arbeitsmaschine mit geräuschgedämpfter Kabine bekannt. Dabei ist eine externe Geräuschquelle außerhalb der Fahrerkabine vorhanden, von der sich eine Schwingung auf einem ersten Weg in die Fahrerkabine überträgt. Zur Lärmreduzierung in der Fahrerkabine soll ein Kompensatorelement mit einer an die Phase und Amplitude der übertragenden Schwingung angepassten Phase und Amplitude angetrieben werden, um eine Schallschwingung zu emittieren, die die in die Fahrerkabine übertragene Schwingung kompensiert. Das Störsignal der externen Geräuschquelle wird bereits an der Quelle mit einem Sensor gemessen, und es wird angenommen, dass die Ausbreitung des Schalls aus der externen Geräuschquelle auf dem ersten Weg langsamer vor sich geht, als die Signalübermittlung von dem Sensor an der externen Geräuschquelle über die Steuereinrichtung und zu dem genannten Kompensatorelement, so dass so am gewünschten Ort innerhalb der Fahrerkabine die angestrebte Auslöschung oder Reduzierung nach Amplitude und Phase richtig bewirkt werden kann. Es handelt sich auch hier um eine Feedforward-Steuerung. Solche Steuerungen mit offener Wirkungsweise funktionieren nicht, wenn es Störungsausbreitungswege gibt, über die sich die Störungsgeräusche schneller ausbreiten als die Signalübertragung auf dem zweiten Weg zu dem Kompensatorelement.

[0005] Das beschriebene System ist insbesondere auf die Unterdrückung von stationären tonalen Geräuschkomponenten gerichtet, die die Resonanzen der Fahrerkabine anregen, wie die periodischen Geräusche, die durch die rotierenden Schneiden eines Mähdreschers erzeugt werden. Für Geräuschanteile außerhalb der Resonanzfrequenzen oder bei gedämpften Kabinenmoden führt die beschriebene Verfahrensweise nicht zur Reduktion von Lärm im Kopfbereich des Fahrers, da aufgrund der Laufzeitdifferenz vom Lautsprecher zum Kopfbereich und zum Mikrophon eine effektive Auslöschung der sich überlagernden Schallkomponenten nicht möglich ist. Grundsätzlich kann mit der vorgeschlagenen Sensor-Aktuator-Anordnung kein Lärm unterdrückt werden, bei dem die Änderungsdauer von Frequenz und/oder der Amplitude des Lärmschalls kürzer als die Laufzeit zwischen dem Sensor und dem Lautsprecher ist.

[0006] In dem genannten Dokument EP 2 101 316 A1 ist ferner erwähnt, dass an eine Fensterscheibe der Fahrerkabine ein anregbarer Resonator gekoppelt werden kann, der stärker als die Fensterscheibe gedämpft ist. Auf diese Weise soll sich die Energie der Schwingung der Fensterscheibe auf die Fensterscheibe und den Resonator verteilen. Es handelt sich bei dem angesprochenen anregbaren Resonator daher nur um einen passiven Schwingungstilger.

[0007] Aus US 5,812,684 B ist ebenfalls eine Vorrichtung zur Lärmreduzierung in einer Fahrerkabine eines Kraftfahrzeuges bekannt, die sich zwar nicht ausdrücklich auf die Fahrerkabine eines Arbeitsfahrzeuges bezieht, aber ansonsten die Merkmale des Oberbegriffs von Patentanspruch 1 aufweist. An einem unteren Randbereich eines Seitenfensters sind flächige piezokeramische Aktuatoren befestigt. Durch gezieltes Anlegen von Spannung an die piezokeramischen

Aktuatoren können diese gezielt gedehnt und kontrahiert werden, wodurch die Scheibe, an der die flächigen piezokeramischen Aktuatoren befestigt ist, verformt werden kann. An der Scheibe ist ferner ein piezokeramischer Sensor befestigt, mit dem Schwingungen der Scheibe erfasst und zu einer Steuereinheit gesendet werden. Die Steuereinheit ist dazu eingerichtet, auf Grundlage der mit dem Sensor erfassten Schwingungen der Fensterscheibe Steuersignale für die piezokeramischen Aktuatoren so zu erzeugen, dass die mit dem Sensor erfassten Schwingungen der Fensterscheibe minimiert werden. Auf diese Weise soll das durch die schwingende Fensterscheibe in das Innere der Fahrerkabine abgegebene Schallniveau reduziert werden, indem die Schwingungen der Fensterscheibe möglichst weitgehend unterdrückt werden. Eine Erzeugung von Gegenschall zur aktiven Lärmreduzierung ist in diesem Dokument zwar auch als grundsätzlich bekannt erwähnt, soll jedoch durch eine einfachere Vorgehensweise (Schwingungsunterdrückung der Fensterscheiben) ersetzt werden.

[0008] Wie oben erwähnt sind die Fahrerkabinen von Arbeitsfahrzeugen wegen ihrer verschiedenen Schutzfunktionen weitestgehend luftdicht abgeschlossen. In Arbeitsfahrzeugen muss der Fahrer seine Umgebung sehr gut beobachten können, um Unfallgefahren erkennen zu können. Daher haben derartige Fahrerkabinen neben strukturellen Kabinenwandelementen eine oder mehrere größere, von den Kabinenwandelementen freigelassene Öffnungen, die durch Scheiben geschlossen sind. Die Scheiben bestehen in der Regel aus transparentem Glas oder Kunststoff. Meist sind daher an allen Seiten der Fahrerkabine Wandöffnungen mit Scheiben als Fenster vorgesehen, so dass der Fahrer seine Umgebung nach vorne, nach hinten und zu beiden Seiten wahrnehmen kann. Schwingungstechnisch bildet das geschlossene Luftvolumen im Kabineninnenraum zusammen mit den Scheiben in den Kabinenwandöffnungen ein Vibro-Akustisches-System (VAS), das bei tiefen Frequenzen schwach gedämpft und daher schwingungsanfällig ist. Anregungen des VAS erfolgen bei tiefen Frequenzen insbesondere durch einen Verbrennungsmotor des Arbeitsfahrzeugs, durch Hydraulik-Aggregate und durch Reifen-Fahrbahn-Wechselwirkungen, wie z.B. das Auftreffen der um den Umfang der Reifen verteilten Stollen des Profils auf die Fahrfläche. Es können daher hohe Schallpegel von über 110 dB in Resonanzbereichen des VAS bei ca. 40 Hz auftreten, die vom Fahrer als unangenehmes Brummen oder Wummern wahrgenommen werden.

[0009] Eine weitere Problematik besteht darin, dass die zur Fahrerkabine übertragenen Schwingungen sich nach Frequenz- und Amplitudenzusammensetzung als Funktion der Zeit schnell verändern können. Zum Beispiel erhöhen sich bei einem beschleunigenden Gabelstapler die Motorzündfrequenz und die Motordrehzahl. Erheblich schneller steigt gegenüber diesen die Reifen-Fahrbahn-Kontaktfrequenz; wenn z.B. die Reifen über ihren Umfang verteilt jeweils 28 Radprofilstollen haben, erhöht sich die Radstollen-Kontaktfrequenz um den Faktor 28 schneller als die Raddrehfrequenz. Die sich daraus ergebende komplexe Entwicklung der Frequenz- und Amplitudenzusammensetzung der auf die Fahrerkabine einwirkenden Schwingungskomponenten kann nicht mit Maßnahmen entgegengewirkt werden, die für stationäre externe Schall- und Vibrationsquellen funktionsfähig sind, wie etwa die oben beschriebene Feedforward-Steuerung.

[0010] Es ist Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein Arbeitsfahrzeug mit einer Fahrerkabine mit einer Aktuatoreinrichtung und einer diese betreibenden Steuereinheit zur aktiven Lärmreduzierung in der Fahrerkabine so auszugestalten, dass die oben beschriebenen erheblichen Amplituden der Schwingungen des Vibro-Akustischen-Systems aus dem Innenraum-Luftvolumen der Fahrerkabine und den Scheiben der Fahrerkabine im niederfrequenten Bereich und der damit verbundene Lärm effektiv unterdrückt werden und dass die Steuereinheit sich dabei den zeitveränderlichen Bedingungen der Frequenz- und Amplitudenzusammensetzung der auf das Vibro-Akustische-System einwirkenden Schwingungen beim Betrieb des Arbeitsfahrzeugs einstellen kann.

[0011] Zur Lösung dieser Aufgabe dient das Arbeitsfahrzeug mit den Merkmalen des Patentanspruchs 1. Vorteilhafte Ausführungsformen der Erfindung sind in den Unteransprüchen aufgeführt.

[0012] Erfindungsgemäß ist zunächst vorgesehen, dass als Aktuatoreinrichtung an der Scheibe ein Inertial-Schwingerregger befestigt ist, der die Scheibe in Schwingungen versetzen kann. Inertial-Schwingerregger (die auch als Shaker bezeichnet werden) basieren in ihrer Funktionsweise auf einer im Gehäuse des Schwingerreggers entlang einer Achse beweglich aufgehängten trägen Masse (Aktor), die elektromagnetisch zur Oszillation angetrieben wird, wobei die Schwingungsfrequenz durch Einstellung der elektromagnetischen Antriebsfrequenz einstellbar ist. Der Inertial-Schwingerregger ist dabei so an der Scheibe angebracht, dass die Achse der Oszillationsbewegung senkrecht auf der Scheibenebene steht, um so effektiv mechanische Schwingungen in die Scheibe einkoppeln zu können. Auf diese Weise wird die Scheibe selbst zur Schallquelle, die in noch zu beschreibender Weise Gegenschall zur Lärmreduzierung im Innenraum der Fahrerkabine erzeugt.

[0013] Als träge Masse des Inertial-Schwingerreggers kann ein zur Oszillation antreibbarer Aktor mit einem Elektromagneten dienen, der an Federn aufgehängt ist und auf den zwei axial beabstandete ferromagnetische Anziehelemente einwirken. Ein Beispiel eines Inertial-Schwingerreggers ist in EP 3 217 053 A1 beschrieben.

[0014] Weiterhin ist erfindungsgemäß die Steuereinheit dazu eingerichtet, die Signale des auf den Innenraum der Fahrerkabine gerichteten Mikrophons mit einem adaptiven und prädiktiven Regelalgorithmus zu verarbeiten, um dadurch ein Steuersignal für den Inertial-Schwingerregger zu erzeugen, um die Scheibe, an der der Inertial-Schwingerregger befestigt ist, so in Schwingungen zu versetzen, dass die Scheibe Gegenschall im Innenraum der Fahrerkabine erzeugt, der das von dem Mikrophon aufgenommene Fehlersignal minimiert. Der Einsatz eines adaptiven und prädiktiven Re-

gelgorithmus ermöglicht es, dem nach Frequenz- und Amplitudenzusammensetzung zeitlich veränderlichen Lärm im Innenraum der Fahrerkabine beim Betrieb des Arbeitsfahrzeuges so entgegenzuwirken, dass der Gegenschall bereits dann am Ort des Mikrophons eintrifft, wenn die dann dort herrschende Lärmsituation durch diesen Gegenschall destruktiv zu kompensieren ist.

[0015] Es hat sich herausgestellt, dass durch die Ankopplung des Inertial-Schwingerregers an einer Scheibe der Fahrerkabine eine besonders effektive und direkte mechanische Ankopplung an das Vibro-Akustische-System aus Innenraum-Luftvolumen und Scheiben der Fahrerkabine bewirkt wird, die eine besonders effektive Lärmunterdrückung im Innenraum der Fahrerkabine ermöglicht. Dadurch wird nicht nur den Resonanzschwingungen der Scheibe und des eingeschlossenen Luftvolumens der Fahrerkabine entgegengewirkt, sondern die Scheibe selbst als Gegenschallquelle betrieben.

[0016] Der Inertial-Schwingerreger sollte insbesondere im Niederfrequenzbereich unterhalb von 100 Hz betreibbar sein, da in diesem Frequenzbereich kritische Lärmsituationen in Fahrerkabinen von Arbeitsfahrzeugen auftreten.

[0017] Die Befestigung des elektrodynamischen Inertial-Schwingerregers auf der Scheibe realisiert mit einem kompakten Aktuator (Inertial-Schwingerreger) einen Aufbau, mit dem durch die gezielt zu Schwingungen angeregten Scheibe Schall mit tiefen Frequenzen und hohen Schallpegeln im Innenraum der Fahrerkabine erzeugt werden kann, der zur Auslöschung des Lärms im Bereich des Mikrophons dient.

[0018] Adaptive und prädiktive Regel- oder Filteralgorithmen sind im Stand der Technik an sich bekannt. Steuereinheiten, die zur Durchführung eines adaptiven und prädiktiven Regelalgorithmus eingerichtet sind, sind auch unter dem Begriff adaptive Internal-Model-Controller (IMC) bekannt.

[0019] In einer bevorzugten Ausführungsform ist der Inertial-Schwingerreger in horizontaler und in vertikaler Richtung außerhalb der Mitte der Scheibe liegend an der Scheibe befestigt. Als horizontale Richtung wird hier eine Richtung parallel zur Bodenfläche, auf der das Arbeitsfahrzeug steht, bezeichnet und als vertikale Richtung eine zu dieser Bodenfläche senkrechte Richtung. Der Vorteil, den Inertial-Schwingerreger außermittig an der Scheibe zu platzieren besteht darin, dass die Schwingungsmoden, deren Wellenlänge gleich der Länge der Scheibe in horizontaler Richtung ist, und die Schwingungsmoden, deren Wellenlänge gleich der Höhe der Scheibe in vertikaler Richtung ist, genau in der Mitte der Scheibe Schwingungsknoten haben. An diese niederfrequenten Schwingungsmoden könnte ein mittig an der Scheibe befestigter Inertial-Schwingerreger nicht effektiv ankoppeln. Außerdem stört ein versetzt außerhalb der Mitte an der Scheibe angeordneter Inertial-Schwingerreger die Durchsicht durch die Scheibe weniger.

[0020] Nach einer weiteren bevorzugten Ausführungsform ist vorgesehen, dass das Mikrophon an oder in dem Gehäuse des Inertial-Schwingerregers platziert ist. Wenn das Mikrophon im Inneren des Gehäuses angeordnet ist sollte das Mikrophon im Bereich einer Gehäuseöffnung liegen, die es ermöglicht, dass das Mikrophon den Schall im Innenraum der Fahrerkabine erfasst. In dieser Ausführungsform ist es weiter vorteilhaft, dass Mikrophon so ausgerichtet zu befestigen, dass eine zentrale Oberflächennormale auf der Membran des Mikrophons senkrecht zu der Oszillationsachse des Inertial-Schwingerregers steht. Dadurch wird vermieden, dass die Schwingungen des Inertial-Schwingerregers die Membran des Mikrophons zusätzlich in Schwingungen versetzen, was das Signal des Mikrophons verfälschen könnte.

[0021] Die Anordnung des Mikrophons in unmittelbarer Nachbarschaft zu dem Inertial-Schwingerreger hat den weiteren Vorteil, dass dadurch die akustische Laufzeit zwischen Mikrophon und Inertial-Schwingerreger sehr klein ist, was die Regelung stabiler und robuster gegenüber von Bewegungen des Kopfes des Fahrers macht, denn Bewegungen des Kopfes des Fahrers würden bei einem näher am Kopf des Fahrers platzierten Mikrophon die Regelstrecke stärker verändern.

[0022] Üblicherweise wäre es sinnvoll, wegen des hier allein interessierenden Niederfrequenzbereichs von Frequenzen kleiner als 100 Hz das Mikrophonsignal zunächst einer Tiefpassfilterung zu unterziehen, da nur diese Frequenzen in die Regelung einbezogen werden müssen. In einer bevorzugten Ausführungsform ist vorgesehen, dass anstelle einer Tiefpassfilterung des analogen Mikrophonsignals die Steuereinheit dazu eingerichtet ist, zur Digitalisierung das Mikrophonsignal mit einer Abtastfrequenz von wenigstens 20 kHz abzutasten. Durch die Überabtastung wird die Tiefpassfilterung erst ab 10 kHz benötigt. Diese erfolgt aber schon physikalisch durch die Trägheit der Mikrophonmembran.

[0023] Auf der Ausgangsseite der Steuereinheit ist ebenfalls keine Tiefpassfilterung vorgesehen, da die Trägheit des oszillierenden Körpers in dem Inertial-Schwingerreger effektiv als Tiefpassfilterung wirkt.

[0024] In einer bevorzugten Ausführungsform, ist die Steuereinheit dazu eingerichtet, den adaptiven und prädiktiven Regelalgorithmus nur bis zu einer vorgegebenen Grenzfrequenz adaptierend durchzuführen. Diese Grenzfrequenz lässt sich in Abhängigkeit vom Abstand zwischen dem Mikrophon und dem Ort, wo die Auslöschung durch Gegenschall effektiv am wirksamsten sein soll (Ohren des Fahrers) und der Kabinenform ab. Durch Bestimmung der Grenzfrequenz kann vermieden werden, dass Gegenschallkomponenten erzeugt werden, die zwar am Ort des Mikrophons, nicht aber am tatsächlichen Wirkungsort (Ohren des Fahrers) zu einer Verminderung des Lärms führen würden.

[0025] Damit nach der Abtastung des Mikrophonsignals mit 20 kHz der Rechenaufwand durch die hohe Abtastfrequenz nicht zu einer signifikanten Erhöhung der Rechenzeit im übrigen Regelalgorithmus führt, ist die Steuereinheit nach der Abtastung mit 20 kHz mit einem Down-Sampler versehen, der dazu eingerichtet ist, das digitalisierte Signal einem Down-Sampling auf höchstens 2 kHz zu unterziehen. Dieses Down-Sampling hat nicht den negativen zeitlich verzögernden

Effekt einer Tiefpassfilterung eines analogen Signals, da dieses Down-Sampling für das digitalisierte Signal durchgeführt wird, was keine signifikante Verzögerung mit sich bringt.

[0026] Zur Beschleunigung des adaptiven und prädiktiven Regelalgorithmus ist ferner vorgesehen, dass die Steuereinheit mit einem Entzerrungsfilter in dem adaptiven und prädiktiven Regelalgorithmus versehen ist, dass invers zum minimalphasigen Anteil des Frequenzganges der Regelstrecke ist, um die Konvergenzzeit des adaptiven und prädiktiven Regelalgorithmus frequenzunabhängig zu machen. Auf diese Weise kann die Konvergenzgeschwindigkeit des adaptiven und prädiktiven Regelalgorithmus erhöht werden, da es keine Frequenzbereiche mit sehr hohen Konvergenzzeiten einerseits und andere Frequenzbereiche mit sehr niedrigerer Konvergenzzeit gibt, was bedeuten würde, dass die längste Konvergenzzeit als maßgeblich zu berücksichtigen wäre, sondern nur noch eine kleinere mittlere Konvergenzzeit, die dann für alle Frequenzen gilt.

[0027] In einer bevorzugten Ausführungsform ist nicht nur das Mikrofon an dem Gehäuse des Inertial-Schwingerregers angebracht oder darin integriert, sondern ist auch die Steuereinheit mit ihren elektrischen Schaltkreisen und digitalen Prozesseinheiten als ein Steuerbaustein zusammengefasst an dem Gehäuse des Inertial-Schwingerregers angebracht oder darin integriert. In dieser Ausführungsform kann ein Arbeitsfahrzeug mit aktiver Lärmreduzierung in der Fahrerkabine realisiert werden, indem der Inertial-Schwingerreger mit dem damit verbundenen Mikrofon und der damit verbundenen Steuereinheit an der Scheibe der Fahrerkabine befestigt wird und dann mit der elektrischen Gleichstromversorgung in der Fahrerkabine verbunden wird. Dadurch ist die Nachrüstung eines Arbeitsfahrzeugs ohne aktive Lärmreduzierung durch den Einbau und den Anschluss einer einzigen Komponente auf sehr einfache Weise möglich.

[0028] Soweit in der vorliegenden Anmeldung von einer "Scheibe" die Rede ist, wird dies in der Praxis in der Regel eine transparente Scheibe aus Glas oder Kunststoff sein. Grundsätzlich ist die Erfindung aber auch realisierbar, wenn neben Öffnungen mit Fenstern eine Öffnung der Fahrerkabine mit einer nicht transparenten Scheibe geschlossen ist, an der dann der Inertial-Schwingerreger befestigt werden könnten, um die aktive Lärmreduzierung in der Fahrerkabine des Arbeitsfahrzeugs zu realisieren.

[0029] Die Erfindung wird im Folgenden anhand eines Ausführungsbeispiels im Zusammenhang mit den Zeichnungen erläutert, in denen:

Fig. 1 zeigt die Motorzündfrequenz eines mit einem Verbrennungsmotor angetriebenen Gabelstaplers bei der Beschleunigung als Funktion der Zeit,

Fig. 2 zeigt die Radstollenfrequenz des beschleunigenden Gabelstaplers als Funktion der Zeit,

Fig. 3 zeigt eine schematische perspektivische Ansicht und eine Querschnittsansicht einer Fahrerkabine eines Arbeitsfahrzeugs,

Fig. 4 zeigt ein schematisches Blockschaltbild einer Fahrerkabine mit Komponenten zur aktiven Lärmreduzierung,

Fig. 5 zeigt ein Blockschaltbild des Regelkreises mit aktiver Lärmreduzierung und

Fig. 6 zeigt ein Blockdiagramm des Regelkreises als digitales System.

[0030] In der Fahrerkabine eines Arbeitsfahrzeugs wird das Primärsignal (Störschall) mit einem Mikrofon, das hierin auch als Fehlermikrofon bezeichnet wird, gemessen. Der Störschall stellt ein multitonales Signal dar, zu dem verschiedene Frequenzkomponenten beitragen, die wiederum Funktionen der Zeit sind, z.B. wenn das Arbeitsfahrzeug beschleunigt. Als Beispiel für eine beitragende Signalkomponente ist in Fig. 1 die Motorzündfrequenz eines beschleunigenden Gabelstaplers als Funktion der Zeit gezeigt. Als weiteres Beispiel ist in Fig. 2 die Radstollenfrequenz des beschleunigenden Gabelstaplers als Funktion der Zeit gezeigt, wobei der Gabelstapler Reifen mit 28 Radstollen hat, die jeweils über den Umfang verteilt sind und die beim Fahren nacheinander mit der Fahroberfläche in Kontakt kommen. Die Radstollenfrequenz beträgt dann das 28-fache der Raddrehzahl. Weitere Signalkomponenten sind die Motordrehzahl, die bei einem 3-Zylinder, 4-Takt-Motor gleich $2/3$ der Motorzündfrequenz ist sowie Oberwellen der genannten Komponenten. Die Amplituden der einzelnen Komponenten im Primärsignal sind abhängig von den Struktur- und Hohlraumresonanzen der Fahrerkabine und ändern sich ebenfalls abhängig vom Fahrverhalten. Somit handelt es sich beim Primärsignal um ein multitonales zeitvariantes Signal mit Frequenz- und Amplitudenmodulation.

[0031] Ein akustisches Problem besteht in der Anregung der Hohlraumresonanzen der Fahrerkabine im Frequenzbereich von 30 Hz bis 50 Hz durch die aus der Motordrehfrequenz und der Raddrehfrequenz resultierenden Sinusoiden des Primärsignals. Um diese relativ niedrigen Frequenzen ausreichend durch einen Aktuator anzuregen, wird eine Scheibe mit einem auf deren Oberfläche befestigten Inertial-Schwingerreger als Aktuatoreinrichtung eingesetzt.

[0032] Fig. 3 zeigt schematisch eine Fahrerkabine mit einem Sitz 10. Durch eine gestrichelte Linie ist ein Rückfenster angedeutet, das durch eine Scheibe geschlossen ist. Weitere Fenster an den Seiten und in der Front der Fahrerkabine

sind zur Vereinfachung der Darstellung nicht dargestellt. An der rückwärtigen Scheibe ist außermittig, nahe an einer Ecke ein Inertial-Schwingerreger 4 befestigt, dessen Oszillationsachse senkrecht zur Oberfläche der Scheibe steht und der typischerweise eine Resonanzfrequenz im Bereich von 20 bis 90 Hz hat. An dem Gehäuse des Inertial-Schwingerregers 4 ist ein Fehlermikrophon 6 angebracht, dass das Fehlersignal in unmittelbarer Nähe zu dem Schwingerreger aufnimmt und zu einer weiter unten beschriebenen Steuereinheit leitet. Die Steuereinheit regelt dann den Betrieb des Inertial-Schwingerregers 4 in einer solchen Weise, dass die durch den Inertial-Schwingerreger 4 bewirkten Schwingungen der rückwärtigen Scheibe Gegenschall derart erzeugen, dass das Fehlersignal, das vom Fehlermikrophon 6 aufgenommen wird, minimal ist.

[0033] In Fig. 3 ist neben dem Fehlermikrophon 6 noch ein Monitormikrophon 8 angedeutet. Das Signal dieses Monitormikrophons 8 geht jedoch nicht in die Regelung ein, sondern wird in diesem Ausführungsbeispiel lediglich zur Kontrolle analysiert, um zu überprüfen wie die aktive Lärmreduzierung sich nahe am Kopf des Fahrers, am oberen Rand der Rückenlehne des Fahrersitzes auswirkt.

[0034] Im Folgenden wird die Regelung des Inertial-Schwingerregers in Abhängigkeit von dem Fehlersignal beschrieben. Das Stellsignal wird durch den Inertial-Schwingerreger auf der Innenseite der Heckscheibe erzeugt. Das Fehlermikrophon 4 ist in unmittelbarer Nähe zum Inertial-Schwingerreger 4 daran platziert. Der Regler wird gegenwärtig mit Matlab Simulink auf RCP-Plattform (DS1202, dSpace) implementiert; bei der endgültigen Ausführung wird der Regler auf einem Serien-DSP implementiert. Das Blockschaltbild des Aufbaus mit Primärsignalgenerierung, Regelkreis und Auswertung der Schallreduktion durch das Monitormikrophon ist in Fig. 4 dargestellt.

[0035] Im Blockschaltbild in Fig. 4 ist die Kabine schematisch als gestrichelter Block dargestellt. Störungen wie Motor- und Reifengeräusche gelangen über eine Störübertragung zur und in die Fahrerkabine und werden dort von dem Fehlermikrophon erfasst. Das Signal des Fehlermikrophons wird verstärkt und dann einem Analog-Digital-Umsetzer zugeführt. Das digitalisierte Signal wird zu einem Regler geleitet, in dem ein adaptiver und prädiktiver Regelalgorithmus durchgeführt wird. Die Ausgabe des Reglers wird dann in einem Digital-Analog-Umsetzer wieder in eine analoges Signal überführt, das nach Verstärkung dem Aktuator zugeführt wird. Der Aktuator wird im vorliegenden Fall durch den Inertial-Schwingerreger auf der Scheibe gebildet. Der Regler regelt das Stellsignal für den Inertial-Schwingerreger so, dass der von dem Inertial-Schwingerreger und der dadurch zum Schwingen gebrachten Scheibe erzeugte Gegenschall nach der struktur-akustischen Übertragung 1 sich mit der externen Störung überlagert und am Ort des Fehlermikrophons auslöscht. Struktur-akustische Übertragung bedeutet, dass die mechanische Schnelle des Schwingerregers nicht direkt über eine starre Kolbenfläche auf die Schnelle der angrenzenden Luftschicht übertragen wird. Der Inertial-Schwingerreger bringt vereinfacht gesehen eine Punktkraft auf die Scheibe auf. Die Scheibe reagiert über die orts- und frequenzabhängige Transmissionsmobilität mit der Oberflächenschnelle, die wiederum über die orts- und frequenzabhängige Transmissionsimpedanz einen Schalldruck an verschiedenen Orten in der Kabine bewirkt. Da das Monitor- und das Fehlermikrophon sich an unterschiedlichen Orten in der Kabine befinden, gibt es dementsprechend zwei unterschiedliche Transmissionsmobilität-Transmissionsimpedanz-Pfade von dem Aktor (Schwingerreger) zu den Sensoren, die in Fig. 4 als struktur-akustische Übertragung 1 und 2 bezeichnet sind. Analog dazu findet auch die Störübertragung zu zwei verschiedenen Orten über zwei verschiedene Pfade statt, so dass es zwischen Störübertragung zum Fehlersensor und zum Monitor-sensor unterschieden werden muss, obwohl die Störquelle identisch ist.

[0036] Im Blockschaltbild in Fig. 4 bilden die beiden Verstärker, der Analog-Digital-Umsetzer, der Regler und der Digital-Analog-Umsetzer zusammen die Einheit, die ansonsten in dieser Anmeldung als Steuereinheit bezeichnet wird.

[0037] In Fig. 5 ist ein Blockschaltbild des Regelkreises gezeigt, wobei im Vergleich zu Fig. 4 der Regler aus Fig. 4 in mehrere Unterkomponenten untergliedert ist. Das Signal des Fehlermikrophons wird nach Passieren eines Verstärkers einer Analog-Digital-Umsetzung unterzogen. Auf das digitalisierte Signal wirkt dann ein Antialiasing-Filter. Es ist hier zu beachten, dass das Antialiasing-Filter hier nicht als Tiefpassfilter für das analoge Signal realisiert ist, sondern eine Abtastung mit einer Frequenz von mindestens 20 kHz des digitalisierten Signals bewirkt. Das hat den Vorteil, dass die durch die elektrodynamische Trägheit eines analogen Tiefpassfilters bedingte Verzögerung vermieden werden kann, denn die hochfrequente Abtastung des digitalisierten Signals ist nicht mit einer solchen Verzögerung verbunden. Um den Rechenaufwand im eigentlichen Regelalgorithmus zu begrenzen wird dann ein Down-Sampler angewendet, der ein Down-Sampling auf 2 kHz bewirkt. Der eigentliche Regelalgorithmus läuft dann in dem mit IMC (Internal Model Control) bezeichneten Block ab. Die Ausgabe des Regelalgorithmus durchläuft dann einen Up-Sampler und anschließend ein Interpolationsfilter.

[0038] Schließlich wird die Ausgabe des Interpolationsfilters einer Digital-Analog-Umsetzung unterzogen, das analoge Signal verstärkt und als Steuersignal dem Inertial-Schwingerreger zugeführt. Dann erfolgt die Struktur-Akustische Übertragung von der in Schwingung versetzten Scheibe über das Luftvolumen im Innenraum der Fahrerkabine zum Fehlermikrophon, wo der so erzeugte Gegenschall den externen Störungsschall durch Überlagerung auslöschen soll.

[0039] Es wird eine Multiratenverarbeitung (20 kHz A/D - D/A - Umsetzung, 2 kHz Signalverarbeitung) gemäß dem Blockdiagramm in Fig. 5 realisiert.

[0040] Der Regler $H(z)$ wird als adaptiver (normalized FxLMS) IMC mit Vorentzerrung der Sekundärstrecke implementiert. Unter Annahme fehlerfreier A/D- und D/A-Umsetzung ist der Regelkreis als zeitdiskretes System in Fig. 6

dargestellt.

[0041] Die Aktualisierungsvorschrift (nFxLMS) der adaptiven Einheit $\mathbf{c} = [c_0, c_2, \dots, c_{M-1}]^T$ ist

$$\mathbf{c}(n+1) = \mathbf{c}(n) - \mu(n) \hat{\mathbf{d}}'(n) e(n).$$

[0042] Der Vektor des gefilterten Referenzsignal $\hat{\mathbf{d}}'(n) = [\hat{d}'(n), \hat{d}'(n-1), \dots, \hat{d}'(n-M+1)]^T$ wird aus dem Referenzsignal

$$\hat{d}'(n) = \hat{d}(n) * \hat{s}_{ges}(n)$$

gebildet, wobei * der Faltungsoperator ist. Hierbei ist

$$\hat{s}_{ges}(n) = \hat{s}(n) * \hat{s}_{inv}(n)$$

die Impulsantwort der Gesamtsekundärstrecke mit $\hat{s}(n)$ als Schätzung der Impulsantwort der Sekundärstrecke $s(n)$ und $\hat{s}_{inv}(n)$ als Impulsantwort eines Entzerrungsfilters für die Sekundärstrecke. Die Referenzsignalsynthese erfolgt mit dem Ausgangssignal der adaptiven Einheit und dem Fehlersignal

$$\hat{d}(n) = e(n) - \tilde{y}(n) * \hat{s}_{ges}(n).$$

[0043] Normierung des Konvergenzfaktors lautet

$$\mu(n) = \frac{\mu_0}{P_{\hat{d}'}(n) + P_{min}},$$

$$P_{\hat{d}'}(n) = (1 - \beta) P_{\hat{d}'}(n-1) + \beta \{\hat{d}'\}^2(n),$$

mit dem Glättungsfaktor β und der additiven Konstante P_{min} für die Begrenzung des Nenners bei zu niedrigen Signalleistung. Entzerrungsfiler $\hat{s}_{inv}(z)$ wird eingesetzt, um die Nachteile der starken Frequenzselektivität der Sekundärstrecke $S(z)$ für die Adaption zu verringern. Die Berechnung des Entzerrungsfilters (FIR-Filter)

$$\hat{s}_{inv}(z) = \sum_{k=0}^K \hat{s}_{inv,k}(z^{-k}),$$

als lineares Prädiktionsfilter erfolgt aus dem Modell der Sekundärstrecke

$$\hat{s}(z) = \sum_{l=0}^L \hat{s}_l(z^{-l})$$

durch Lösen der Gleichung (lineare Prädiktion mit LMS)

$$\begin{bmatrix} r(0) & r(1)^* & \dots & r(K-1) \\ r(1) & r(0) & \ddots & \vdots \\ \vdots & \ddots & \ddots & r(1)^* \\ r(K-1) & \dots & r(1) & r(0) \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \hat{s}_{inv,1} \\ \hat{s}_{inv,2} \\ \vdots \\ \hat{s}_{inv,K} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -r(2) \\ -r(3) \\ \vdots \\ -r(K) \end{bmatrix},$$

mit dem Autokorrelationsvektor $\mathbf{r} = [r(0) \ r(1) \ \dots \ r(K)]^T$ des Koeffizientenvektors $\hat{\mathbf{s}} = [\hat{s}_0 \ \hat{s}_1 \ \dots \ \hat{s}_L]^T$ des Sekundärstrecken-

modells. Hierbei steht $(.)^*$ für konjugiert komplex. Es gilt immer $\hat{s}_{\text{inv},0} = 1$ und $K \leq L$. Um unerwünschte Dämpfung der Sekundärstrecke durch den Entzerrer (Prädiktionsfilter) zu vermeiden, werden die Koeffizienten $\hat{\mathbf{s}}_{\text{inv}} = [1 \ \hat{s}_{\text{inv},1} \ \dots \ \hat{s}_{\text{inv},K}]^T$ auf die minimale Prädiktionsfehlerleistung

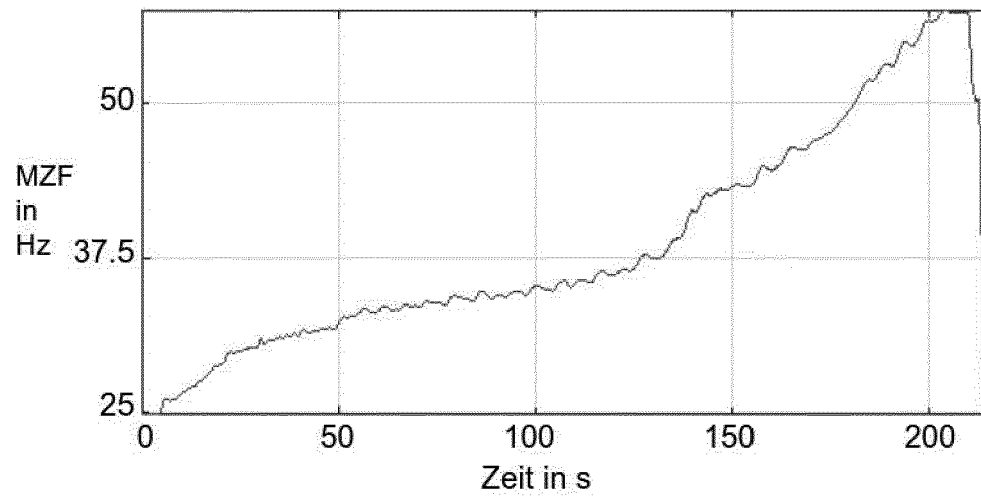
$$J = \sqrt{\sum_{i=0}^L \hat{s}_{\text{ges},i}^2}$$

normiert. Hierbei sind $\hat{s}_{\text{ges},i}$ die Abtastwerte der endlichen Impulsantwort $\hat{s}_{\text{ges}}(n) = \hat{s}(n) * \hat{s}_{\text{inv}}(n)$.

Patentansprüche

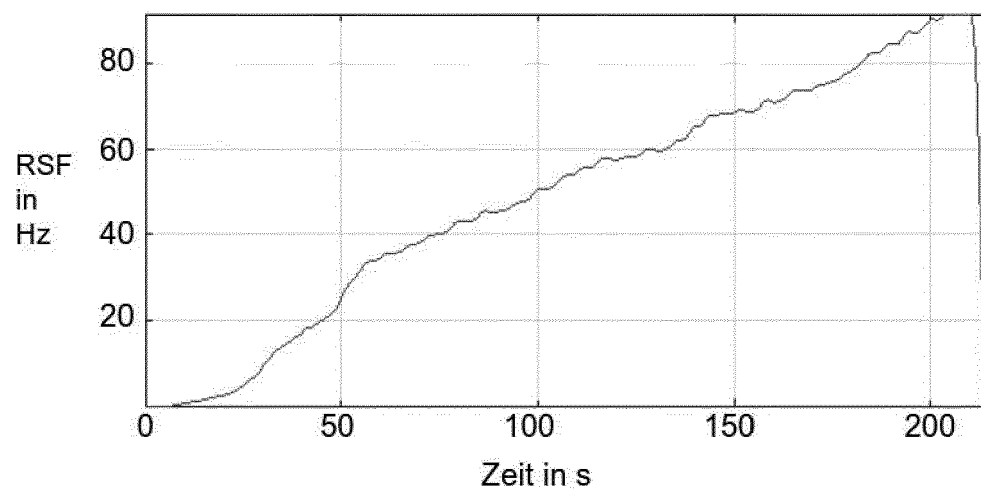
1. Arbeitsfahrzeug mit einer Fahrerkabine (10), die einen geschlossenen Kabineninnenraum aufweist, der von strukturellen Kabinenwandelementen und wenigstens einer Scheibe umschlossen ist, die eine von den Kabinenwandelementen freigelassene Kabinenwandöffnung schließt, mit einer auf die Scheibe einwirkenden Aktuatoreinrichtung, einer Sensoreinrichtung und einer mit der Sensoreinrichtung und der Aktuatoreinrichtung verbundenen Steuereinheit, die dazu eingerichtet ist, in Abhängigkeit von Signalen der Sensoreinrichtung die Aktuatoreinrichtung zur Lärmreduzierung im Kabineninnenraum anzusteuern, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Aktuatoreinrichtung ein auf der inneren Oberfläche der Scheibe befestigter Inertial-Schwingerreger (4) ist, die Sensoreinrichtung ein auf den Kabineninnenraum gerichtetes Mikrophon (6) ist und die Steuereinheit dazu eingerichtet ist, den Inertial-Schwingerreger (4) mit einer adaptiven und prädiktiven Regelung in Abhängigkeit von den Mikrophonsignalen anzusteuern, um im Kabineninnenraum eine aktive Lärmreduzierung durchzuführen.
2. Arbeitsfahrzeug nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Inertial-Schwingerreger (4) horizontal und vertikal außerhalb der Mitte der Scheibe liegend an der Scheibe befestigt ist.
3. Arbeitsfahrzeug nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Mikrophon (6) an oder in dem Gehäuse des Inertial-Schwingerregers (4) platziert ist und so ausgerichtet befestigt ist, dass eine zentrale Oberflächennormale auf der Membran des Mikrophons senkrecht zu der Oszillationsachse des Inertial-Schwingerregers (4) steht.
4. Arbeitsfahrzeug nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** anstelle einer Tiefpassfilterung des Mikrophonsignals die Steuereinheit dazu eingerichtet ist, das Mikrophonsignal mit einer Abtastfrequenz von wenigstens 20 kHz abzutasten.
5. Arbeitsfahrzeug nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Steuereinheit dazu eingerichtet ist, nach der Abtastung des Mikrophonsignals ein Down-Sampling auf höchstens 2 kHz durchzuführen, um dadurch den Rechenaufwand im verbleibenden Regelalgorithmus zu reduzieren.
6. Arbeitsfahrzeug nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Steuereinheit mit einem Entzerrungsfilter in dem adaptiven und prädiktiven Regelalgorithmus versehen ist, das invers zum minimalphasigen Anteil des Frequenzganges der Regelstrecke ist, um die Konvergenzzeit des adaptiven und prädiktiven Regelalgorithmus frequenzunabhängig zu machen und zu verkürzen.
7. Arbeitsfahrzeug nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Steuereinheit dazu eingerichtet ist, den adaptiven und prädiktiven Regelalgorithmus nur bis zu einer vorgegebenen Grenzfrequenz adaptierend durchzuführen.
8. Arbeitsfahrzeug nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wenn abhängig von Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Steuereinheit mit ihren elektrischen Schaltkreisen und Prozessoreinheiten als ein Steuerbaustein zusammengefasst an dem Gehäuse des Inertial-Schwingerregers angebracht oder darin integriert ist.

Motorzündfrequenz

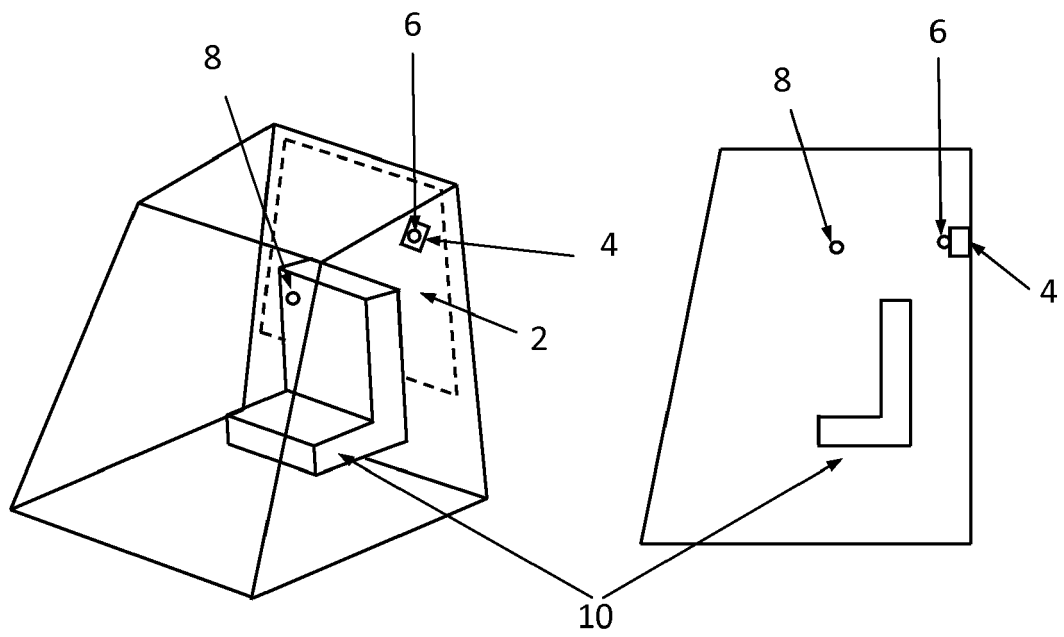


Figur 1

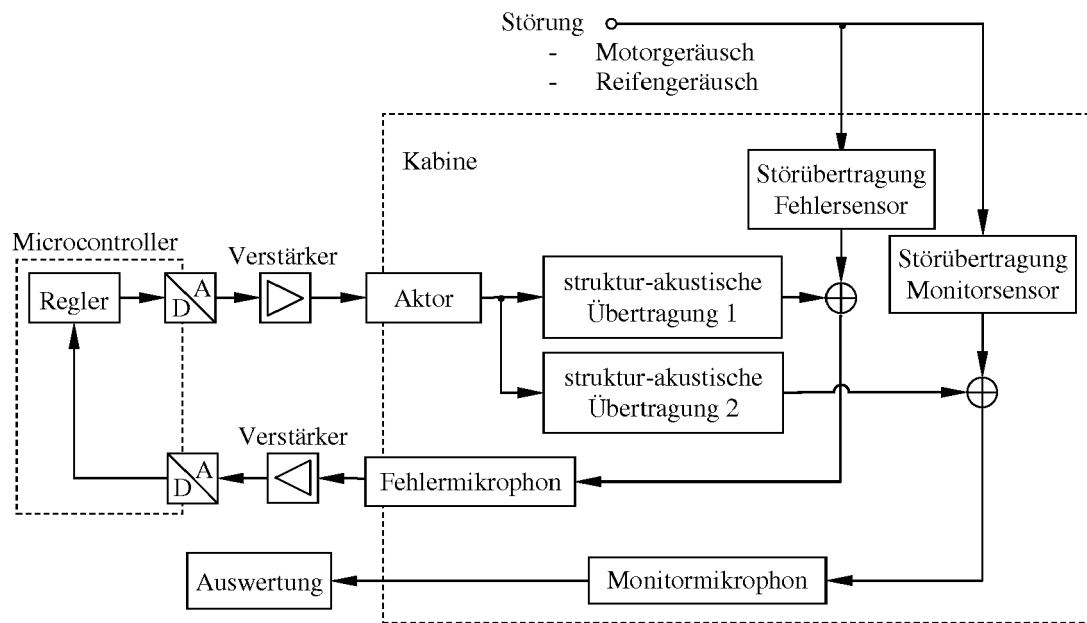
Radstollenfrequenz



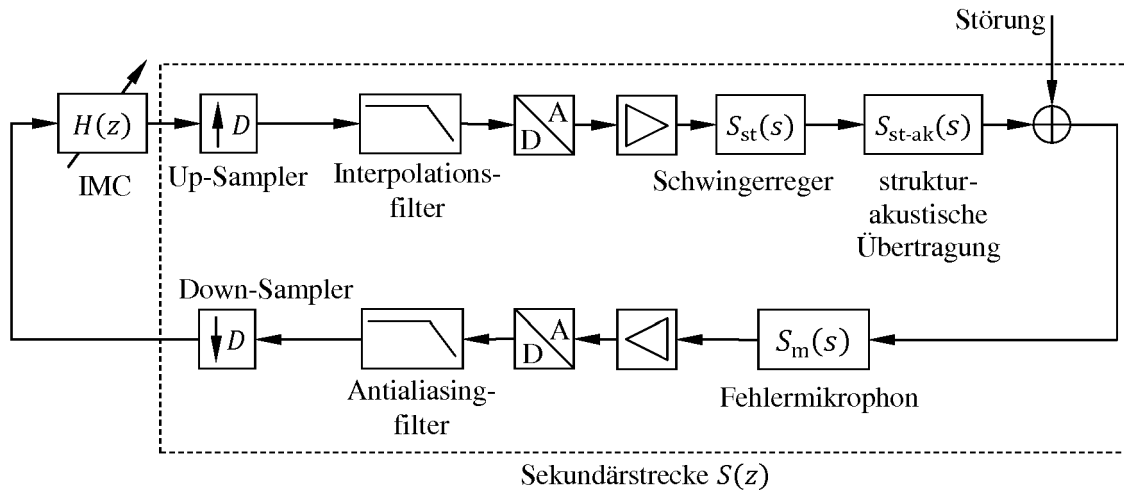
Figur 2



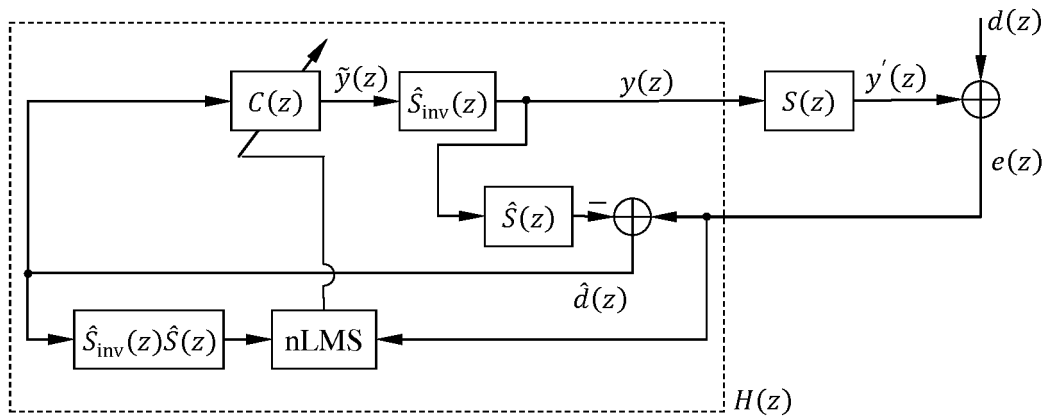
Figur 3



Figur 4



Figur 5



Figur 6



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
EP 18 20 2776

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

1

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
Y	EP 0 434 468 A2 (BRIDGESTONE CORP [JP]) 26. Juni 1991 (1991-06-26) * Spalte 6, Zeile 15 - Spalte 7, Zeile 7; Abbildung 8 *	1-8	INV. G10K11/178
Y	US 5 332 061 A (MAJEED KAMAL N [US] ET AL) 26. Juli 1994 (1994-07-26) * Spalte 5, Zeile 37 - Spalte 6, Zeile 22; Abbildungen 1-13 *	1-8	
Y	DE 10 2014 223738 A1 (HYUNDAI MOTOR CO LTD [KR]) 11. Februar 2016 (2016-02-11) * Absatz [0020] - Absätze [0036], [0039]; Abbildungen 1-9 *	1-8	
Y	US 2006/061744 A1 (MENSLER MICHEL [JP] ET AL) 23. März 2006 (2006-03-23) * Absatz [0046] - Absatz [0050]; Abbildungen 1-2 *	1-8	
Y,D	US 5 812 684 A (MARK JOSEPH STEVEN [US]) 22. September 1998 (1998-09-22) * Spalte 2, Zeile 41 - Spalte 3, Zeile 11; Abbildungen 1-6 *	1-8	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
Y	DE 103 07 168 B3 (DAIMLER CHRYSLER AG [DE]) 14. Oktober 2004 (2004-10-14) * Absatz [0002]; Abbildungen 1-3 *	1-8	G10K E02F B62D F16F
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort Den Haag		Abschlußdatum der Recherche 10. April 2019	Prüfer Raposo, Jorge
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT
ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 18 20 2776

5 In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.
Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

10-04-2019

10	Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
	EP 0434468 A2	26-06-1991	KEINE	

15	US 5332061 A	26-07-1994	KEINE	

	DE 102014223738 A1	11-02-2016	CN 105374365 A	02-03-2016
			DE 102014223738 A1	11-02-2016
			KR 20160019312 A	19-02-2016
			US 2016042731 A1	11-02-2016
20	-----			
	US 2006061744 A1	23-03-2006	EP 1637765 A1	22-03-2006
			JP 2006118694 A	11-05-2006
			US 2006061744 A1	23-03-2006

25	US 5812684 A	22-09-1998	KEINE	

	DE 10307168 B3	14-10-2004	KEINE	

30				
35				
40				
45				
50				
55				

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82

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

- WO 9429845 A [0003]
- WO 9429846 A [0003]
- EP 2101316 A1 [0004] [0006]
- US 5812684 B [0007]
- EP 3217053 A1 [0013]