

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 0 992 666 A2

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG(43) Veröffentlichungstag:
12.04.2000 Patentblatt 2000/15(51) Int. Cl.⁷: **F02D 41/36**, F02D 41/14,
F02D 41/26, F02D 41/30(21) Anmeldenummer: **99117175.2**(22) Anmeldetag: **01.09.1999**

(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(30) Priorität: **08.10.1998 DE 19846393**

(71) Anmelder:

**Bayerische Motoren Werke Aktiengesellschaft
80809 München (DE)**

(72) Erfinder:

- **Meder, Georg**
80331 München (DE)
- **Albrecht, Florian**
85716 Unterschleißheim (DE)
- **Kofler, Franz**
80807 München (DE)

(74) Vertreter: **Zollner, Richard et al**
Bayerische Motoren Werke AG
Patentabteilung AJ-3
80788 München (DE)**(54) Zylinderselektive Regelung des Luft-Kraftstoff-Verhältnisses**

(57) Die Erfindung betrifft eine zylinderselektive Regelung des Luft-Kraftstoff-Verhältnisses bei einem mehrzylindrigen Verbrennungsmotor, bei der eine im Abgastrakt angeordnete Lamda-Sonde (30) ein einem Luft-Kraftstoff-Verhältnis entsprechendes Spannungssignal erzeugt, das Spannungssignal einer Recheneinheit (24) zugeführt wird, welche das Luft-Kraftstoff-Verhältnis für jeden einzelnen Zylinder bestimmt, eine Kraftstoffzuteilungseinheit eine Kraftstoff-Einspritzmenge zumindest in Abhängigkeit von einem Basis-Kraftstoffeinspritzwert und den ermittelten Luft-Kraftstoff-Verhältnissen der einzelnen Zylinder bestimmt und eine Kraftstoffzufuhreinheit (20) die von der Kraftstoffzuteilungseinheit bestimmte Kraftstoff-Einspritzmenge den Zylindern des Verbrennungsmotor (10) zuführt.

Die Aufgabe, eine obengenannte zylinderselektive Regelung auf einfache und kostengünstige Weise zu realisieren, ist dadurch gelöst, daß die Recheneinheit (24) das Spannungssignal kurbelwinkelsynchron erfaßt und einem bestimmten Zylinder zuordnet, daß für jeden Zylinder eine Spannungsabweichung in Relation zu den Spannungssignalen der benachbarten Zylindern bestimmt wird und daß eine Korrektur der Einspritzmenge in Abhängigkeit der Spannungsabweichung durchgeführt wird.

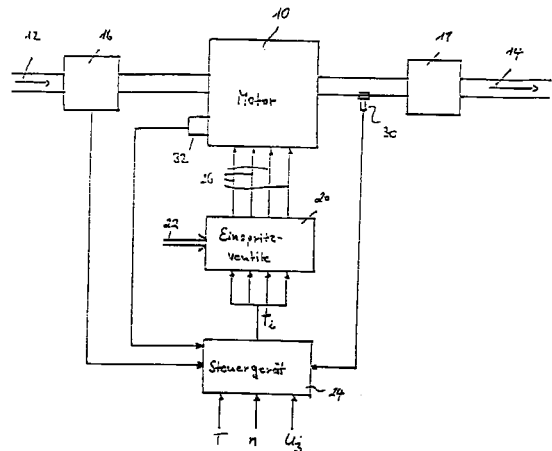


Fig. 1

EP 0 992 666 A2

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine zylinderselektive Regelung des Luft-Kraftstoff-Verhältnisses bei einem mehrzylindrigen Verbrennungsmotor sowie eine Vorrichtung zur Durchführung einer solchen zylinderselektiven Regelung gemäß den Oberbegriffen der Ansprüche 1 bzw. 7.

[0002] Es ist bekannt, daß für eine hohe Konvertierungs- bzw. Umwandlungsrate der in den Abgasen vorhandenen Schadstoffe ein geregelter Katalysatorbetrieb erforderlich ist. Dabei wird die Abgaszusammensetzung durch eine Lambda-Sonde überwacht, und bei einer Abweichung von einem Luftverhältnis $\lambda = 1$ wird die Luft-Kraftstoff-Zusammensetzung korrigiert.

[0003] Die Lambda-Sonde ist üblicherweise als Meßfühler im Abgasstrom vor dem Katalysator eingebaut und zwar nach einer Zusammenführung der Abgasrohre von den einzelnen Zylindern. Damit liefert die Lambda-Sonde einen gemittelten Wert über die einzelnen Zylinder. Gemischschwankungen zwischen den einzelnen Zylindern werden in der Regel aber nicht ausgeglichen und verursachen aus zwei Gründen eine Emissionsverschlechterung. Zum einen wird die Regelfrequenz der Lambda-Regelung durch Gemischunterschiede verkürzt. Dadurch wird das über Regelparameter eingestellte mittlere Lambda verfälscht. Zum anderen strömen die einzelnen Zylinder in der Regel verschiedene Bereiche des Katalysators an. Durch die Gemischunterschiede arbeiten diese Bereiche nicht im optimalen Lambdabereich.

[0004] In der EP 0 670 419 A1 und der EP 0 670 420 A1 sind Systeme zum Abschätzen der Luft-Kraftstoff-Verhältnisse in den einzelnen Zylindern eines mehrzylindrigen Verbrennungsmotors beschrieben. Mit diesem System soll den Gemischschwankungen zwischen den einzelnen Zylindern Rechnung getragen werden. Dabei wird ein mathematisches Modell entwickelt, um das Systemverhalten in Abhängigkeit eines Ausgabesignals eines Breitband-Luft-Kraftstoff-Sensors zu beschreiben. Eine Beobachtung der Entwicklung des Zustands des mathematischen Modells gibt einen Aufschluß über das Luft-Kraftstoff-Verhältnis in den einzelnen Zylindern, woraufhin eine entsprechende Kraftstoff-Luft-Verhältnisänderung für jeden Zylinder veranlaßt werden kann.

[0005] Das oben beschriebene Verfahren ist jedoch relativ rechenaufwendig und stützt sich auf die Signale von Breitband-Lambdasonden.

[0006] Aufgabe der Erfindung ist es, eine einfache zylinderselektive Regelung des Luft-Kraftstoff-Verhältnisses bei einem mehrzylindrigen Verbrennungsmotor der eingangs genannten Art anzugeben, das über eine lange Betriebsdauer funktionssicher ist und deren Entwicklungs- und Absicherungsaufwand geringer ausfällt. Ferner ist auf ein kostengünstiges System zu achten.

[0007] Diese Aufgabe wird durch die in den Ansprüchen 1 bzw. 7 genannten Merkmale verfahrens- bzw. vorrichtungstechnisch gelöst.

[0008] Um die Gemischschwankungen zwischen den Zylindern zu minimieren, werden die arbeitsspielsynchronen Spannungsschwankungen der in Form von Sprungsonden gewählten Lambda-Sonden ausgewertet und den einzelnen Zylindern zugeordnet. Insbesondere wird die Spannungsabweichung des Lambda-Sonden-Spannungssignals eines Zylinders in Relation zu den Spannungssignalen der - bezogen auf die Zündfolge - benachbarten Zylinder gebildet. Mit dem Differenzwert wird dann eine Korrektur der Einspritzung vorgenommen.

[0009] Gemäß einer vorzugsweisen Ausführungsform der Erfindung wird ein Korrekturwert für die Einspritzmenge aus einer Kennlinie oder einem Kennfeld entnommen.

[0010] Um die Rechenbelastung zu reduzieren, könnte die zylinderindividuelle Gemischanpassung oberhalb einer festen Grenzzahl abgeschaltet werden.

[0011] Vorzugsweise werden pro Zylinder zwei Korrektur-Werte für die Einspritzmenge berechnet, beispielsweise ein Term für langfristige und ein Term für kurzfristige Abweichungen (z.B. Tankentlüftung).

[0012] Der langfristige Term kann bei Erfüllung vorgegebener Bedingungen zu einer Lambda-Adaption einen Adaptionswert für die Zylindergemischanpassung bilden und nach Motorabstellen in der Haltephase des Steuergeräts nichtflüchtig gespeichert werden.

[0013] Insgesamt bringt die vorliegende Erfindung den Vorteil, daß von einer langen Betriebsdauer mit hoher Regelgenauigkeit ausgegangen werden kann. Ferner sind Sprungsonden deutlich kostengünstiger als Breitband-Lambda-Sonden, so daß allgemein mit geringeren Entwicklungs- und Herstellungskosten zu rechnen ist.

[0014] Die Erfindung wird nachfolgend anhand eines Ausführungsbeispiels und mit Bezug auf die beiliegenden Zeichnungen näher erläutert. Die Zeichnungen zeigen in

Fig. 1 einen schematischen Aufbau einer Vorrichtung zur Durchführung der erfindungsgemäßen zylinderselektiven Regelung und

Fig. 2 ein Zeitspannungsdiagramm bei einer Lambda-Sprungsonde.

[0015] In Fig. 1 ist eine Vorrichtung zur Durchführung der erfindungsgemäßen zylinderselektiven Regelung dargestellt. Dabei weist ein Motor 10 eine Mehrzahl von Zylindern auf. Im vorliegenden Fall besitzt der Motor 10 vier Zylinder.

[0016] Der Motor 10 wird über einen Einlaßtrakt 12 mit Luft versorgt, wobei die Luftmenge von einem Luftmengemesser 16 bestimmt wird. Ein entsprechendes Signal wird an ein Steuergerät 24 abgegeben.

[0017] Die Abgase des Motors werden über einen Abgastrakt 14 an die Umgebung abgeführt.

[0018] Im Abgastrakt ist ein Katalysator 18 zur Umwandlung der Schadstoffe in ungiftige Stoffe vorgesehen. Zwischen dem Motor 10 und dem Katalysator 18 ist eine Lambda-Sonde 30 angeordnet, die als Sprungsonde ausgebildet ist. Die Lambda-Sonde gibt ein der Abgaszusammensetzung entsprechendes Spannungssignal an das Steuergerät 24 ab. Bei einem mageren Gemisch ($\lambda > 1$) beträgt die Sondenspannung beispielsweise um 100 mV. Im Bereich $\lambda = 1$ ändert sich die Sondenspannung fast sprunghaft und erreicht bei fettem Gemisch ($\lambda < 1$) Werte von 800 mV und darüber. Gerade die starke Änderung der Sondenspannung im Bereich $\lambda = 1$ ermöglicht es, bereits geringe Abweichungen vom optimalen Luft-Kraftstoffverhältnis zu erkennen. Die vorliegende Erfindung basiert darauf, daß sich der Sprung zwar in einem schnellen Spannungsanstieg, jedoch nicht in einer reinen Rechteckspungcharakteristik manifestiert. Im übrigen ist es bekannt, daß Sprungsonden sehr zuverlässig und kostengünstig sind.

[0019] Das Steuergerät 24 erhält im vorliegenden Fall überdies Temperaturwerte T des Kühlmittels, Drehzahlwerte n über die Drehzahl des Motors sowie eine Betriebsspannung U_B .

[0020] Da bei der vorliegenden Erfindung die Spannungsschwankungen der Lambda-Sonden ausgewertet und den einzelnen Zylindern zugewiesen werden, ist es notwendig, das gerade vorliegende Arbeitsspiel eines jeden Zylinders zu kennen. Dazu wird im vorliegenden Signal ein Kurbelwellensensor 32 verwendet, dessen Signale ebenfalls an das Steuergerät 24 abgegeben werden.

[0021] Das Steuergerät 24 berechnet aufgrund der vorliegenden Informationen eine Einspritzzeit t_i für jeden Zylinder und gibt diese an Einspritzventile 20 weiter. Die Einspritzventile 20 liefern den von einer Kraftstoffzufuhr 22 erhaltenen Kraftstoff über Leitungen 26 entsprechend der Einspritzzeit t_i an die im Motor 10 arbeitenden Zylinder.

[0022] Das Steuergerät 24 berechnet zunächst eine Einspritzzeit für jeden Zylinder aufgrund der ihm vorliegenden Daten, wie Temperatur T, Drehzahl n und Luftmengensignale und erzeugt eine Grundeinspritzzeit ti_zyl_z , wobei der Buchstabe z einen bestimmten Zylinder bezeichnet. Zu dieser Grundeinspritzzeit wird sodann eine zylinderindividuelle Gemischanpassung berechnet und zwar aus der Differenz von zwei - bezogen auf die Zündfolge - benachbarten Zylinder.

[0023] Dies wird nachfolgend anhand Fig. 2 erläutert. In Fig. 2 ist ein Sonden Spannungssignal ULS_1_z über die Zeit S dargestellt. Im Verlauf der Spannung ist die Sonden Spannung für verschiedene Zylinder z angegeben.

[0024] Die Spannungsabweichung eines Zylinders z errechnet sich nun aufgrund der Spannungswerte der bezogen auf die Zündfolge benachbarten Zylinder. Die Spannungsdifferenz für den ersten Zylinder ($z=1$) $ULS_1_diff_1$ berechnet sich wie folgt:

$$ULS_1_diff_1 = ((ULS_1_3 + ULS_1_2)/2) - ULS_1_1.$$

[0025] Dabei ist ULS_1_z die Sonden Spannung am z-ten Zylinder. Entsprechend berechnen sich die Differenzen $ULS_1_diff_z$ bei den anderen Zylindern.

[0026] Entsprechend der ermittelten Spannungsabweichung wird aus einer Kennlinie eine Einspritzkorrektur $KF_ti_zyl_z$ entnommen. Mit dieser Korrektureinspritzzeit wird die Grundeinspritzzeit ti_zyl_z korrigiert.

[0027] Sind die Bedingungen zu einer Lambda-Adaption erfüllt, wird ein Adaptionswert der Zylindergemischanpassung gebildet und nicht flüchtig gespeichert.

[0028] Insgesamt ist mit der vorliegenden Erfindung eine einfache und kostengünstige Möglichkeit einer zylinders-elektiven Regelung gegeben.

Patentansprüche

1. Zylinderselektive Regelung des Luft-Kraftstoff-Verhältnisses bei einem mehrzylindrigen Verbrennungsmotor, bei der

- eine im Abgastrakt angeordnete Lambda-Sonde (30) ein einem Luft-Kraftstoff-Verhältnis entsprechendes Spannungssignal erzeugt,
- das Spannungssignal einer Berechnungseinheit (24) zugeführt wird, welche das Luft-Kraftstoff-Verhältnis für jeden einzelnen Zylinders bestimmt,
- eine Kraftstoffzuteilungseinheit eine Kraftstoff-Einspritzmenge zumindest in Abhängigkeit von einem Basis-Kraftstoffeinspritzwert und den ermittelten Luft-Kraftstoff-Verhältnissen der einzelnen Zylinder bestimmt und
- eine Kraftstoffzufuhreinheit (20) die von der Kraftstoffzuteilungseinheit bestimmte Kraftstoff-Einspritzmenge den Zylindern des Verbrennungsmotor (10) zuführt,

dadurch gekennzeichnet,

daß die Berechnungseinheit (24) das Spannungssignal kurbelwinkelsynchron erfaßt und einem bestimmten Zylinder zuordnet,

daß für jeden Zylinder eine Spannungsabweichung in Relation zu den Spannungssignalen der benachbarten Zylindern bestimmt wird und

daß eine Korrektur der Einspritzmenge in Abhängigkeit der Spannungsabweichung durchgeführt wird.

2. Zylinderselektive Regelung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet,

daß ein Korrekturwert für die Einspritzmenge aus einer Kennlinie oder einem Kennfeld entnommen wird.

3. Zylinderselektive Regelung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet,

daß eine Sprungssonde als Lamda-Sonde (30) verwendet wird.

4. Zylinderselektive Regelung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet,

daß die Korrektur oberhalb einer bestimmten Grenzdrehzahl nicht mehr durchgeführt wird.

5. Zylinderselektive Regelung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet,

daß pro Zylinder zwei Korrektur-Werte für die Einspritzmenge berechnet werden.

6. Zylinderselektive Regelung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet,

daß die Korrekturwerte nicht-flüchtig abgespeichert werden.

7. Vorrichtung zur Durchführung der zylinderselektiven Regelung des Luft-Kraftstoff-Verhältnisses bei einem mehrzylindrigen Verbrennungsmotor gemäß einem der Ansprüche 1 bis 6, bei der

- im Abgastrakt eine Lamda-Sonde (30) zur Erzeugung eines einem Luft-Kraftstoff-Verhältnis entsprechendem Spannungssignal vorgesehen ist,
- eine Bestimmungseinheit (24) vorgesehen ist, der das Spannungssignal zugeführt wird, um das Luft-Kraftstoff-Verhältnis für jeden einzelnen Zylinders zu bestimmen,
- eine Kraftstoffzuteilungseinheit vorgesehen ist, die eine Kraftstoff-Einspritzmenge zumindest in Abhängigkeit von einem Basis-Kraftstoffeinspritzwert und den ermittelten Luft-Kraftstoff-Verhältnissen der einzelnen Zylinder bestimmt, und
- eine Kraftstoffzufuhreinheit (20) vorgesehen ist, die von der Kraftstoffzuteilungseinheit bestimmte Kraftstoff-Einspritzmenge den Zylindern des Verbrennungsmotors (10) zuführt,

dadurch gekennzeichnet,

daß die Bestimmungseinheit (24) derart ausgebildet ist,

- um das Spannungssignal kurbelwinkelsynchron zu erfassen und einem bestimmten Zylinder zuzuordnen,
- für jeden Zylinder die Spannungsabweichung in Relation zu den Spannungssignalen der benachbarten Zylindern zu bestimmen und
- eine Korrektur der Einspritzmenge in Abhängigkeit der Spannungsabweichung durchzuführen.

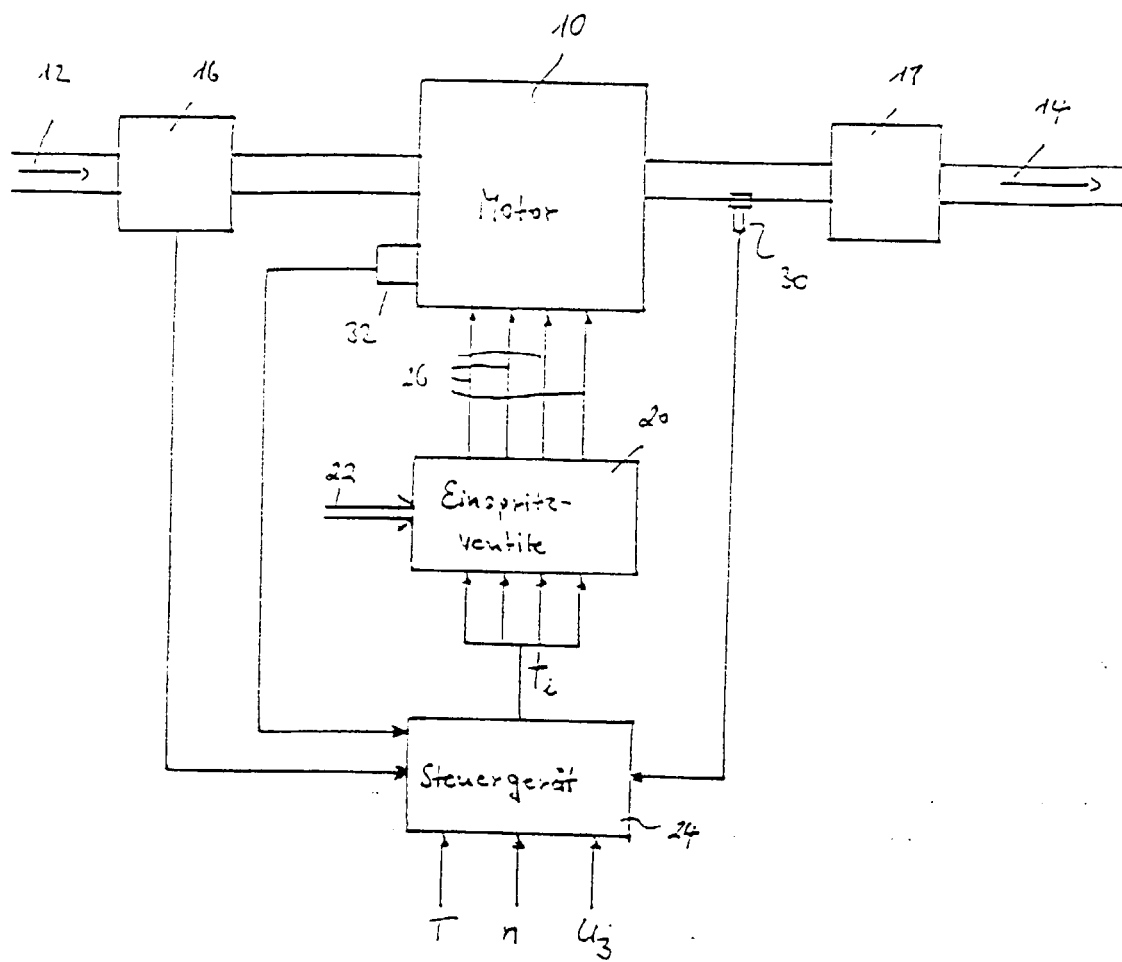


Fig. 1

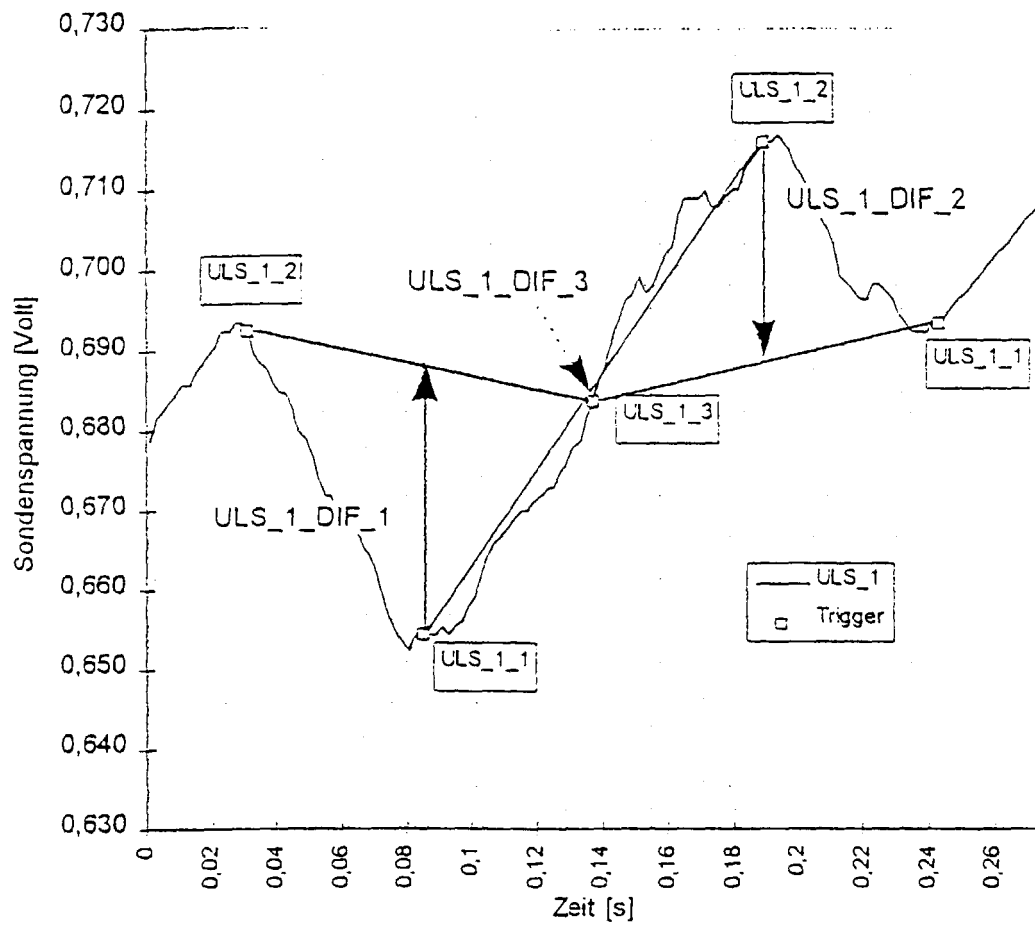


Fig. 2