

(19)



Deutsches
Patent- und Markenamt



(10) **DE 10 2011 108 124 A1** 2012.03.15

(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2011 108 124.4**

(22) Anmeldetag: **20.07.2011**

(43) Offenlegungstag: **15.03.2012**

(51) Int Cl.: **G10K 15/02 (2011.01)**

Mit Einverständnis des Anmelders offengelegte Anmeldung gemäß § 31 Abs. 2 Ziffer 1 PatG

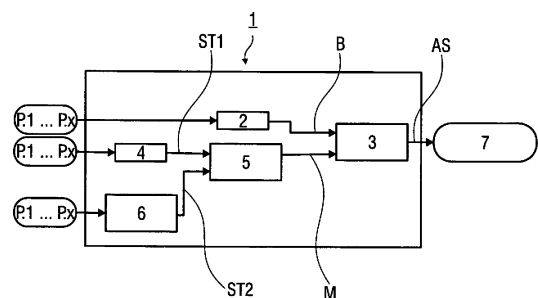
(71) Anmelder:
Daimler AG, 70327, Stuttgart, DE

(72) Erfinder:
Küppers, Thomas, 73728, Esslingen, DE

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Erzeugung eines synthetischen Antriebsgeräuschs**

(57) Zusammenfassung: Bei einem Verfahren zur Erzeugung eines synthetischen Antriebsgeräuschs für ein Kraftfahrzeug wird erfindungsgemäß ein periodisches Ansteuer-signal (AS) dadurch generiert, dass ein Basissignal (B) mittels eines Modulationssignals (M) moduliert wird. Das Basis-signal (B) und/oder das Modulationssignal (M) hängen von zumindest einem Fahrzeugbetriebsparameter (P.1 ... P.x) und/oder einer Fahrzeugzustandsgröße ab.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Erzeugung eines synthetischen Antriebsgeräuschs für ein Kraftfahrzeug gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1.

[0002] Aus dem Stand der Technik sind Verfahren und Vorrichtungen zur Geräuscherzeugung in einem Fahrzeug, vorzugsweise in Abhängigkeit einer Fahrzeuggeschwindigkeit und/oder einer Motordrehzahl, bekannt.

[0003] In der deutschen Patentanmeldung P818727 (102010053351.3) der Anmelderin ist eine Vorrichtung für ein Kraftfahrzeug beschrieben, welche zur Ausgabe eines synthetischen Antriebsgeräuschs geeignet ist. Die Vorrichtung weist eine akustische Ausgabevorrichtung und zumindest eine erste und eine zweite Steuereinheit auf. Fahrzeugbetriebsparameter und/oder Fahrzeugzustandsgrößen des Kraftfahrzeugs sind mittels der ersten Steuereinheit steuerbar. Die zweite Steuereinheit generiert ein Ansteuersignal für die akustische Ausgabevorrichtung, so dass ein stetiges synthetisches Antriebsgeräusch zumindest in einem Fahrzeuginnenraum ausgebbar ist.

[0004] Der Erfindung liegt die Aufgabe zu Grunde, ein verbessertes Verfahren zur Erzeugung eines synthetischen Antriebsgeräuschs anzugeben, welches von Verkehrsteilnehmern und/oder Fahrzeuginsassen wahrnehmbar ist und einem Antriebsgeräusch zugeordnet werden kann.

[0005] Die Aufgabe wird erfindungsgemäß gelöst durch ein Verfahren mit den im Patentanspruch 1 angegebenen charakteristischen Merkmalen.

[0006] Vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind Gegenstand der Unteransprüche.

[0007] Bei einem Verfahren zur Erzeugung eines synthetischen Antriebsgeräuschs für ein Kraftfahrzeug wird erfindungsgemäß ein periodisches Ansteuersignal dadurch generiert, dass ein Basissignal mittels eines Modulationssignals moduliert wird. Das Basissignal und/oder das Modulationssignal hängen von zumindest einem Fahrzeugbetriebsparameter und/oder einer Fahrzeugzustandsgröße ab.

[0008] Das Ansteuersignal kann mittels eines elektromechanischen Wandlers in Schall gewandelt werden und so einem Fahrzeuginnenraum und/oder einer Umgebung des Kraftfahrzeugs zugeführt werden. Ein Fahrzeuginsasse bzw. ein in der Umgebung des Kraftfahrzeugs befindlicher Verkehrsteilnehmer erhält somit eine Rückmeldung über das Kraftfahrzeug und in bevorzugter Weise über den Betriebszustand des Kraftfahrzeugs.

[0009] Vorteilhafter Weise wird das Verfahren beim Betrieb eines Elektro- oder Hybridfahrzeugs eingesetzt, da beim Betrieb des Kraftfahrzeugs mit einem elektrischen Antriebsaggregat eine akustische Rückmeldung gegebenenfalls technisch bedingt wegfällt und damit dem Geräuschrezipienten eine informative Rückmeldung fehlt.

[0010] Das Ansteuersignal wird mittels Signalgenerierungsalgorithmen, welche auf einfache mathematische Funktionen basieren, generiert. Die Signalerzeugung kann auf vorteilhafte Weise in Hardware, insbesondere in ein vorhandenes Fahrassistenzsystem des Kraftfahrzeugs einfach und ressourcenschonend implementiert werden.

[0011] Einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung zu Folge weist das Ansteuersignal für das synthetische Antriebsgeräusch eine Amplituden- und oder Frequenzmodulation auf, welche von dem zumindest einen Fahrzeugbetriebsparameter und/oder von der zumindest einen Fahrzeugzustandsgröße parametrisiert ist. Dadurch kann man das in Schall gewandelte synthetische Antriebsgeräusch mit einem rein ordnungsbasierten Geräusch eines verbrennungsmotorischen Antriebsstrangs des Kraftfahrzeugs assoziieren. Gleichzeitig bietet sich die Möglichkeit durch Einbringen der bereits beschriebenen Modulationen das Geräusch in vielfältiger Weise andersartig zu gestalten. In einer besonderen Ausgestaltungsform kann eine Geräuschkulisse simuliert werden, die sich an der gewohnten Geräuschkulisse (im Klangcharakter und/oder in der Änderung des Klangcharakters je nach Veränderung von Fahrzustandsparametern oder Fahrzeugbetriebsparametern) eines Kraftfahrzeugs mit Verbrennungsmotor orientiert.

[0012] Vorzugsweise sind der Fahrzeugbetriebsparameter und/oder die Fahrzeugzustandsgrößen eine Motorlast, eine Motordrehzahl, eine Fahrzeuggeschwindigkeit, ein Batterieladezustand, eine Restreichweite, eine Fahrzeugbeschleunigung, ein gewähltes Fahrprogramm, eine gewählte oder aktivierte Betriebsstrategie des Fahrzeugs, eine Fahrpedalstellung und/oder eine Fahrsituation. Auch die aktuelle Geräuschkulisse im

Fahrzeuginnenraum und/oder im Fahrzeugexterieur kann als Fahrzeugbetriebsparameter auf die synthetische Klangerzeugung Einfluss haben.

[0013] In einem bevorzugten Ausführungsbeispiel erfolgt eine spektrale Verdichtung des Ansteuersignals in Abhängigkeit der Fahrpedalstellung bzw. in Abhängigkeit der gewählten Betriebsstrategie des Kraftfahrzeugs. Somit wird eine entsprechende Geräuschcharakteristik des synthetischen Antriebsgeräuschs erzeugt, welche der eines Verbrennungsmotors bei Steigerung der Motorlast entspricht.

[0014] Bevorzugter Weise hängt das Basissignal und/oder das Modulationssignal in linear-affiner Weise vom Fahrzeugbetriebsparameter und/oder von der Fahrzeugzustandsgröße ab. Dabei wird zu einem Term, der proportional zu dem Fahrzeugbetriebsparameter bzw. der Fahrzeugzustandsgröße ist, ein Offsetterm addiert. Die Addition des Offsetterms kann sowohl aus klangästhetischen wie auch aus funktionalen Gründen erfolgen. Durch die Addition des Offsetterms wird auch dann ein Ansteuersignal zur Erzeugung des synthetischen Antriebsgeräuschs generiert, falls die entsprechende Fahrzeugzustandsgröße, insbesondere die Motordrehzahl auf Null abfällt. Beispielsweise ist damit eine Wahrnehmbarkeit des Kraftfahrzeugs auch im Stillstand sichergestellt.

[0015] Das Verfahren zur Erzeugung des synthetischen Antriebsgeräuschs ist insbesondere zur Implementierung in eine dazu geeignete Vorrichtung, wie beispielsweise in der deutschen Patentanmeldung P818727 (102010053351.3) der Anmelderin beschrieben, vorgesehen.

[0016] Ausführungsbeispiele der Erfindung werden im Folgenden anhand von Zeichnungen näher erläutert.

[0017] Dabei zeigen:

[0018] [Fig. 1](#) schematisch ein Prinzipschaltbild zur Generation eines Ansteuersignals, um ein amplitudenmoduliertes synthetisches Antriebsgeräusch zu erzeugen und

[0019] [Fig. 2](#) schematisch ein Prinzipschaltbild zur Generation eines Ansteuersignals, um ein frequenzmoduliertes synthetisches Antriebsgeräusch zu erzeugen.

[0020] Einander entsprechende Teile sind in allen Figuren mit den gleichen Bezugszeichen versehen.

[0021] [Fig. 1](#) illustriert schematisch ein Verfahren zur Erzeugung eines synthetischen Antriebsgeräuschs für ein Kraftfahrzeug, bei dem ein amplitudenmoduliertes Ansteuersignal AS in einem ersten Klangbaustein **1** generiert wird. Als Eingangsgröße für den Klangbaustein **1** wird bzw. werden ein oder mehrere Fahrzeugbetriebsparameter P.1 bis P.x und/oder eine oder mehrere Fahrzeugzustandsgrößen, wie beispielsweise eine Motorlast, eine Motordrehzahl, eine Fahrzeuggeschwindigkeit, ein Batterieladezustand, eine Restreichweite, eine Fahrzeugbeschleunigung, ein gewähltes Fahrprogramm, eine gewählte oder aktivierte Betriebsstrategie des Fahrzeugs, eine Fahrpedalstellung und/oder eine Fahrsituation und/oder eine vorhandene Innengeräuschkulisse verwendet.

[0022] In einem bevorzugten Ausführungsbeispiel dient die Motordrehzahl des Kraftfahrzeugs, insbesondere die Motordrehzahl eines elektrischen Traktionsantriebs des Kraftfahrzeugs als Eingangsgröße des ersten Klangbausteins **1**.

[0023] In einem ersten Skalierungsschritt **2** wird der Fahrzeugbetriebsparameter P.1 bis P.x in ein Basissignal B gewandelt, dessen Signalstärke in einem affin-linearen Zusammenhang zu dem zu Grunde liegenden Fahrzeugbetriebsparameter P.1 bis P.x steht. Das Basissignal B kann beispielsweise als elektrisches Signal oder als interner Datenwert realisiert sein. Die Signalstärke des Basissignals B steht zum Fahrzeugbetriebsparameter P.1 bis P.x in einer funktionalen Abhängigkeit der Form

$$f(x) = ax + b, \quad [1]$$

wobei in der oben angegebenen Formel x einen Wert des Fahrzeugbetriebsparameters P.1 bis P.x beschreibt und die Proportionalitätskonstante a und der Offsetterm b vorgebbare Konstanten sind. Das Basissignal B dient als Sollfrequenzvorgabe für einen ersten Oszillator **3**, welcher zur Erzeugung des periodischen Ansteuersignals AS dient. Dabei kann der erste Oszillator **3** gemäß verschiedenen Ausführungsbeispielen in unterschiedlichen Betriebsmodi betrieben werden und entsprechend periodisch wiederholende Ansteuersignale AS generieren, welche abschnittsweise im Wesentlichen einen sinus-, parabel-, dreieck-, rechteck- oder sägezahnförmigen

Verlauf aufweisen. Alternativ dazu kann auch eine beliebig andere vorgebbare nichtperiodische Funktion des ersten Oszillators **3** zur Erzeugung des Ansteuersignals AS periodisch fortgesetzt werden.

[0024] In einem zweiten Skalierungsschritt **4** wird aus dem Fahrzeugbetriebsparameter P.1 bis P.x oder der Fahrzeugzustandsgröße ein entsprechendes erstes Steuersignal ST1 erzeugt, welches in einem affin-linearen Zusammenhang zu dem zu Grunde liegenden Fahrzeugbetriebsparameter P.1 bis P.x steht. Das erste Steuersignal fungiert als Sollfrequenzvorgabe für einen zweiten Oszillator **5**, welcher ein periodisches Modulationssignal M generiert. Der zweite Oszillator **5** kann in verschiedenen Betriebsmodi betrieben werden, um entsprechend periodisch wiederholende Modulationssignale M zu erzeugen, welche abschnittsweise im Wesentlichen einen sinus-, parabel-, dreieck-, rechteck- oder sägezahnförmigen Verlauf aufweisen. Alternativ dazu kann auch eine beliebig andere vorgebbare nichtperiodische Funktion des zweiten Oszillators **5** zur Erzeugung des Modulationssignals M periodisch fortgesetzt werden.

[0025] Als Sollamplitudenvorgabe für den zweiten Oszillator **5** und zur Erzeugung des periodischen Modulationssignals M dient ein zweites Steuersignal ST2, das aus einem der Fahrzeugbetriebsparameter P.1 bis P.x oder den Fahrzustandsgrößen generiert wird. Dazu wird entsprechend dem Wert des Fahrzeugbetriebsparameters P.1 bis P.x dem Steuersignal ST2 eine Signalstärke zugeordnet, welcher aus einem entsprechenden Kennfeld **6** entnommen wird. Dazu sind im Kennfeld **6** entsprechenden Daten hinterlegt. Insbesondere kann so die Signalstärke des zweiten Steuersignals ST2 und somit die Amplitude des Modulationssignals M in einem nichtlinearen Zusammenhang mit dem zugrunde liegenden Fahrzeugbetriebsparameter P.1 bis P.x stehen.

[0026] Das periodische Modulationssignal M dient als Sollamplitudenvorgabe des ersten Oszillators **3**. Somit erzeugt der erste Oszillator **3** als Ausgangsgröße ein amplitudenmoduliertes Ansteuersignal AS, welches in anschließenden Verfahrensschritten einer weiteren Signalverarbeitung **7** unterworfen wird. Dabei kann beispielsweise das Ansteuersignal gefiltert oder verstärkt werden. Abschließend wird mittels des Ansteuersignals AS ein elektromechanischer Wandler, beispielsweise ein Lautsprecher, angesteuert, um das Ansteuersignal AS in Schallwellen mit entsprechendem Amplitudenverlauf und entsprechender Frequenz zu wandeln.

[0027] [Fig. 2](#) illustriert die Erzeugung eines frequenzmodulierten Ansteuersignals AS in einem zweiten Klangbaustein **8**. Dabei wird dem ersten Oszillator **3** als Eingangssignal und Sollamplitudenvorgabe das zweite Steuersignal ST2 zugeführt, dessen Signalstärke aus dem Kennfeld **6** in Abhängigkeit des Werts des Fahrzeugbetriebsparameters P.1 bis P.x oder der Fahrzustandsgröße entnommen wird.

[0028] Als Sollfrequenzvorgabe des ersten Oszillators **3** dient ein drittes Steuersignal ST3, welches im Wesentlichen aus einer Modulation des Modulationssignals M mit dem Basissignal B gebildet wird.

[0029] Analog zu der in [Fig. 1](#) gezeigten Erzeugung des amplitudenmodulierten Ansteuersignals AS im ersten Klangbaustein **1** steht das Basissignal B in einem affin-linearen Zusammenhang mit dem oder den eingehenden Fahrzeugbetriebsparametern P.1 bis P.x und/oder der oder den Fahrzustandsgrößen. Entsprechend wird das Modulationssignal M vom zweiten Oszillator **5** gebildet. Als Sollfrequenzvorgabe ST1 für den zweiten Oszillator **5** fungiert das erste Steuersignal ST1, das in dem in [Fig. 2](#) gezeigten Ausführungsbeispiel affin-linear von dem Fahrzeugbetriebsparameter P.1 bis P.x und/oder der Fahrzustandsgröße abhängt. Alternativ dazu kann auch ein statischer Parameter als Sollfrequenzvorgabe für den zweiten Oszillator **5** verwendet werden oder die Frequenz des zweiten Oszillators **5** in andere geeignete Weise dynamisch angesteuert werden. Als Sollamplitudenvorgabe des zweiten Oszillators **5** wird die Signalstärke des zweiten Steuersignals ST2 entsprechend der Kennlinie **6** bzw. Kennlinienschar in Abhängigkeit des Fahrzeugbetriebsparameters P.1 bis P.x und/oder der Fahrzustandsgröße gewählt.

[0030] In einem bevorzugten Ausführungsbeispiel entspricht die Modulationsfrequenz F_{Mod} des Modulationssignals M einem ganzzahligen Vielfachen der Basisfrequenz F_{Basis} des Basissignals B. In einem besonders bevorzugten Ausführungsbeispiel gilt

$$\frac{F_{Basis}}{F_{Mod}} = 2^n, \quad [2]$$

wobei n eine ganze Zahl aus dem Intervall $]-\infty, +\infty[$ bezeichnet.

[0031] Der zweite Oszillator **5** dient bei der Frequenzmodulation als Modulator. Der zweite Oszillator **5** gibt das Modulationssignal M aus, das mit einer vorgebbaren Hubfrequenz F_{Hub} in einem ersten Zwischenschritt Z1 des

Verfahrens multipliziert wird, um ein viertes Steuersignal ST4 zu erzeugen. Anschließend wird der modulierte Frequenzanteil des vierten Steuersignals ST4 auf die Basisfrequenz F_{Basis} des Basissignals B in einem zweiten Zwischenschritt Z2 addiert und so ein fünftes Steuersignal ST5 erzeugt, welches dem ersten Oszillator **3** als Sollfrequenzvorgabe zugeführt wird.

[0032] In einem bevorzugten Ausführungsbeispiel entspricht die Hubfrequenz F_{Hub} einem Vielfachen der Modulationsfrequenz F_{Mod} . Somit gilt:

$$\eta = \frac{F_{\text{Mod}}}{F_{\text{Hub}}} \quad [3]$$

Bevorzugter Weise wird mittels einer gezielten Variation des Parameters η eine spektrale Verdichtung des Ansteuersignals AS bzw. entsprechend eine spektrale Verdichtung des Klangspektrums des ausgegebenen synthetischen Antriebsgeräuschs erreicht.

[0033] Die spektrale Verdichtung entspricht vorteilhafter Weise der Geräuschkulisse eines Verbrennungsmotors bei Erhöhung der Motorlast. Dabei erfolgt die Ansteuerung des Parameters η in Abhängigkeit eines der Fahrzeugbetriebsparameter P.1 bis P.x und/oder der Fahrzustandsgröße, in besonders bevorzugter Weise in Abhängigkeit der Motorlast, einer Sollvorgabe für die Motordrehzahl oder einer Fahrpedalstellung des Kraftfahrzeugs. Der Parameter η ist somit eine mathematische Funktion, welche von dem oder den gewählten Fahrzeugbetriebsparametern P.1 bis P.x und/oder der oder den Fahrzustandsgrößen abhängt.

[0034] Bei der nachgeschalteten Signalverarbeitung **7** wird entsprechend dem in [Fig. 1](#) beschriebenen Verfahren das Ansteuersignal AS gefiltert und/oder verstärkt, bevor dieses in hörbare Schallwellen gewandelt wird.

[0035] Ebenso kann bei der Signalverarbeitung **7** ein Gesamtsignal erzeugt werden, das aus der Kombination einer Vielzahl von einzelnen Ansteuersignalen AS gebildet wird, welche in unterschiedlichen ersten und/oder zweiten Klangbausteinen **1**, **8** generiert werden. Das Gesamtsignal wird anschließend in hörbare Schallwellen gewandelt, um das synthetische Antriebsgeräusch zu erzeugen.

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 102010053351 [[0003](#), [0015](#)]

Patentansprüche

1. Verfahren zur Erzeugung eines synthetischen Antriebsgeräuschs für ein Kraftfahrzeug, **dadurch gekennzeichnet**, dass ein periodisches Ansteuersignal (AS) dadurch generiert wird, dass ein Basissignal (B) mittels eines periodischen Modulationssignals (M) moduliert wird, wobei das Basissignal (B) und/oder das Modulationssignal (M) von zumindest einem Fahrzeugbetriebsparameter (P.1 ... P.x) und/oder einer Fahrzeugzustandsgröße abhängen.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das periodische Modulationssignal (M) zur Erzeugung des Ansteuersignals (AS) als Sollfrequenz- oder Sollamplitudenvorgabe einem ersten Oszillator (3) zugeführt wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass das Basissignal (B) und/oder das Modulationssignal (M) vom Fahrzeugbetriebsparameter (P.1 ... P.x) und/oder von der Fahrzeugzustandsgröße in affin-linearer Weise abhängt.
4. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass eine Sollamplitudenvorgabe des Modulationssignals (M) mittels eines Kennfelds (6) in Abhängigkeit des Fahrzeugbetriebsparameters (P.1 ... P.x) und/oder der Fahrzeugzustandsgröße bestimmt wird.
5. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Modulationssignal (M) mit einer vorgebbaren Hubfrequenz (F_{Hub}) moduliert wird.
6. Verfahren nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Hubfrequenz (F_{Hub}) in Abhängigkeit zumindest einer der Fahrzeugbetriebsparameter (P.1 ... P.x) und/oder zumindest einer der Fahrzeugzustandsgrößen gesteuert wird.
7. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das synthetische Antriebsgeräusch mittels eines periodischen Gesamtsignals erzeugt wird, wobei das Gesamtsignal aus einer Kombination einer Vielzahl von einzelnen Ansteuersignalen (AS) gebildet wird.

Es folgt ein Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

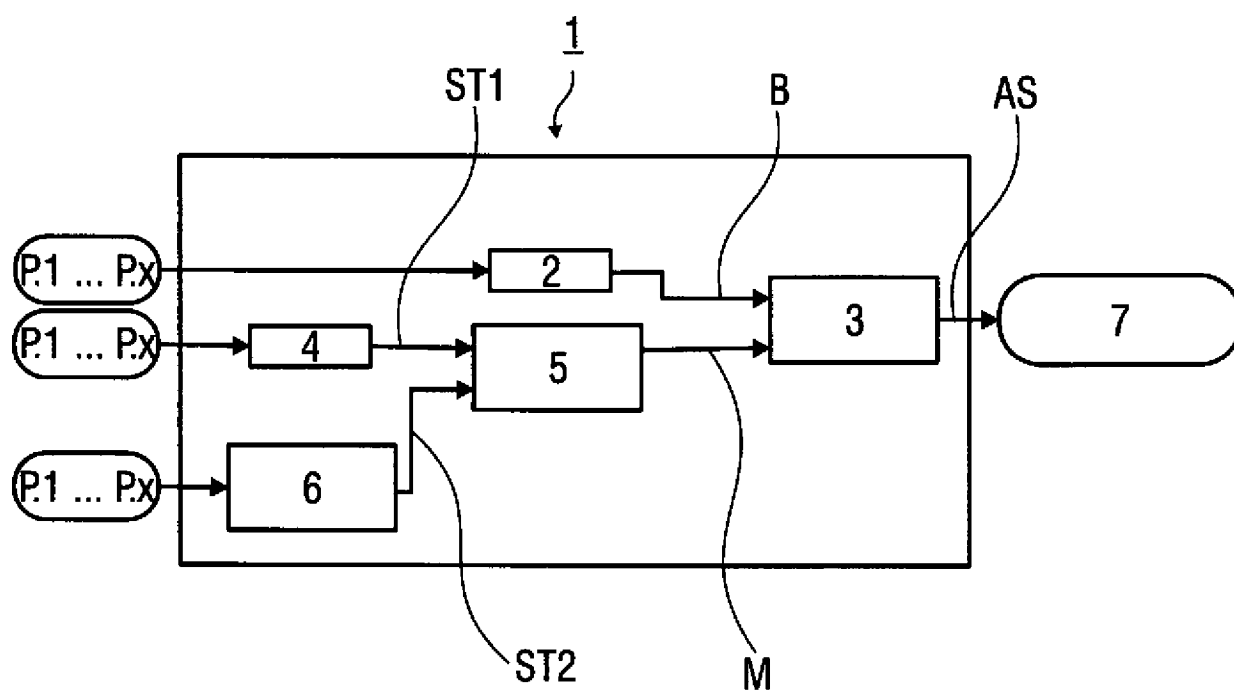


FIG 1

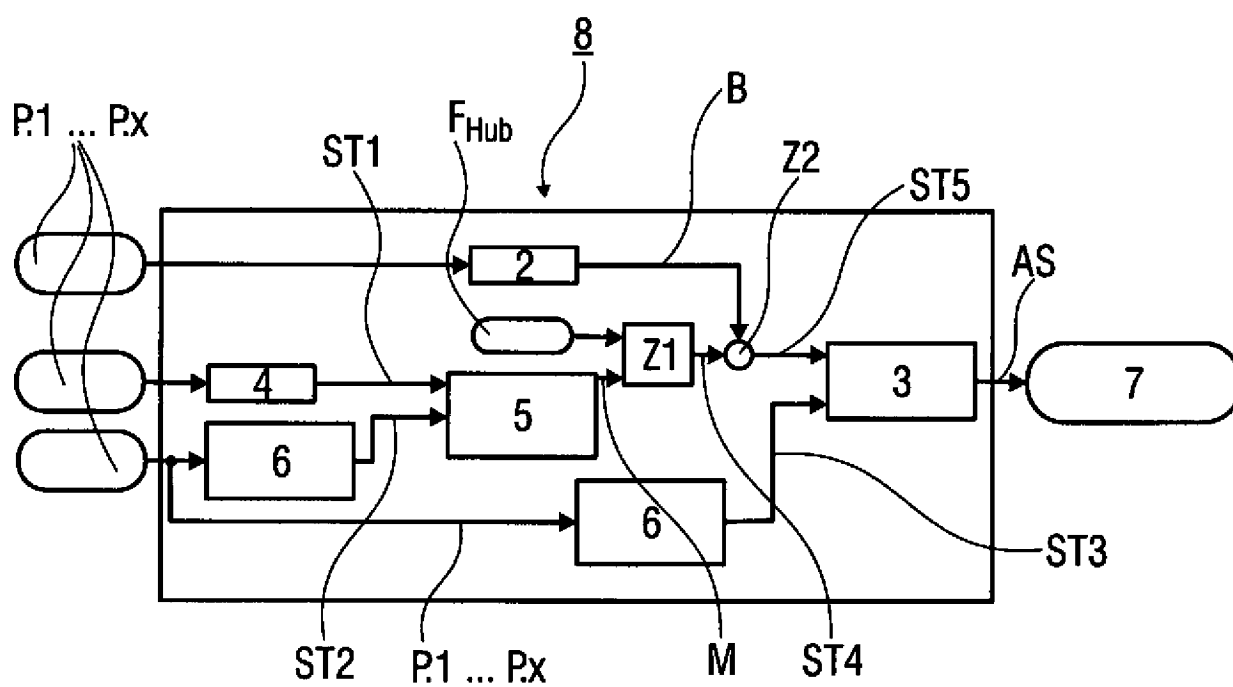


FIG 2