



(10) **DE 10 2015 214 134 A1** 2017.02.02

(12)

## Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2015 214 134.9**

(22) Anmeldetag: **27.07.2015**

(43) Offenlegungstag: **02.02.2017**

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

**G01M 15/00** (2006.01)

**G10K 15/02** (2006.01)

(71) Anmelder:

**Bayerische Motoren Werke Aktiengesellschaft,  
80809 München, DE**

(72) Erfinder:

**Rachor, Julius, 80807 München, DE**

(56) Ermittelter Stand der Technik:

**DE 10 2012 113 035 A1**

**DE 602 08 754 T2**

**EP 0 512 445 A2**

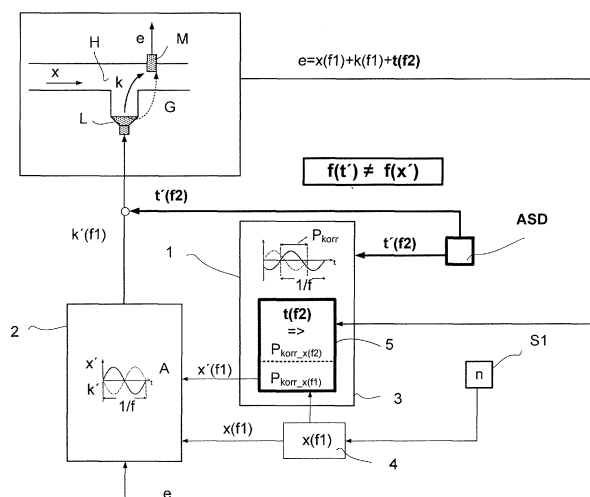
Rechercheantrag gemäß § 43 Abs. 1 Satz 1 PatG ist gestellt.

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

(54) Bezeichnung: **Verfahren und Regelungsvorrichtung zur aktiven Schallunterdrückung in einem Kraftfahrzeug**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Regelungsvorrichtung zur aktiven Schallunterdrückung (ANC) in einem Kraftfahrzeug, bei dem eine Onlinemodellierung zur Bestimmung einer Übertragungsstrecke zwischen einem Schallgeber und einem Schallaufnehmer durchgeführt wird, wobei als Testsignale die Nutzsignale eines Systems zur aktiven Geräuscherzeugung verwendet werden. Dabei werden vorzugsweise als Testsignale zur Onlinemodellierung synthetische Signale, die nicht zum natürlichen Anregungsspektrum der Primärsignalquelle gehören, verwendet.

Vorzugsweise wird die Erfindung in der Abgasanlage eines Kraftfahrzeugs mit Verbrennungsmotor als Antriebsmotor angewendet, wobei die jeweils als Testsignale verwendeten Nutzsignale des Systems zur aktiven Geräuscherzeugung synthetische Motorordnungen sind, die jeweils zwischen den drehzahlabhängigen Motorordnungen des durch den Antriebsmotor erzeugten Störschalls liegen.



**Beschreibung**

**[0001]** Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren und eine Regelungsvorrichtung zur aktiven Schallunterdrückung.

**[0002]** Im druckschriftlichen Stand der Technik ebenso wie in heutigen Serienfahrzeugen sind Verfahren und Regelungsvorrichtungen sowohl zur aktiven Schallunterdrückung als auch zur aktiven Geräuscherzeugung bekannt.

**[0003]** Zur aktiven Geräuscherzeugung, auch als „Active Sound Design“ (ASD) bezeichnet, sei beispielsweise die DE 198 45 736 A1 der Anmelderin genannt. Dabei werden ausgehend von verschiedenen Fahrzeugparametern, wie Geschwindigkeit, Gaspedalstellung oder Motordrehzahl, sowohl im Fahrzeuginnenraum als auch im Bereich der Abgasanlage durch Lautsprecher Motorengeräusche synthetisiert, wodurch beispielsweise eine fahrzeugspezifische Soundinszenierung darstellbar ist.

**[0004]** Im Gegensatz dazu wird durch aktive Schallunterdrückung (auch „Active Noise Cancellation“ oder „Active Noise Control“ (ANC) genannt) versucht, durch künstlich erzeugten Schall mittels destruktiver Interferenz störende Geräuschanteile im Fahrzeug auszulöschen. Hierzu sei beispielsweise die DE 43 34 943 A1 der Anmelderin genannt. Dabei wird die Erzeugung eines (Sekundär-)Signals angestrebt, das dem des Störgeräusches mit entgegengesetzter Polarität (auch Antischall genannt) exakt entspricht. Auf Basis eines gemessenen (akustischen oder auch nicht akustischen) Referenzsignals (beispielsweise ein Drehzahlsignal), das stark mit dem zu mindernden Primärsignal korreliert ist, wird ein 180° phasenverschobenes Sekundärsignal generiert, durch welches dieser störende Schall ausgelöscht wird. Sowohl Phase als auch Amplitude des Sekundärsignals müssen in der Praxis auf Grund verschiedener Störeinflüsse permanent durch eine Regeleinheit angepasst bzw. nachgeregelt werden. Zu diesem Zweck wird die resultierende Überlagerung (Restfehler) von Primär- und Sekundärsignal durch einen passenden Sensor (Fehlersensor) gemessen und der Regeleinheit zur Verfügung gestellt. Der Schall, der von den Lautsprechern generiert wird, um den störenden Schall auszulöschen, wird hier als Sekundärsignal bezeichnet.

**[0005]** Beispielsweise kann eine ANC-Funktion durch das Einbringen entsprechender Aktuatoren und Sensoren in einer Abgasanlage bzw. eine Ansaugluftführung oder in einem Innenraum eines Fahrzeuges realisiert werden.

**[0006]** Damit die aktive Schallminderung eine ausreichend gute Stabilität aufweist, muss die Übertragungsfunktion (zumindest aber die Phasenverschie-

bung) zwischen Lautsprecher und Mikrofon (Sekundärstrecke) bekannt sein.

**[0007]** Aufgrund der Laufzeit, des Sekundärsignals zur Messposition des Fehlersensors kommt es zu einer Phasenverschiebung zwischen dem erzeugten Sekundärsignal und dem gemessenen Fehlersignal. Die Phasenverschiebung entspricht dem Phasengang der Übertragungsfunktion.

**[0008]** Ohne Berücksichtigung der Übertragungsfunktion zwischen Sekundärquelle und Fehlersensor und kann zu Instabilitäten des Regelsystems kommen. Um diese Problematik zu lösen muss in der Regelungseinheit eine entsprechende Kompensation dieser Phasenverschiebung vorgesehen werden. Hierzu wird zum Beispiel das Referenzsignal mit einem internen Modell der physikalischen Transferfunktion gefiltert bzw. verrechnet. Die Qualität des internen Modells der Transferfunktion entscheidet maßgebend über die Effektivität und Stabilität des ANC-Systems.

**[0009]** Um diese Sekundärstrecken bestimmen zu können gibt es zwei verschiedene Methoden, nämlich die Offlinemodellierung und die Onlinemodellierung: Bei der Offlinemodellierung wird einmalig (z. B. bevor das Fahrzeug das Werk verlässt und/oder während der Fahrzeugentwicklung) eine Testfunktion eingemessen, wodurch die Übertragungsfunktion einmalig bestimmt und in der Regeleinheit abgelegt wird.

**[0010]** Der Nachteil dieses Verfahrens ist (insbesondere für die Anwendung in einer Abgasanlage), dass sich mit der Temperatur und der Strömungsgeschwindigkeit des Ausbreitungsmediums die Schalllaufzeit des Sekundärsignals und somit auch die Phase des Sekundärsignals verändert. Außerdem kommt es durch diese Umwelteinflüsse zu Verschiebungen von systemeigenen Resonanzen. Des Weiteren verändern sich sowohl die Eigenschaften der Fehlersensoren als auch der Lautsprecher (Drift von Bauteilen). Dadurch ändern sich die Sekundärstrecke und die Übertragungsfunktion kontinuierlich.

**[0011]** Bei der Onlinemodellierung werden diese Probleme insofern umgangen, als dass die Übertragungsfunktionen während des Betriebs des Systems regelmäßig oder kontinuierlich eingemessen werden. Der Einmessvorgang erfolgt durch Testsignale (Rauschen, Sinus-Sweep, ...), welche während des Betriebs eingespielt werden. Durch diese Technik wird sowohl die Lufttemperatur als auch die Drift der Bauteile wie Mikrophone und Lautsprecher immer wieder neu in die Bestimmung der Übertragungsfunktion mit einbezogen und die Stabilität des Systems kann erheblich verbessert werden.

**[0012]** Eine Übertragungsfunktion wird normalerweise mit breitbandigem Rauschen oder einem Sinus-

Sweep bestimmt. Dieses Testsignal muss ausreichend laut sein und kann, außer bei den natürlichen Anregungen der Primärquelle, ausgewertet werden.

**[0013]** Bei der Onlinemodellierung kommt es bei den Fahrgästen zu Irritationen, da ein Piepsen/Rauschen (Schall der Testfunktion) während der Fahrt wahrgenommen wird. Solche Testsignale/Testgeräusche könnten vom Fahrer als Defekt interpretiert werden.

**[0014]** Bei der Offlinemodellierung wird die Sekundärstrecke nur einmalig bestimmt wodurch es mit steigendem Alter zu einer schlechteren Funktionalität der ANC-Funktion kommt. Gerade bei ANC im Bereich der Abgasanlage kommt es zu heftigen Schwankungen der Randbedingungen wie der Mediumtemperatur (z. B. von  $-20^{\circ}$  bis  $+900^{\circ}\text{C}$ ) oder der Mediumsgeschwindigkeit, wodurch die Offlinemodellierung einen schlechten Wirkungsgrad der ANC-Funktion zur Folge hat. Darüber hinaus nimmt der Wirkungsgrad bzw. die Stabilität des Systems ab, sobald sich eine oder mehrere Systemeigenschaften (Temperatur usw.) von den Werten entfernen, welche bei der einmaligen Bestimmung der Transferfunktion vorherrschten.

**[0015]** Es ist Aufgabe der Erfindung, ein ANC-System im Hinblick auf eine gezielte Pegelminderung zu verbessern.

**[0016]** Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch die Gegenstände der unabhängigen Patentansprüche gelöst. Abhängige Patentansprüche sind vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung.

**[0017]** Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Regelungsvorrichtung zur aktiven Schallunterdrückung (ANC) in einem Kraftfahrzeug, bei dem eine Onlinemodellierung zur Bestimmung einer Übertragungsstrecke zwischen einem Schallgeber und einem Schallaufnehmer durchgeführt wird, wobei als Testsignale die Nutzsignale eines Systems zur aktiven Geräuscherzeugung verwendet werden. Dabei werden vorzugsweise als Testsignale zur Onlinemodellierung synthetische Signale, die nicht zum natürlichen Anregungsspektrum der Primärsignalquelle gehören, verwendet. Vorzugsweise wird die Erfindung in der Abgasanlage eines Kraftfahrzeugs mit Verbrennungsmotor als Antriebsmotor angewendet, wobei die jeweils als Testsignale verwendeten Nutzsignale des Systems zur aktiven Geräuscherzeugung synthetische Motorordnungen sind, die jeweils zwischen den drehzahlabhängigen Motorordnungen des durch den Antriebsmotor erzeugten Störschalls liegen.

**[0018]** Der Erfindung liegen folgende Überlegungen zugrunde:

Der Kern der Erfindung ist die Verwirklichung einer Onlinemodellierung der Sekundärstreckenbe-

stimmung, ohne störenden Geräusche als Testfunktionen zu verwenden. Dafür soll die Tatsache ausgenutzt werden, dass bereits durch die aktive Geräuscherzeugung (ASD) bestimmte Motorfrequenzen erzeugt und/oder verstärkt oder weitere Frequenzanteile hinzugefügt werden. Dieser künstlich erzeugte Schall soll gleichzeitig als Testfunktion dienen und helfen, die Sekundärstrecke durch eine Onlinemodellierung kontinuierlich neu zu bestimmen und gegebenenfalls an die veränderten Parameter anzupassen.

**[0019]** Die auf diese Weise bestimmten Werte der Transferfunktion (z. B. Amplitude und Phase) können in Abhängigkeit der jeweiligen Frequenz aber auch in Abhängigkeit weiterer Systemeigenschaften wie beispielsweise Temperaturen im System oder der Strömungsgeschwindigkeiten in der Regelungseinheit beispielsweise als multidimensionales Kennfeld abgespeichert werden ( $\text{Amplitude}_{\text{Transferfunktion}} = f(f, T, v)$ ,  $\text{Phase}_{\text{Transferfunktion}} = f(f, T, v)$ ). Die Signale der weiteren Systemeigenschaften können dabei beispielsweise über entsprechende Sensoren oder Modelle generiert und der Regeleinheit zugänglich gemacht werden.

**[0020]** Als Testfunktion muss dazu ein mit dem Primärsignal unkorreliertes Signal benutzt werden, damit es eindeutig als Sekundärsignal identifiziert werden kann. Dazu werden vorzugsweise synthetische Motorordnungen, die nicht zum natürlichen Anregungsspektrum der Primärsignalquelle gehören, verwendet.

**[0021]** Durch Interpolation der Messdaten zwischen zwei künstlich erzeugten, unkorrelierten Frequenzen kann so die Übertragungsfunktion einer dazwischen liegenden Frequenz, die von der Primärquelle erzeugt wird, bestimmt werden. Auf gleiche Weise kann auch eine Interpolation über eine andere Systemeigenschaft (wie beispielsweise der Temperatur) durchgeführt werden. Dazu können beispielsweise in einer Abgasanlage die ohnehin vom ASD eingespielten Ordnungen genutzt werden.

**[0022]** Im Innenraum können dafür sowohl die künstlichen Motorengeräusche des ASD als auch Multimediassignale aus dem Audiointerface (z. B. Musik) verwendet werden. Bei mehreren Sekundärquellen ist zusätzlich eine zeitliche oder frequenzabhängige Trennung der Testsignale nötig, um den Übertragungspfad eindeutig identifizieren zu können.

**[0023]** Durch die Erfindung werden folgende Vorteile erreicht:

- eine kontinuierliche Neubestimmung und Anpassung der Sekundärstrecke oder Übertragungsfunktion des ANC, ohne auf störende Geräusche der Testfunktion zurückgreifen zu müssen,

- eine verbesserte Gesamtstabilität des ANC durch Onlinemodellierung und kontinuierliche Adaption an die Gegebenheiten und
- ein wartungsfreies System, da Veränderungen im Frequenz- und Phasengang des Aktors und Sensors in der Übertragungsfunktion mit abgebildet werden.

**[0024]** In der Zeichnung ist ein Ausführungsbeispiel der Erfindung dargestellt. Es zeigt

**[0025]** Fig. 1 mögliche Komponenten einer erfindungsgemäßen Vorrichtung und

**[0026]** Fig. 2 Testsignale zur Interpolation der Übertragungsfunktion anhand von künstlich eingespielten Frequenzen bzw. Motorordnungen.

**[0027]** Fig. 1 zeigt schematisch einen Hohlraum H, hier eine Abgasanlage, in dem ein Schallaufnehmer M und ein Schallgeber bzw. Lautsprecher L angeordnet sind. In der Abgasanlage H entsteht naturgemäß ein Störschall x. Das Signal x enthält beispielsweise eine tonale, z. B. drehzahlproportionale Frequenzkomponente  $f_1$ , die beispielsweise durch den Ladungswechsel des Motors entsteht und über Körper- oder Luftschallpfade übertragen bzw. abgestrahlt werden. Der durch die tonale Frequenzkomponente  $f_1$  der Schwingungen entstandene Störschall x soll durch die erfindungsgemäße aktive akustische Schallkompensationsvorrichtung unterdrückt bzw. ausgelöscht werden.

**[0028]** Ein Sensor S1 erfasst dazu die Drehzahl n eines hier nicht näher dargestellten Antriebsmotors, die Eingangssignal eines Signalgenerators 4 ist. Der Signalgenerator 4 erzeugt einen der Drehzahl n entsprechenden zu erwartenden Störschall x mit einer bestimmten aktuellen Frequenz  $f_1$  und stellt diesen Störschall  $x(f_1)$  als Eingangssignal einem Onlinemodellierungs-Modul 3 zur Verfügung, das die elektroakustische Übertragungsstrecke G zwischen dem Lautsprecher L und dem Mikrofon M elektronisch nachbildet. Im Onlinemodellierungs-Modul 3 wird die durch die Übertragungsstrecke G entstehende Phasenverschiebung P für jede Frequenz f des Störschalles x basierend auf abgelegten Kennfeldern korrigiert.

**[0029]** Der mit der Phasenkorrektur  $P_{\text{korrx}}(f_1)$  für die aktuelle Frequenz  $f_1$  versehene nachgebildete Störschall  $x(f_1)$  wird als Eingangssignal  $x'(f_1)$  einem Amplitudenkonvertierungsmodul 2 zugeführt, das ein gegenüber dem Störschall  $x'(f_1)$  konvertiertes Korrektursignal  $k'(f_1)$  zur Auslöschung des Störschalles x erzeugt und über den Lautsprecher L in den Hohlraum H abgibt. Das Onlinemodellierungs-Modul 3 enthält eine Modellkorrektureinheit 5, das aufgrund von Testsignalen zur Korrektur der abgelegten Kennfelder insbesondere für die richtige Ermittlung der Phasenkor-

rektur  $P_{\text{korrx}}(f_2)$  vorgesehen ist, auf die weiter unten näher eingegangen wird.

**[0030]** Der Ausgang (Signal e) des Mikrofons M ist mit dem Amplitudenkonvertierungsmodul 2 verbunden, das ausgangsseitig (Signal k') wiederum am Lautsprecher L angeschlossen ist. Das Amplitudenkonvertierungsmodul 2 erzeugt das Korrektursignal k', das über den Lautsprecher L als Kompensationsschall k abgestrahlt wird und sich gegenphasig mit dem aktuellen Störschall x im Hohlraum H überlagert.

**[0031]** Ein Restschall e, also die Summe aus dem Kompensationsschall  $k(f_1)$  und dem tatsächlichen aktuellen Störschall x für die aktuelle Frequenz  $f_1$ , kann beispielsweise durch Temperaturänderungen, Strömungsgeschwindigkeits-Änderungen oder Bauteilabweichungen verbleiben. Da sich demnach die elektroakustische Übertragungsstrecke G ändern kann, wird das Onlinemodellierungs-Modul 3 durch einen adaptiven Prozess (Onlinemodellierung) in der Modellkorrektureinheit 5 kontinuierlich den veränderten Bedingungen angepasst:

Erfindungswesentlich ist dabei die Verbindung des grundsätzlich bis hierhin bekannten Systems zur aktiven Schallunterdrückung mit einem System zur aktiven Geräuscherzeugung ASD. Die erfindungswesentlichen Merkmale sind in Fig. 1 fett gekennzeichnet. Im Onlinemodellierungs-Modul 3 wird mittels der Nutzsignale des Systems ASD als Testsignale t' bei Bedarf eine adaptive Onlinemodellierung der Sekundärstreckenbestimmung in der Modellkorrektureinheit 5 durchgeführt. Dabei werden vorzugsweise als Testsignale t' synthetische Motorfrequenzen einschließlich Motorordnungen, die nicht zum natürlichen Anregungsspektrum der Primärsignalquelle gehören, verwendet. Das natürliche Anregungsspektrum der Primärsignalquelle (hier der Antriebsmotor) resultiert aus den tatsächlichen aktuell vorliegenden Drehzahlen n. In der Zeichnung bzw. im vorliegenden Ausführungsbeispiel wird die Frequenz  $f_1$  als Beispiel für das natürliche Anregungsspektrum der Primärsignalquelle (Störschall x) und die Frequenz  $f_2$  als Beispiel für synthetische Motorfrequenzen des Systems ASD verwendet. Wesentlich beim Ausführungsbeispiel ist also, dass sich  $f_1$  und  $f_2$  unterscheiden.

**[0032]** Als Testsignal wird somit ein mit dem aktuellen Primärsignal (Störschall x) unkorreliertes Signal t' benutzt, damit es zur Bestimmung der Übertragungsfunktion G und somit insbesondere zur Bestimmung der Phasenkorrektur für alle erforderlichen Störschall-Frequenzen eindeutig als Sekundärsignal identifiziert werden kann.

**[0033]** Weitere Beispiele sind in Fig. 2 dargestellt. Durch Interpolation der Messdaten zur Phasenverschiebung P und gegebenenfalls zur Amplitudenkorrektur A zwischen je zwei künstlich erzeugten, unkorrelierten Frequenzen  $f_{2.1}$ ,  $f_{2.2}$ ,  $f_{2.3}$ ,  $f_{2.4}$  für t' kann

so die Übertragungsfunktion  $G$  (bezüglich Amplitude  $A$  und Phasenverschiebung  $P$ ) einer dazwischen liegenden Frequenz (siehe strichpunktierte Linien im oberen Bild der **Fig. 2**) bestimmt werden. Dazu können vorzugsweise in einer Abgasanlage  $H$  die ohnehin vom ASD eingespielten Ordnungen zur Erzeugung eines gewünschten Antriebsmotorklantes genutzt werden.

**[0034]** **Fig. 2** zeigt im oberen Bild eine Geraden-schar von künstlich eingespielten Ordnungen (ASD-Ordnungen; siehe durchgezogene Linien). Im mittleren Bild ist die Amplitude  $A$  und im unteren Bild ist die Phasenverschiebung  $P$  der aktuellen Übertragungsfunktion  $G$  für die Onlinemodellierung in der Modellkorrekturereinheit **5** dargestellt. Diese Onlinemodellierung in der Modellkorrekturereinheit **5** ist nach der Aktualisierung der abgespeicherten Übertragungsfunktion  $G$  in Form neuer Kennfelder insbesondere für eine Phasenkorrektur aber auch für eine Amplitudenkorrektur wieder Grundlage für das Amplitudenkonvertierungsmodul **2** zur Unterdrückung des Störschalles  $x$ . Die Kreuze im mittleren Bild und im unteren Bild der **Fig. 2** zeigen Messungen mittels der künstlichen Sekundärsignale  $t'$  hier für die verschiedenen Frequenzen  $f_{2.1}$ ,  $f_{2.2}$ ,  $f_{2.3}$  und  $f_{2.4}$  an. Die durchgezogenen Linien zwischen den Kreuzen zeigen die Interpolationen an.

**[0035]** Mit einer Messung zur Neubestimmung der Übertragungsfunktion  $G$  muss also immer abgewartet werden, bis sich die aktuelle Frequenz  $f_1$  des Störschalls  $x'$  bzw.  $x$  des Antriebsmotors von den Frequenzen  $f_2$  bzw.  $f_{2.1}$ ,  $f_{2.2}$ ,  $f_{2.3}$  und  $f_{2.4}$  des künstlichen Schalls  $t'$  des ASD-Systems unterscheiden. Die für die Test-Frequenzen abgespeicherten Kennfelddaten können dann zur Unterdrückung des Störschalles  $x$  verwendet werden, wenn eine aktuelle Frequenz des Störschalles  $x$  den Wert annimmt, für den zuvor eine Test-Frequenz auftrat. Somit wird das gesamte System zur Schallunterdrückung zunehmend genauer, je mehr Test-Frequenzen zur Ermittlung der Übertragungsfunktion  $G$  vor dem Auftreten eines Störschalles  $x$  mit derselben Frequenz einer Test-Frequenz für die Messungen und Ermittlungen der neuen Kennfelddaten für Modellkorrekturereinheit **5** eingesetzt werden konnten. Die Testsignale  $t'$  können also gleichzeitig mit dem Korrektursignal  $k'$  an den Lautsprecher  $L$  ausgegeben werden, ohne die Fahrzeuginsassen zu beeinträchtigen.

**[0036]** Zusätzlich können die gemessenen Werte für Amplitude und Phase der Übertragungsfunktion (**Fig. 2**, mittleres und unteres Bild) nicht nur in Abhängigkeit von der Frequenz  $f$  sondern zusätzlich auch in abhängig von weiteren Systemgrößen, wie beispielsweise der Gastemperatur im System, als multidimensionales Kennfeld abgespeichert werden.

**ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG**

*Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde automatisiert erzeugt und ist ausschließlich zur besseren Information des Lesers aufgenommen. Die Liste ist nicht Bestandteil der deutschen Patent- bzw. Gebrauchsmusteranmeldung. Das DPMA übernimmt keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.*

**Zitierte Patentliteratur**

- DE 19845736 A1 [0003]
- DE 4334943 A1 [0004]

### Patentansprüche

1. Verfahren zur aktiven Schallunterdrückung in einem Kraftfahrzeug, bei dem eine Onlinemodellierung zur Bestimmung einer Übertragungsstrecke zwischen einem Schallgeber (L) und einem Schallaufnehmer (M) durchgeführt wird, wobei als Testsignale ( $t'$ ;  $t$ ) die Nutzsignale eines Systems zur aktiven Geräuscherzeugung (ASD) verwendet werden.

2. Verfahren nach Patentanspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass als Testsignale ( $t'$ ;  $t$ ) zur Onlinemodellierung synthetische Signale, die nicht zum natürlichen aktuellen Anregungsspektrum der Primärsignalquelle gehören, verwendet werden.

3. Regelungsvorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach einem der vorangegangenen Patentansprüche mit einem Schallgeber (L), mit einem Schallnehmer (M) und mit einem Onlinemodellierungs-Modul (**3**), das mit einem System zur aktiven Geräuscherzeugung (ASD) verbunden ist und eine Modellkorrektureinheit (**5**) derart aufweist, dass eine Onlinemodellierung zur Anpassung der Übertragungsfunktion (G) mittels Verwendung der Nutzsignale des Systems zur aktiven Geräuscherzeugung (ASD) als Testsignale ( $t'$ ;  $t$ ) durchführbar ist.

4. Regelungsvorrichtung nach dem vorangegangenen Patentanspruch, **dadurch gekennzeichnet**, dass als Testsignale ( $t'$ ;  $t$ ) synthetische Signale, die nicht zum natürlichen Anregungsspektrum der Primärsignalquelle gehören, verwendbar sind.

5. Anwendung des Verfahrens oder der Regelungsvorrichtung nach einem der vorangegangenen Patentansprüche in der Abgasanlage (**1**) eines Kraftfahrzeuge mit Verbrennungsmotor als Antriebsmotor, wobei die jeweils als Testsignale ( $t'$ ;  $t$ ) verwendeten Nutzsignale des Systems zur aktiven Geräuscherzeugung (ASD) synthetische Motorordnungen sind, die jeweils zwischen den drehzahlabhängigen Motorordnungen des durch den Antriebsmotor erzeugten Störschalls ( $x$ ;  $x'$ ) liegen.

Es folgen 2 Seiten Zeichnungen

## Anhängende Zeichnungen

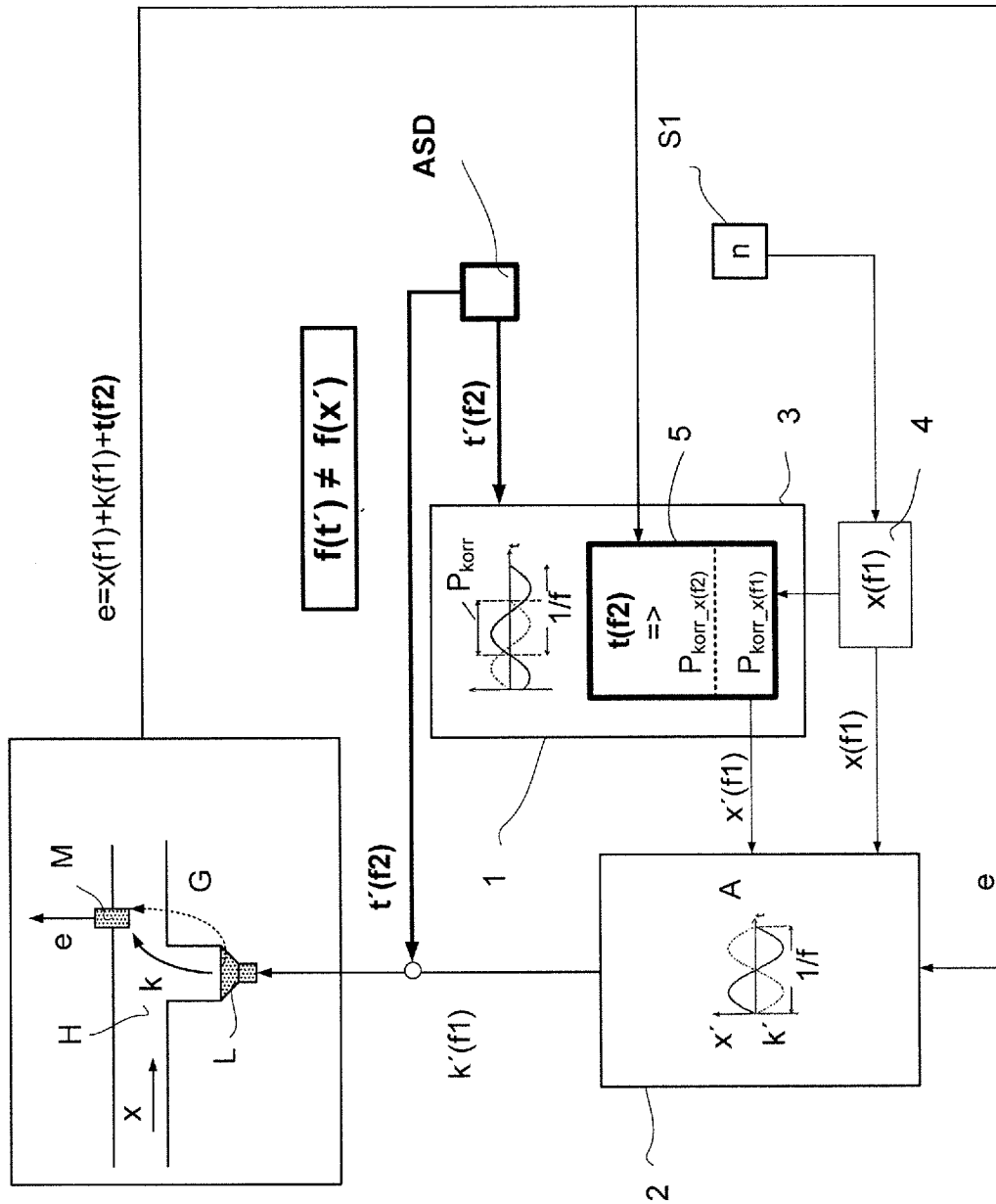


Fig. 1

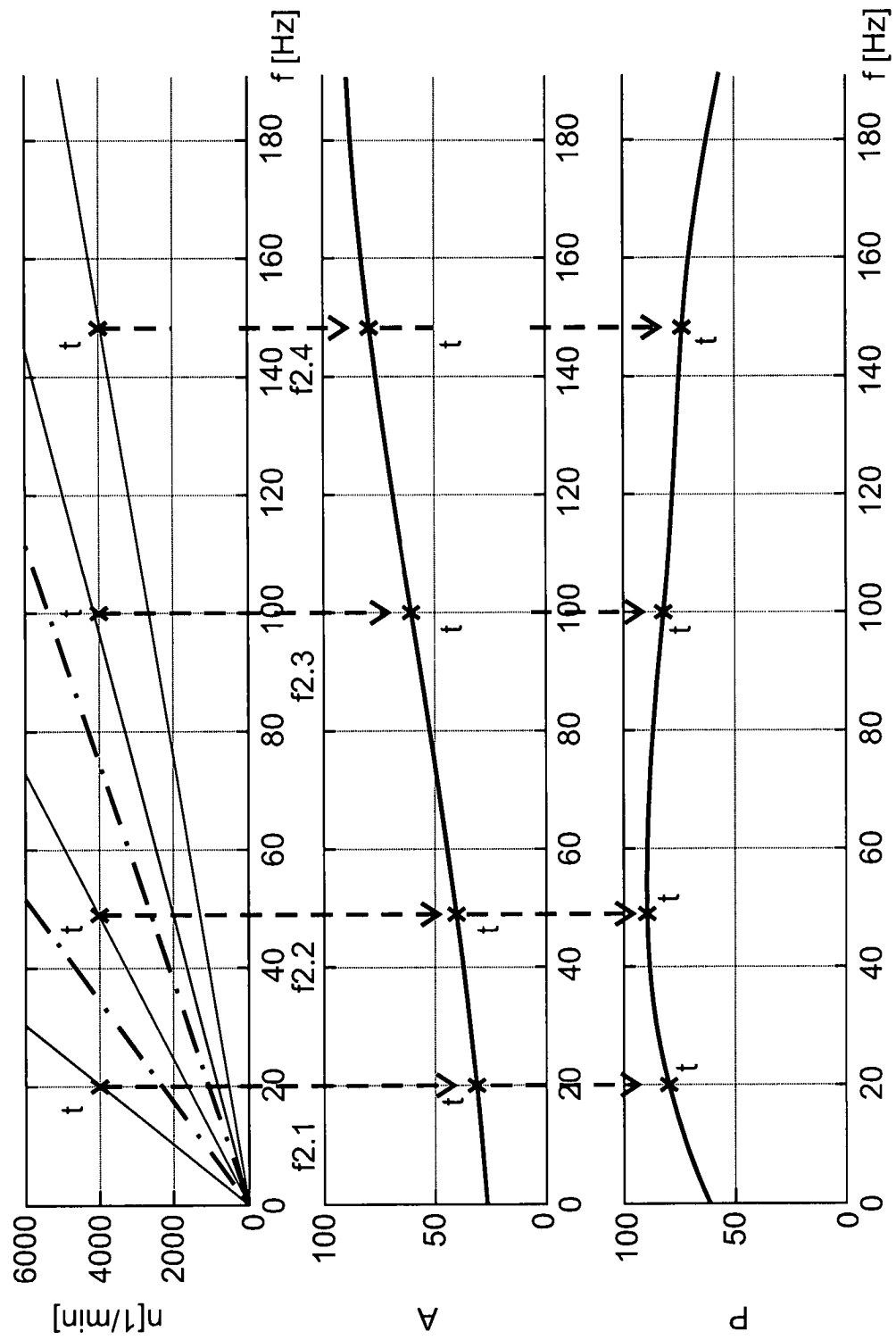


Fig. 2