

Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 0 881 376 A2

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
02.12.1998 Patentblatt 1998/49

(51) Int. Cl.⁶: F02D 41/38, F02D 41/14

(21) Anmeldenummer: 98107392.7

(22) Anmeldetag: 23.04.1998

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU
MC NL PT SE
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL LT LV MK RO SI

(71) Anmelder:
DAIMLER-BENZ AKTIENGESELLSCHAFT
70567 Stuttgart (DE)

(72) Erfinder: Aschner, Werner
89073 Ulm (DE)

(30) Priorität: 28.05.1997 DE 19722253

(54) Elektronische Ruckeldämpfungseinrichtung für Brennkraftmaschinen

(57) Es wird eine elektronische Ruckeldämpfungseinrichtung für Brennkraftmaschinen mit elektronischer Kraftstoffeinspritzung in Kraftfahrzeugen vorgeschlagen, insbesondere für Dieselmotoren. Über ein Fahrpedal (11) wird ein Mengenwunschsinal (Me_W) vorgegeben und über ein PDT1-Filter (12) einem mit dem Steuersignaleingang der Kraftstoffeinspritzeinrichtung (10) verbundenen Summen (13) zugeführt. Ein Drehzahlsignal N wird über ein D2T2-Filter (14) gefiltert und im Summenpunkt (13) vom gefilterten Mengenwunschsinal (Me_D) abgezogen. Durch das gefilterte Mengenwunschsinal (Me_D) werden Lastsprünge und ein damit verbundenes unkomfortables Fahrverhalten vermieden und durch die Gegenkopplung der dem Drehzahlsignal N überlagerten Ruckelschwingung wird das Ruckeln gedämpft bzw. verhindert. Durch die beiden separaten Filter 12, 14 werden die Funktionen Mengen- und Ruckeldämpfung entkoppelt, was die Applikation vereinfacht.

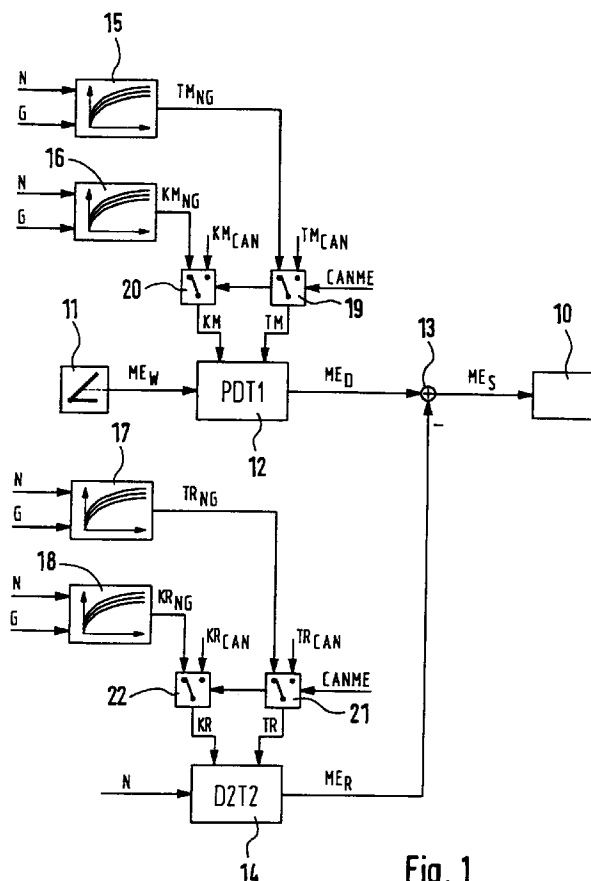


Fig. 1

EP 0 881 376 A2

Beschreibung

Die Erfindung betrifft eine elektronische Ruckeldämpfungseinrichtung für Brennkraftmaschinen mit elektronischer Kraftstoffeinspritzung in Kraftfahrzeugen, insbesondere Dieselmotoren, mit einem durch ein Fahrpedal vorgebbaren, einer Kraftstoffeinrichtung zugeführten Mengenwunschsinal und mit einem von der dem Drehzahlsignal der Brennkraftmaschine überlagerten Ruckelschwingung abgeleiteten gegengekoppelt der Kraftstoffeinspritzeinrichtung zugeführten Mengenkomponentensignal.

Um bei Kraftfahrzeugen mit elektronischer Kraftstoffeinspritzung Lastsprünge und ein damit verbundenes unkomfortables Fahrverhalten zu vermeiden, muß das über das Fahrpedal vorgebbare Mengenwunschsinal in geeigneter Weise gefiltert werden. Trotz der Filterung des Mengenwunschsinal sind jedoch schwingungsförmige Anregungen des Antriebsstranges möglich, die zu einem ruckelnden Fahrverhalten führen. Dieses Ruckeln kann man in bekannter Weise dämpfen, indem man die dem Drehzahlsignal überlagerte Ruckelschwingung über eine Filteranordnung dem Einspritzmengensignal gegenkoppelt.

Die bekannten Filteranordnungen für diesen Zweck sind relativ komplex und durch Verkopplungen und Rückkopplungen relativ unübersichtlich aufgebaut und daher schwierig zu applizieren.

Eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht daher darin, eine wirksame und komfortable Ruckeldämpfungseinrichtung zu schaffen, die sich leicht applizieren läßt.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß das Mengenwunschsinal über ein PDT1-Filter an einem mit dem Steuersignaleingang der Kraftstoffeinspritzeinrichtung verbundenen Summenpunkt und daß über ein separates D2T2-Filter gefilterte Drehzahlsignal als zu subtrahierendes Mengenkomponentensinal an diesem Summenpunkt anliegt.

Erfindungsgemäß wurden durch die beiden separaten Filter die Funktionen Mengendämpfung und Ruckeldämpfung entkoppelt, so daß sie sich unabhängig voneinander einstellen und optimieren lassen, wodurch die angestrebte vereinfachte Applikation erreicht wird. Die Filterfunktionen sind einfacher und leichter zu verstehen und zu optimieren. Für die Mengendämpfung hat sich ein PDT1-Filter und für die Ruckeldämpfung ein D2T2-Filter als am besten geeignet erwiesen.

Durch die in den Unteransprüchen aufgeführten Maßnahmen sind vorteilhafte Weiterbildungen und Verbesserungen dem im Anspruch 1 angegebenen Ruckeldämpfungseinrichtung möglich.

Die Amplitude und die Frequenz der Ruckelschwingungen sind bei einem Fahrzeug stark betriebspunktabhängig, wobei die wesentlichen Einflußgrößen die jeweils vorliegende Gangstufe und die Motordrehzahl sind. In vorteilhafterweise sind daher zur Vorgabe wenigstens eines Teils der Filterparameter für die Filter-

kennfelder vorgesehen, wobei die Filterparameter über diese Kennfelder wenigstens in Abhängigkeit der Drehzahl der Brennkraftmaschine und/oder der jeweils vorliegenden Gangstufe des Getriebes vorgebar sind, um in allen Betriebszuständen eine jeweils optimale Ruckeldämpfung zu erreichen.

Es hat sich auch als vorteilhaft erwiesen, wenigstens eine Umschalteneinrichtung zur Umschaltung zwischen einer kennfeldabhängigen Vorgabe von Filterparametern und einer Vorgabe von festen Filterparametern vorzusehen, wobei eine Umschaltung der Umschalteneinrichtung auf die festen Filterparameter bei externen Mengeneingriffen vorgesehen sind, die eine schnelle Reaktion der Kraftstoffeinspritzeinrichtung erfordern, und wobei die festen Filterparameter die Filterwirkung der Filter verringern oder beseitigen. Hierdurch ist beispielsweise sichergestellt, daß beim Einsetzen einer Antischlupfregleinrichtung (ASR) die Brennkraftmaschine unverzüglich reagiert.

Alternativ hierzu ist es prinzipiell auch möglich, ein Filter oder beide Filter durch eine Schalteinrichtung bei externen Motoreingriffen überbrückbar zu machen, die eine schnelle Reaktion der Kraftstoffeinspritzeinrichtung erfordern. Auch hierdurch wird die Verzögerung des Mengenwunsches durch Filter verhindert, wenn bestimmte schnelle Mengeneingriffe erforderlich sind.

Die erfindungsgemäße Ruckeldämpfungseinrichtung eignet sich vor allem für Dieselmotoren mit elektronisch geregelter Einspritzpumpe.

Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung ist in der Zeichnung dargestellt und in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert. Es zeigen:

Figur 1 Ein Blockschaltbild einer elektronischen Ruckeldämpfungseinrichtung als Ausführungsbeispiel der Erfindung,

Figur 2 ein Signaldiagramm zur Erläuterung der Wirkungsweise des PDT1-Filters, und

Figur 3 ein Bodediagramm zur Erläuterung der Wirkungsweise des D2T2-Filters.

Das in Figur 1 dargestellte Ausführungsbeispiel zeigt eine elektronische Ruckeldämpfungseinrichtung für Dieselmotoren mit einer elektronisch geregelten Einspritzpumpe 10. Die Erfindung ist jedoch auch für Dieselmotoren mit einer anderen elektronischen Kraftstoffeinspritzeinrichtung geeignet, sowie allgemein für Brennkraftmaschinen, also auch zum Beispiel für Ottomotoren, mit elektronischer Kraftstoffeinspritzung. Anstelle der Einspritzpumpe 10 tritt dann die jeweils vorgesehene Kraftstoffeinspritzvorrichtung.

Das von einem Fahrpedal 11 erzeugte Mengenwunschsinal Me_w wird über ein PDT1-Filter 12 und über einen hinter dem PDT1-Filter 12 angeordneten Summenpunkt 13 der Einspritzpumpe 10 als Steuersinal zugeführt. Im Summenpunkt 13 wird noch ein über

ein D2T2-Filter 14 gefiltertes Drehzahlssignal N, das von einem nicht dargestellten Drehzahlgeber an dem Dieselmotor abgenommen wird, gegengekoppelt. Dies bedeutet, daß das im D2T2-Filter 14 gefilterte Drehzahlssignal als durch die Ruckelschwingung erzeugte Mengenkomponente Me_R vom gefilterten Mengenwunschsinal Me_D am Ausgang des PDT1-Filters 12 abgezogen wird. Die Differenz ergibt das summierte Mengensignal Me_S das als effektives Mengensteuersignal der Einspritzpumpe 10 zugeführt wird.

Zur Vereinfachung wurde bei der Darstellung auf sonst übliche Komponenten der Einspritzmengenberechnung verzichtet, wie z.B. Leerlaufregler und Vorrichtungen zur Mengengrenzung.

Ein PDT1-Filter 12 hat die folgende Übertragungsfunktion:

$$\frac{Me_D(p)}{Me_W(p)} = k_M + \frac{(1-k_M)}{1+p \cdot T_M} = \frac{1+p \cdot T_M \cdot k_M}{1+p \cdot T_M}$$

Dabei ist gemäß Figur 2 k_M die Sprungkonstante und T_M die Zeitkonstante der Übertragungsfunktion bzw. des PDT1-Filters 12. p ist die bei Übertragungsfunktionen üblicherweise verwendete komplexe Frequenzvariable. Als Reaktion auf ein Mengenwunschsinal Me_W ergibt sich somit der in Figur 2 dargestellte gedämpfte Mengenverlauf Me_D der sich aus zwei Teilkomponenten zusammensetzt, nämlich aus einem sprunghörmigen Anteil der durch die Sprungkonstante k_M bestimmt ist, und einer e-Funktion, die durch die Zeitkonstante T_M charakterisiert ist. Durch die Filterung des Mengenwunschsinalen können Lastsprünge und ein damit verbundenes unkomfortables Fahrverhalten vermieden werden.

Die Übertragungsfunktion des D2T2-Filters 14 ist in Figur 3 in Form eines Bodediagramms dargestellt. Ein solches D2T2-Filter hat die folgende Übertragungsfunktion:

$$\frac{Me_R(p)}{N(p)} = \frac{p^2 \cdot k_R}{(1+p \cdot T_R)^2}$$

Dabei ist k_R der Verstärkungsfaktor und T_R die Zeitkonstante des als Ruckeldämpfers dienenden D2T2-Filters 14. Trotz der Filterung des Mengenwunschsinalen Me_W sind schwingungsförmige Anregungen des Antriebsstranges des Dieselmotors oder einer anderen Brennkraftmaschine möglich, die zu einem ruckelnden Fahrverhalten führen. Durch die D2T2-Filterung des Drehzahlssinalen N erhält man eine das Ruckeln dämpfende Mengenkomponente Me_R , die in der bereits beschriebenen Weise vom gefilterten Mengenwunschsinal Me_D abgezogen wird, um das summierte bzw. aktuelle Mengensinal Me_S zu erhalten.

Da die Amplitude und die Frequenz der Ruckel-

schwingungen bei Kraftfahrzeugen stark betriebspunktabhängig sind, sind mit festen Filterkonstanten zumindest in Teilbereichen nur unbefriedigende Ergebnisse zu erwarten. Wesentliche Einflußgrößen auf die Ruckelschwingungen sind die jeweils vorliegende Gangstufe G des Fahrzeuggetriebes und die Motordrehzahl N. Die vier Filterkonstanten für die beiden Filter 12, 14 werden daher in Abhängigkeit der Gangstufe G und der Motordrehzahl N über Kennfelder 15 bis 18 vorgegeben. Die Ermittlung der Kennfeldwerte erfolgt im wesentlichen über Rechnersimulation, wobei anschließend dann noch empirische Korrekturen bei Fahrversuchen durchgeführt werden. Im folgenden werden im Zusammenhang mit Figur 3 die Filterkonstanten T_M , k_M , T_R und k_R im folgenden auch als TM , KM , TR , und KR bezeichnet.

Die vier durch die Kennfelder 15 bis 18 festlegbaren Filterparameter werden über Umschaltstufen 19 bis 22 an Eingänge der Filter 12 und 13 gelegt, über die die Filterparameter vorgegeben werden können. Die dargestellten Schaltstellungen der Umschaltstufen 19 bis 22 sind die Schaltstellungen für den normalen Fahrbetrieb, in denen die von den Einflußgrößen G und N abhängigen Filterparameter TM_{NG} , KM_{NG} , TR_{NG} und KR_{NG} der Kennfelder 15 bis 18 an dem die Filterparameter festlegenden Filtereingängen der Filter 12 und 14 anliegen. Bei externen Mengeneingriffen, die eine sehr schnelle Lastreaktion des Dieselmotors oder einer anderen Brennkraftmaschine erfordern, wie zum Beispiel beim Eingriff einer Antischlupfregelvorrichtung (ASR) oder bestimmten Getriebesteuerungseingriffen, wird beispielsweise von einer zentralen Motorsteuerung oder von den einzelnen Steuerkomponenten aus ein Signal CANME den Umschaltstufen 19, 22 zugeführt, das jeweils eine Umschaltung in den anderen Schaltzustand bewirkt. In diesem anderen Schaltzustand liegen feste Filterparameterwerte TM_{CAN} , KM_{CAN} , TR_{CAN} und KR_{CAN} über diese Umschaltstufen 19 bis 22 an den Filtern 12 bis 14 an. Diese Einflußgrößen unabhängigen Filterkonstanten bewirken eine Verringerung der Filterwirkung dieser Filter 12, 14, so daß schnelle Mengensinalwechsel realisierbar sind. Dabei können diese Filterkonstanten auch so gewählt werden, daß die Filter völlig unwirksam sind. Beispielsweise erhält man generell sinnvolle Filtereigenschaften des PDT1-Filters 12 bei Werten der Sprungkonstanten KM zwischen 0 und 1. Wird nun KM auf 1 gesetzt, so ergibt sich keine Filterwirkung mehr.

Selbstverständlich ist es auch möglich, bei einfacheren Ausführungsformen die Filterkonstanten auch nur zum Teil über Kennfelder vorzugeben. Weiterhin können durch Kennfelder 15 bis 18 vorgegebene Einflußgrößen abhängige Filterkonstanten auch nur zum Teil über Umschaltstufen 19 bis 22 geführt werden. Beispielsweise kann im Falle des PDT1-Filters 12 auch die Umschaltstufe 19 entfallen, so daß nur eine Umschaltung der Sprungkonstanten KM möglich ist, was jedoch im Einzelfall ausreicht.

In Abwandlung des dargestellten Ausführungsbeispiels können die Filter 12 und 14 auch abgewandelte Filtereigenschaften aufweisen, sofern diese im Einzelfall sich als ausreichend oder vorteilhaft erweisen. Die einflußgrößenabhängige Vorgabe von Filterkonstanten über Kennfelder ist auch im Zusammenhang mit anderen Filtern bzw. Filtern mit anderen Filtereigenschaften von Vorteil und Bedeutung.

Anstelle der Umschaltstufe 19 bis 22 können auch Überbrückungsschalter für die Filter 12 und 14 treten, die von einem entsprechenden Steuersignal CANME betätigbar sind, d.h., bei Auftreten eines solchen Signals werden die Filter 12 und/oder 14 überbrückt.

Die Schalt- und Umschaltfunktionen werden bei heute üblicher Ausführung durch rechnergesteuerte Funktionen realisiert, was auch für die übrigen Komponenten wenigstens teilweise zutrifft.

Patentansprüche

1. Elektronische Ruckeldämpfungseinrichtung für Brennkraftmaschinen mit elektronischer Kraftstoffeinspritzung in Kraftfahrzeugen, insbesondere Dieselmotoren mit durch ein Fahrpedal vorgebbarem, einer Kraftstoffeinspritzeinrichtung zugeführten Mengenwunschsinal, und mit einem von der dem Drehzahlsignal der Brennkraftmaschine überlagerten Ruckelschwingung abgeleiteten gegengekoppelt der Kraftstoffeinspritzeinrichtung zugeführten Mengenkomponentensinal, dadurch gekennzeichnet, daß das Mengenwunschsinal (Me_W) über ein PDT1-Filter (12) an einem mit dem Steuersignaleingang der Kraftstoffeinspritzeinrichtung (10) verbundenen Summenpunkt (13) und das über ein separates D2T2-Filter (14) gefilterte Drehzahlsinal (N) als zu subtrahierendes Mengenkomponentensinal (Me_R) an diesem Summenpunkt (13) anliegt.

2. Ruckeldämpfungseinrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß zur Vorgabe wenigstens eines Teils der Filterparameter (TM , KM , TR , KR) für die Filter (12, 14) Kennfelder (15 bis 18) vorgesehen sind.

3. Ruckeldämpfungseinrichtung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Filterparameter über die Kennfelder (15 bis 18) wenigstens in Abhängigkeit der Drehzahl (N) der Brennkraftmaschine und/oder der jeweils vorliegenden Gangstufe (G) eines Getriebes vorgebar sind.

4. Ruckeldämpfungseinrichtung nach Anspruch 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, daß wenigstens eine Umschaltseinrichtung (19 bis 22) zur Umschaltung zwischen einer kennfeldabhängigen Vorgabe von Filterparametern (TM_{NG} , KM_{NG} , TR_{NG} , KR_{NG}) und einer Vorgabe von festen Filterparametern

(TM_{CAN} , KM_{CAN} , TR_{CAN} , KR_{CAN}) vorgesehen sind, wobei eine Umschaltung der wenigstens einen Umschaltseinrichtung (19 bis 22) auf die festen Filterparameter bei externen Mengeneingriffen vorgesehen ist, die eine schnelle Reaktion der Kraftstoffeinspritzeinrichtung (10) erfordern, und wobei die festen Filterparameter die Filterwirkung der Filter (12, 14) verringern oder beseitigen.

5. Ruckeldämpfungseinrichtung nach Anspruch 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, daß ein Filter oder beide Filter (12, 14) durch eine Schalteinrichtung bei externen Mengeneingriffen überbrückbar ist oder sind, die eine schnelle Reaktion der Kraftstoffeinspritzeinrichtung (10) erfordern.

6. Ruckeldämpfungseinrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das PDT1-Filter (12) die folgende Übertragungsfunktion aufweist:

$$\frac{Me_D(p)}{Me_W(p)} = k_M + \frac{(1-k_M)}{1+p \cdot T_M} = \frac{1+p \cdot T_M \cdot k_M}{1+p \cdot T_M}$$

wobei k_M die Sprungkonstante, T_M die Zeitkonstante und p die komplexe Frequenzvariable ist.

7. Ruckeldämpfungseinrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das D2T2-Filter (14) die folgende Übertragungsfunktion aufweist:

$$\frac{Me_R(p)}{N(p)} = \frac{p^2 \cdot k_R}{(1+p \cdot T_R)^2}$$

wobei k_R der Verstärkungsfaktor, T_R die Zeitkonstante und p die komplexe Frequenzvariable ist.

8. Ruckeldämpfungseinrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Kraftstoffeinspritzeinrichtung (10) eine elektronisch geregelte Einspritzpumpe ist.

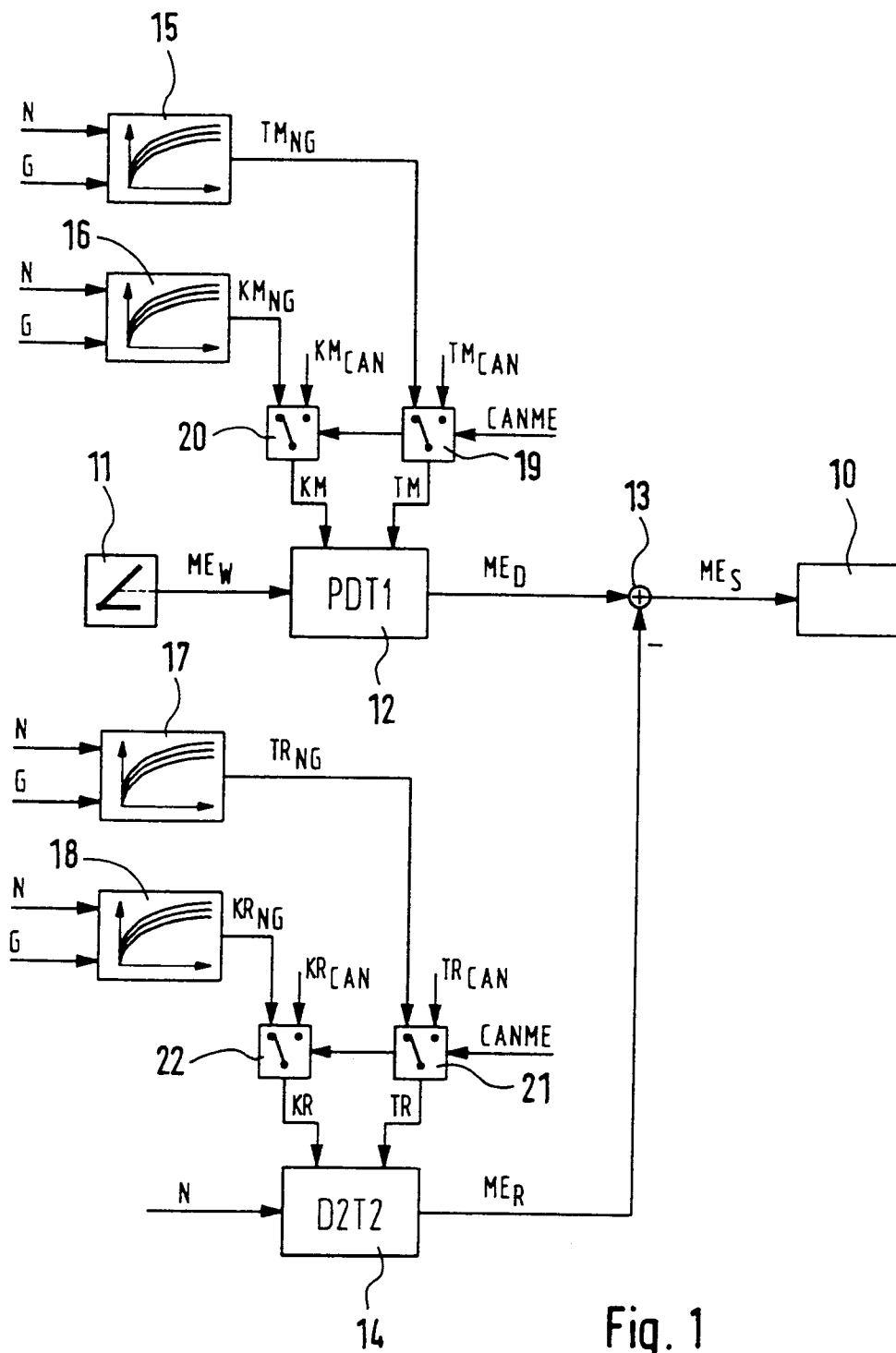


Fig. 1

