

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 1 280 987 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:

28.12.2005 Patentblatt 2005/52

(51) Int Cl.7: **F02D 35/02**

(86) Internationale Anmeldenummer:

PCT/DE2001/001635

(21) Anmeldenummer: **01936012.2**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:

(22) Anmeldetag: **02.05.2001**

WO 2001/083968 (08.11.2001 Gazette 2001/45)

(54) **ABTASTVERFAHREN FÜR DRUCKSENSOREN BEI DRUCKBASIERTER
FÜLLUNGSERFASSUNG**

SCANNING METHOD FOR PRESSURE SENSORS USED IN THE PRESSURE-BASED
DETECTION OF FILLING LEVELS

PROCEDE DE BALAYAGE POUR DETECTEURS DE PRESSION UTILISES DANS LA DETECTION
DE NIVEAUX DE REMPLISSAGE, BASEE SUR LA PRESSION

(84) Benannte Vertragsstaaten:
DE FR IT

(73) Patentinhaber: **ROBERT BOSCH GMBH**
70442 Stuttgart (DE)

(30) Priorität: **04.05.2000 DE 10021647**

(72) Erfinder: **PFITZ, Manfred**
71665 Vaihingen (DE)

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
05.02.2003 Patentblatt 2003/06

(56) Entgegenhaltungen:

WO-A-95/16196

DE-A- 19 741 820

DE-C- 19 900 738

US-A- 4 991 554

EP 1 280 987 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

Technisches Gebiet

[0001] Bei heutigen Anwendungen von Abtastverfahren zur sensorgestützten, druckbasieren Füllungserfassung erfolgt eine Abtastung des Drucksensors alle 1 ms, danach erfolgt eine Aufsummation der Abtastwerte über ein Segment. Die Summe der Abtastwerte wird durch die Anzahl der Abtastungen geteilt, so daß ein arithmetischer Mittelwert erhalten wird, der eine Füllungsbe-
rechnung aufgrund der jeweiligen Partialdrücke von Restgas und Frischgas des Zylinders einer Verbrennungskraftmaschine erlaubt.

Stand der Technik

[0002] Bei dem bisher angewandten Verfahren erfolgt eine Abtastung eines Drucksignal sensierenden Drucksensors kontinuierlich alle 1 ms und anschließender Mittelwertbildung zwischen zwei Zündungen (Segment). Die erhaltenen Werte dienen zur Bestimmung des Gesamtpartialdruckes, bestehend aus dem Restgaspartialdruck und dem Frischgaspartialdruck. Eine Bestimmung des Gesamtpartialdruckes und die darauf beruhende Feillungsermittlung an den jeweiligen Zylindern einer Verbrennungskraftmaschine liefert nur bei symmetrischer Pulsationsamplitude präzise Werte, um eine indirekt über den Saugrohrdruck berechnete Füllungsbestimmung durchführen zu können. In der Praxis können die an der Verbrennungskraftmaschine auftretenden Pulsationsfortnen zum Zeitpunkt Einlaßventil schließt extrem unsymmetrisch sein; daher kann eine arithmetische Mittelwertbildung zur Bestimmung der Zylinderfrischluftfüllung unpräzise Ergebnisse liefern. Eine alle 1 ms erfolgende Abtastung ist wegen sporadisch auftretenden Störungen wesentlich empfindlicher als die Mittelwertbildung. Diese Störungen können z.B. durch elektromagnetische Einflüsse (EMV) hervorgerufen werden. Ein solcher elektrischer Störimpuls kann auch beispielsweise beim Kaltstart auftreten und das Meßergebnis des Drucksensors total verfälschen, so daß eine nicht zutreffende Füllungsbe-
rechnung für die Zylinder der Verbrennungskraftmaschine erfolgt. Daraus resultieren ein schlechtes Kaltstartverhalten, sowie eine starke, jedoch vermeidbare Emissionszunahme während der Startphase, die die Umwelt erheblich belastet, jedoch vermeidbar wäre.

[0003] Eine alle 1 ms erfolgende Abtastung des Drucksensors kann durch Störspitzen, etwa beim Kaltstart oder aufgrund von EMV-Einflüssen zu falschen Druckinformationen für die Frischgasbefüllungsberechnung führen, da die ermittelten Partialdrücke unzutreffend sind und die tatsächlichen Gegebenheiten nicht korrekt wiedergeben.

[0004] In der US-A-4991554 wird ein Zylinderdrucksignal zu einem vorbestimmten kurbelwellenwinkel ϑ_0 nach dem unteren Totpunkt UT gemessen.

Darstellung der Erfindung

[0005] Mit der erfindungsgemäß vorgeschlagenen Lösung läßt sich der Gesamtpartialdruck an den jeweiligen Zylindern einer Verbrennungskraftmaschine kurz vor dem Zeitpunkt "Einlaßventil schließt" (ES) mehrmals hintereinander messen. Es wird in vorteilhafter Weise ein Abtastverfahren vorgeschlagen, bei dem die Abtastwerte durch die Anzahl der Abtastungen geteilt werden und so ein repräsentativer, die tatsächlichen Gegebenheiten widerspiegelnder Mittelwertdruck zur weiteren Verarbeitung zur Verfügung steht. Anhand eines solcherart ermittelten, repräsentativen Mitteldruckes kann eine Berechnung der Frischgasfüllung im Zylinder durchgeführt werden. Durch die höhere Anzahl von Abtastungen des Druckes zum Zeitpunkt "Einlaßventil schließt" (ES) entspricht der im Saugrohr der Verbrennungskraftmaschine ermittelte Saugrohrdruck dem im Zylinder herrschenden Gesamtpartialdruck. Da eine große Anzahl von Abtastungen kurz hintereinander während des oben genannten Zeitpunktes vorgenommen werden, werden eventuell aufgenommene Fehlabtastungen, verursacht durch EMV oder andere Störspitzen während der Kaltstartphase ausgemittelt, so daß keine unzutreffende, weil verfälschte Druckinformation in die Frischgasfüllungsrechnung eingeht.

[0006] Ein weiterer mit der erfindungsgemäßen Lösung einhergehender Vorteil ist der Umstand, daß bei Motoren mit großem Verhältnis von Zylinder-/Saugrohrvolumen, d.h. bei extrem kleinem Saugrohr, die dämpfende Wirkung des Saugrohres in Bezug auf die Ansaugluftpulsationen sehr stark in seiner Wirkung reduziert ist. Eine Frischluftberechnung über den Saugrohrdruck wäre in diesem Falle nicht möglich, da das Drucksignal stationär zu große Pulsationen aufweist.

Zeichnung

[0007] Anhand der Zeichnung wird die Erfindung nachstehend näher erläutert.

[0008] Es zeigt:

Fig. 1 den Signalverlauf des Drucksensorsignals aufgetragen über der Zeitachse,

Fig. 2 den Verlauf des kontinuierlich alle 1 ms auftretenden Abtastsignales und Bezugssignal zur Kurbelwelle,

Fig. 3 das Erzeugen eines Abtastsignalpaketes zum Zeitpunkt "Einlaßventil schließt", aufgetragen über dem Kurbelwellenwinkel, und

Fig. 4 mit Mittelwertbildung über 1 Segment (Zeit zwischen zwei Zündungen).

Ausführungsvarianten:

[0009] In der Darstellung gemäß Fig. 1 ist der Signalverlauf des Drucksensorsignales über der Zeitachse aufgetragen.

[0010] In [mV] ist der Signalverlauf des Drucksensorsignales 1 über der Zeitachse 2 aufgetragen. Die Zeitachse 2 ist in [ms] skaliert. Aus der Darstellung des Drucksensorsignales 1 in Fig. 1 ist die Amplitude 3 des Drucksignales ohne weiteres ablesbar. Aus dem Verlauf des Drucksignales 1 geht hervor, daß die Pulsationsform des Drucksignales 1 über der Zeitachse, d.h. dem Kurbelwellenwinkel extrem unsymmetrisch verläuft.

[0011] Fig. 2 zeigt den Verlauf des Drucksignales, welches kontinuierlich im ms-Takt abgetastet wird und den Bezug zur Kurbelwelle.

[0012] In der oberen Hälfte der Fig. 2 ist der Verlauf des Drucksignales über der Zeitachse 2 aufgetragen; in der unteren Hälfte der Fig. 2 ist der Verlauf 1.2 des ms-Signales wiedergegeben und der Bezug zur Kurbelwelle.

[0013] Aus der Darstellung gemäß Fig. 3 geht die Generierung der Abtastfolge zum Zeitpunkt des Schließens des Einlaßventiles deutlicher hervor.

[0014] Die den Verlauf der Kurbelwellenumdrehung darstellende Horizontale ist zunächst für einen ersten Zylinder einer Verbrennungskraftmaschine mit einer Referenzmarke 5 (GRD-Wert) versehen. Von diesem Wert aus, der einer bestimmten Winkelstellung der Kurbelwelle entspricht, zählt ein in der Steuerungselektronik implementierter Softwarezähler 4 den Kurbelwellenwinkel, bei dem das Einlaßventil des betreffenden Zylinders der Verbrennungskraftmaschine schließt. Dieser Zeitpunkt ist mit Bezugszeichen 9 identifiziert. Während der Zeitspanne, die von der Referenzmarke 5 bis zum Zeitpunkt des Schließens des Einlaßventiles des betreffenden Zylinders der Verbrennungskraftmaschine vergeht, hat an dem ersten Zylinder einer Verbrennungskraftmaschine eine Zündung des verdichteten Kraftstoff/Luftgemisches stattgefunden, ferner hat der Kolben des betreffenden Zylinders 1 den Hubweg vom oberen Totpunkt 6 zum unteren Totpunkt 8 zurückgelegt. Das Ansaugen des Kraftstoff/Luftgemisches ist nun abgeschlossen, der Zeitpunkt 9 des Schließens des oder der betreffenden Einlaßventile am Zylinder ist nunmehr erreicht.

[0015] Das Einlaßventil ist im Begriff, in seinen geschlossenen Zustand überzugehen. Während dieses Vorganges wird der Gesamtpartialdruck des betreffenden Zylinders mehrmals hintereinander abgetastet und entsprechende Drucksignale aufgenommen. Die Abtastfolge 10, die den Abtastbereich 11 zum Zeitpunkt 9 des Schließens des Einlaßventiles überstreicht - beispielsweise über einer Mikrokontroller mit einer Quarzfrequenz von 24 MHz - erzeugt und ermöglicht Abtastfolgen 10 von Einzelimpulsen 11, die nur 160 µs auseinanderliegen. Verglichen mit einer alle 1 ms erfolgenden Abtastung wie sie bisher aus dem

[0016] Stand der Technik bekannt ist, sind Abtastabstände von 160 µs möglich, so daß eine etwa 6-mal häufigere Abtastung des Drucksignales pro Zylinder der Verbrennungskraftmaschine, verglichen mit bisherigen Anwendungen erfolgen kann.

[0017] Im Mikrocontroller mit einer beispielsweise 24 MHz betragenden Quarzfrequenz können die Abtastsignale bei der Berechnung und Auswertung derselben unterschiedlich gewichtet werden. So lassen sich die Drucksignale zum Zeitpunkt 9, d.h. des Schließens des Einlaßventiles einer Berechnung der Füllungsermittlung des betreffenden Zylinders bei der Mittelung unterschiedlich gewichten; die Signale, die recht früh in Bezug auf den Schließzeitpunkt 9 des Einlaßventiles liegen, oder diejenigen Signale, die spät liegen, können bei der Mittelwertbildung im Mikrocontroller wenig stark gewichtet werden, verglichen mit denjenigen Signalen, die unmittelbar vor dem tatsächlichen Schließzeitpunkt des Einlaßventiles erhalten werden. Diese Signale entsprechen mit sehr hoher Genauigkeit dem tatsächlichen Gesamtpartialdruck im entsprechenden Zylinder der Verbrennungskraftmaschine. Diese Signale lassen sich bei der Ermittlung des tatsächlichen Gesamtpartialdruckes im Zylinder der Verbrennungskraftmaschine bei der Mittelwertbildung dann stärker berücksichtigen. Die Mittelwertbildung im Druckkontroller aus Einzelabtastsignalen 11, die alle 160 µs aufgenommen werden, erfolgt bei A/D-Wandelzeiten von ca 10 µs und kann auch derart vorgenommen werden, daß alle Signalwerte gleichmäßig gewichtet in die Mittelwertberechnung eingehen. So wird vermieden, daß falsche Abtastinformationen die ermittelten Mittelweltergebnisse verfälschen und ein Drucksignal in die Frischgasfüllungsrechnung eingeht, welches insbesondere während der Kaltstartphase durch sporadisch auftretende Störungen oder EMV-Einflüsse verfälscht ist.

[0018] Bei weiterer Umdrehung der Kurbelwelle um ihre Kurbelwellenachse erfolgt gemäß Fig. 3 eine Zündung des verdichteten Kraftstoff/Luftgemisches in einem weiteren Zylinder, nämlich dem Zylinder 2 der Verbrennungskraftmaschine, welcher mit Bezugszeichen 13 gekennzeichnet ist. Der Zündzeitpunkt liegt einige Kurbelwellenwinkelgrade vor dem oberen Totpunkt des Zylinders 2 der Verbrennungskraftmaschine, in der Fig. 3 mit Bezugszeichen 14 bezeichnet.

[0019] Fig. 4 zeigt eine 1-ms-Abtastung mit Mittelwertbildung über 1 Segment.

[0020] Aus der nur schematisch wiedergegebenen Darstellung gemäß Fig. 4 geht hervor, daß die vom Sensor erhaltenen Drucksignale in einer Summationseinheit 17 sämtlich aufaddiert werden. Die Summationseinheit 17 ist über ein Rücksetzelement 16 auf den Wert 0 rücksetzbar. Über eine elektronisch implementierte Zähleinrichtung 15 wird die Anzahl der ermittelten Einzelabtastungen 12 innerhalb der Abtastfolge 10 aufgenommen. Auch die Zähleinrichtung 15 ist mit einem Rücksetzelement 18 versehen. Die Signale sowohl der Zähleinrichtung 15 als auch der Summationseinheit 17

werden an eine Mittelwertbildungsstufe 19 übertragen, wo eine Mittelwertbildung entweder gewichtet oder arithmetisch erfolgt. Bei einer gewichteten Mittelwertbildung werden diejenigen Signale, die in der Nähe des tatsächlichen Schließpunktes des Einlaßventiles liegen, stärker berücksichtigt, als diejenigen Signale, die weiter entfernt vom tatsächlichen Schließpunkt des Einlaßventiles liegen. Bei einer arithmetischen Mittelwertbildung werden die erhaltenen Druckwerte durch die Anzahl der ermittelten Einzelimpulse 12 geteilt. Innerhalb dieses Funktionsrahmens, gekennzeichnet durch Bezugszeichen 20, kann eine Mittelwertbildung erfolgen, der jedoch eine höhere Anzahl von den tatsächlichen Gesamtpartialdruckverhältnissen am Zylinder wiedergebenden Drucksignalen zugrundeliegen. Daher sind die solcher Art erhaltenen Mittelwerte wesentlich aussagekräftiger und spiegeln ein Abbild der tatsächlich am jeweiligen Zylinder, dessen Frischluftfüllung berechnet werden soll, vorliegenden Gegebenheiten wider. Mittels des erfindungsgemäß vorgeschlagenen Verfahrens ist die Abtastfrequenz genau zum kritischen Zeitpunkt, d.h. dem Schließen 9 des Einlaßventiles des jeweiligen Zylinders der Verbrennungskraftmaschine signifikant erhöht worden. Durch die Mittelwertbildung lassen sich weiterhin Störsignale und nur sporadisch auftretende Signale, die ein Meßergebnis erheblich verfälschen können, wirksam ausschließen.

Bezugszeichenliste

[0021]

1. Signalverlauf Drucksensorsignal
- 1.1 1-ms Signal
2. Zeitachse
3. Amplitude
4. Softwarezähler
5. Referenzmarke (GRD-Wert) 6. oberer Totpunkt Zylinder 1
7. Zündzeitpunkt Zylinder 1
8. unterer Totpunkt Zylinder 1
9. Schließzeitpunkt Einlaßventil
10. Abtastfolge
11. Abtastbereich
12. Einzelimpuls
13. Zündzeitpunkt Zylinder 2
14. oberer Totpunkt Zylinder 2
15. Zähleinrichtung Abtastanzahl
16. Rücksetzelement nach Segmentende
17. Summierer
18. Rücksetzelement nach Segmentende
19. Mittelwertbildner
20. Funktionsrahmen

Patentansprüche

1. Verfahren zur Abtastung eines Drucksensors, der

Drucksignale (1) erzeugt, der Drucksignale (1) aufnimmt, die einer Drucksignal-basierten Zylinderfüllungsberechnung zur Berechnung der Frischgasfüllung der Zylinder einer Verbrennungskraftmaschine zugrundegelegt werden, **dadurch gekennzeichnet, daß** zum Zeitpunkt des Schließens (9) des jeweiligen Einlaßventiles an den jeweiligen Zylindern einer Verbrennungskraftmaschine das Drucksignal (1) durch eine Folge (10) von Abtastungen mehrmals hintereinander aufgenommen wird.

2. Verfahren gemäß Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, daß** der Gesamtpartialdruck im Zylinder der Verbrennungskraftmaschine kurz vor dem Zeitpunkt (9) des Schließens des Einlaßventiles mehrmals hintereinander aufgenommen wird.
3. Verfahren gemäß Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Zahl der Einzelabtastungen (12) innerhalb der Abtastfolge (10) von Abtastungen abhängig von der Grundpulsation der Verbrennungskraftmaschine ist.
4. Verfahren gemäß Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Abtastfolge (10) der Einzelabtastungen (12) bei 160 µs liegt.
5. Verfahren gemäß Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, daß** aus der Anzahl der Einzelabtastungen (12) innerhalb der Abtastfolge (10) ein repräsentativer Drehzahlwert zur Berechnung der Frischgasfüllung im Zylinder zur Verfügung steht.
6. Verfahren gemäß Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Generierung der Abtastfolge (10) nach Ablauf einer Zeitspanne (4) nach einer Referenzmarke (5) erfolgt.
7. Verfahren gemäß Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Abtastfolge (10) nach Passage des unteren Totpunktes (8) des jeweiligen Zylinders der Verbrennungskraftmaschine generiert wird.
8. Verfahren gemäß Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Abtastfolge (10) von einem Mikrokontroller mit einer Quarzfrequenz von 24 MHz, bei A/D-Wandelzeiten von ca. 10 µs erzeugt wird.

Claims

1. Method for sampling a pressure sensor which generates pressure signals (1) and which picks up pressure signals (1) which are used as the basis for a pressure-signal-based cylinder charge calculation for calculating the fresh gas charge of the cylinders of an internal combustion engine, **characterized in that** at the time when the respective inlet valve on

the respective cylinders of an internal combustion engine is closed (9) the pressure signal (1) is recorded repeatedly in succession by means of a sequence (10) of sampling operations.

2. Method according to Claim 1, **characterized in that** the overall partial pressure in the cylinder of the internal combustion engine is recorded repeatedly in succession just before the time (9) when the inlet valve closes. 5
3. Method according to Claim 1, **characterized in that** the number of individual sampling operations (12) within the sampling sequence (10) of sampling operations is dependent on the basic pulsation of the internal combustion engine. 10
4. Method according to Claim 1, **characterized in that** the sampling sequence (10) of the individual sampling operations (12) is 160 μ s. 15
5. Method according to Claim 1, **characterized in that** a representative rotational speed value for calculating the fresh gas charge in the cylinder is made available from the number of individual sampling operations (12) within the sampling sequence (10). 20
6. Method according to Claim 1, **characterized in that** the sampling sequence (10) is generated after the expiry of a time period (4) after a reference mark (5). 25
7. Method according to Claim 1, **characterized in that** the sampling sequence (10) is generated after the passage of the bottom dead centre (8) of the respective cylinder of the internal combustion engine. 30
8. Method according to Claim 1, **characterized in that** the sampling sequence (10) is generated by a micro controller with a quartz frequency of 24 MHz with A/D conversion times of approximately 10 μ s. 35

Revendications

1. Procédé de balayage d'un détecteur de pression, qui génère des signaux de pression (1) et reçoit des signaux de pression (1), utilisés dans le cadre d'un calcul du niveau de remplissage d'un cylindre basé sur les signaux de pression pour calculer le niveau de remplissage en gaz neuf des cylindres d'un moteur à combustion interne, **caractérisé en ce qu'** au moment de la fermeture (9) de la soupape d'admission respective sur les cylindres respectifs d'un moteur à combustion interne, le signal de pression (1) est reçu plusieurs fois successivement par une séquence (10) de balayages. 45

2. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** la pression partielle globale dans le cylindre du moteur à combustion interne est reçue plusieurs fois successivement peu avant l'instant (9) de la fermeture de la soupape d'admission. 50
3. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** le nombre de balayages individuels (12) à l'intérieur de la séquence (10) de balayages dépend de la pulsation de base du moteur à combustion interne. 55
4. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** la séquence (10) des balayages individuels (12) est d'environ 160 μ s.
5. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce qu'** à partir du nombre de balayages individuels (12) à l'intérieur de la séquence de balayages (10), on dispose d'une valeur de régime représentative pour le calcul du niveau de remplissage en gaz neuf dans le cylindre.
6. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** la génération de la séquence de balayages (10) s'effectue après écoulement d'une période (4) suivant un repère de référence (5).
7. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** la séquence de balayages (10) est générée après le passage du point mort bas (8) du cylindre respectif du moteur à combustion interne.
8. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** la séquence de balayages (10) est générée par un microcontrôleur ayant une fréquence de quartz de 24 MHz, pour des temps de conversion analogique/numérique A/N d'environ 10 μ s.

Fig.1

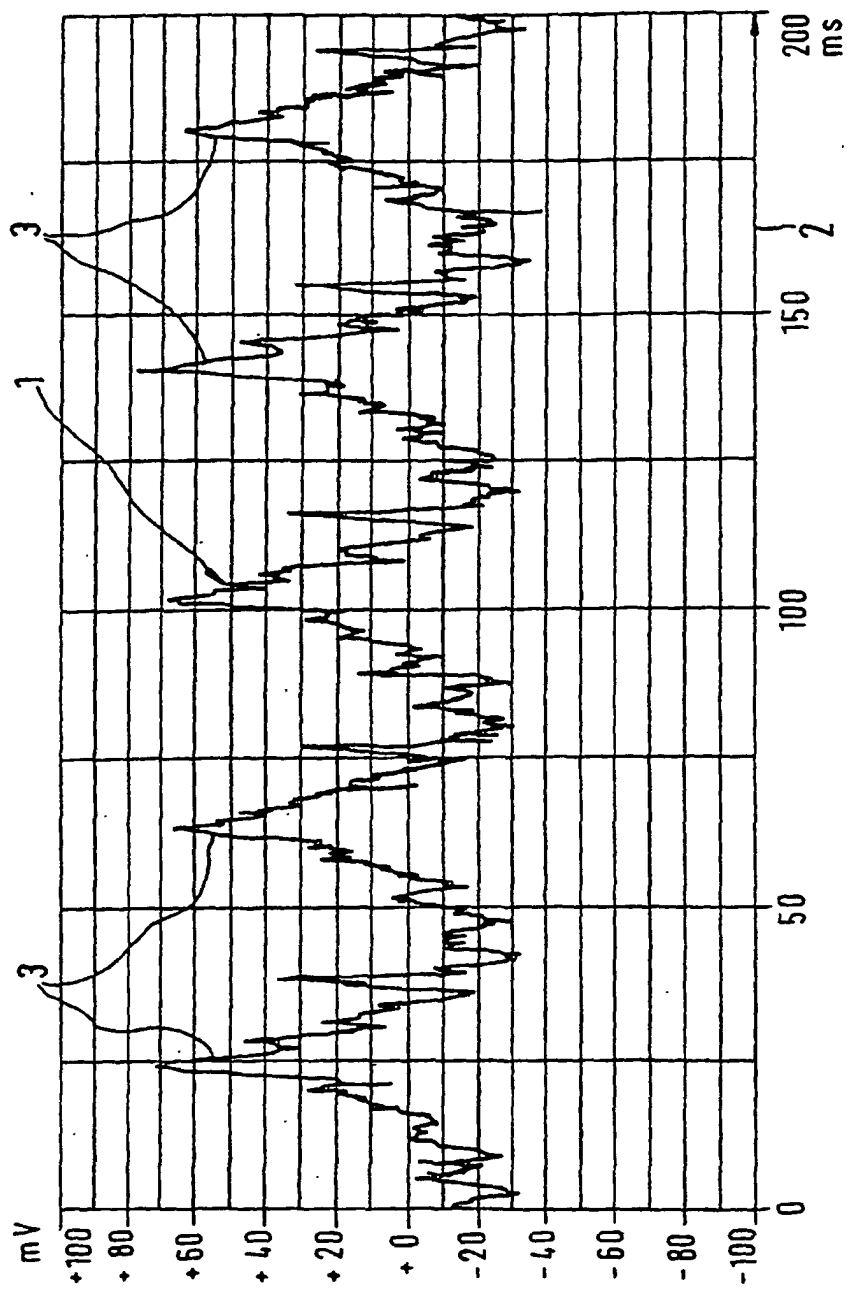
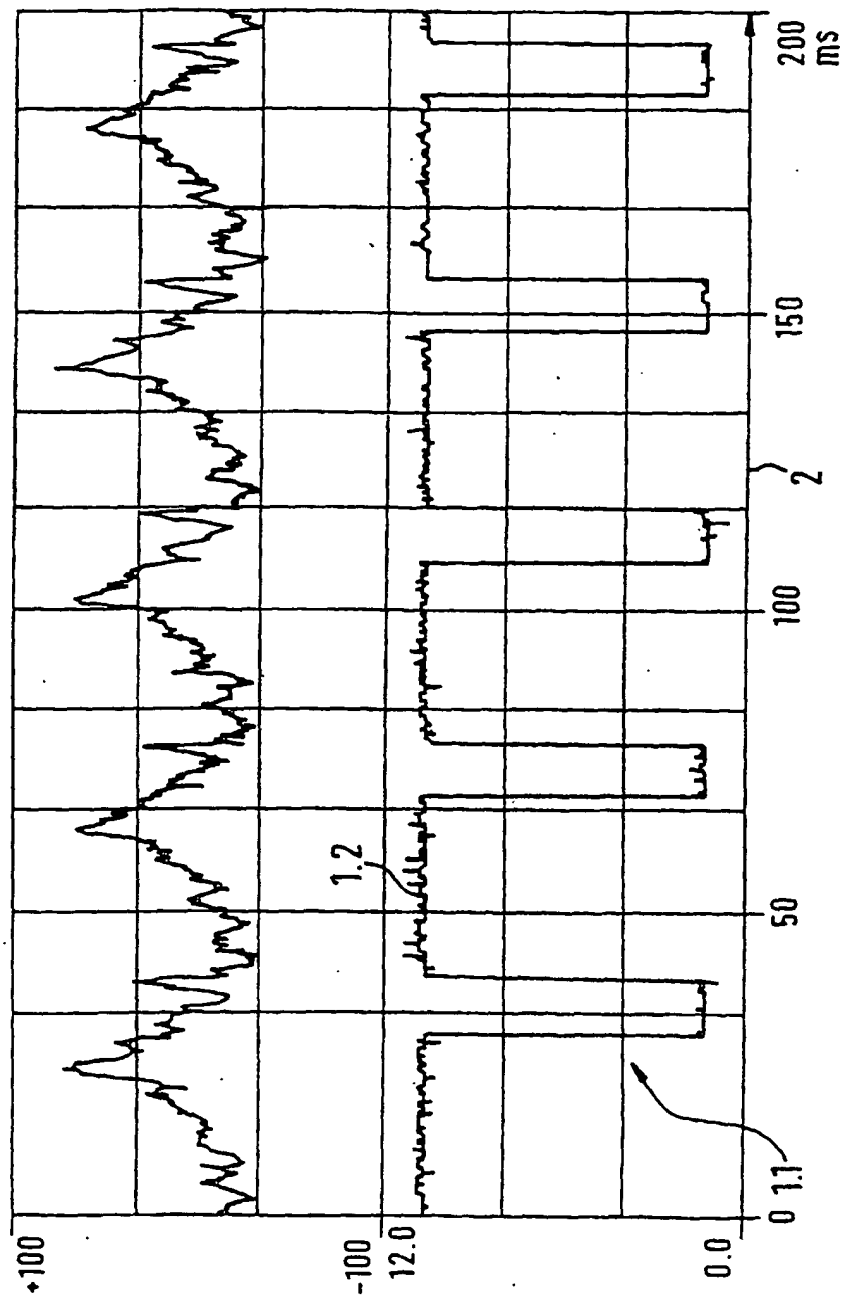


Fig.2



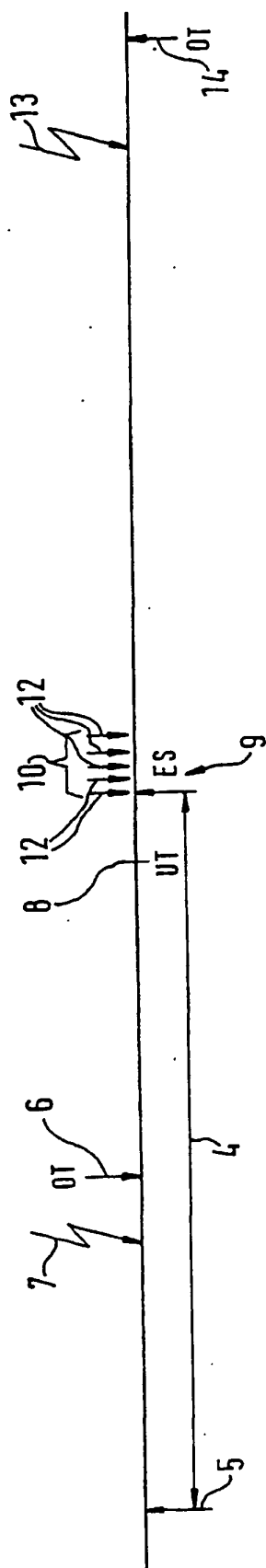


Fig. 3

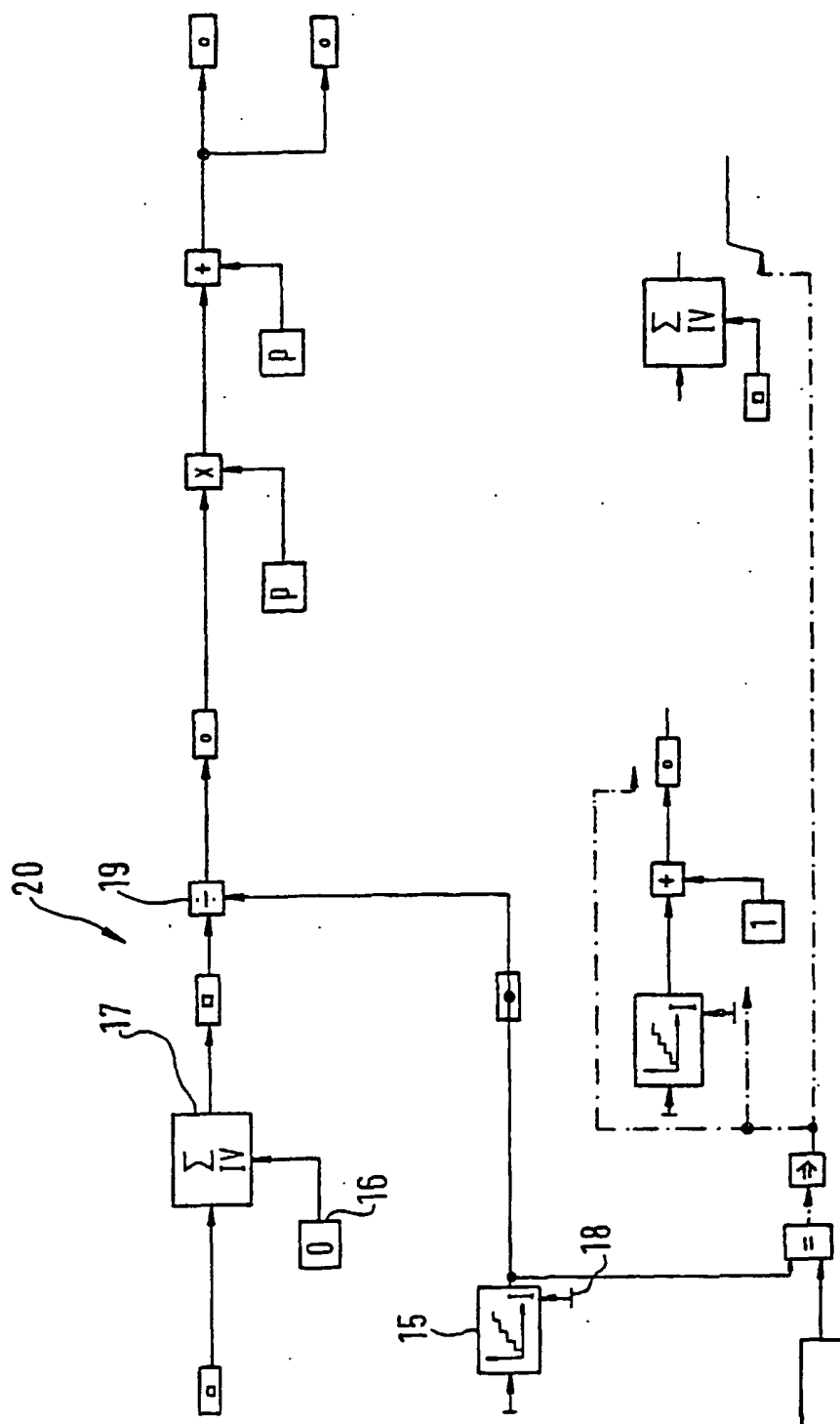


Fig. 4