(19) Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11) EP 0 943 055 B1

(12) # EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
01.10.2003 Patentblatt 2003/40

(21) Anmeldenummer: **98943636.5**

(22) Anmeldetag: **03.07.1998**

(51) Int Cl.[7]: **F02P 17/12**

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/DE98/01839

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 99/018350 (15.04.1999 Gazette 1999/15)

(54) **VERFAHREN UND VORRICHTUNG ZUR ERFASSUNG DES IONENSTROMS AN BRENNKRAFTMASCHINEN**

METHOD AND DEVICE FOR DETERMINING THE ION FLOW IN INTERNAL COMBUSTION ENGINES

PROCEDE ET DISPOSITIF DE DETERMINATION DU FLUX IONIQUE SUR LES MOTEURS A COMBUSTION INTERNE

(84) Benannte Vertragsstaaten:
DE FR IT SE

(30) Priorität: **07.10.1997 DE 19744163**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
22.09.1999 Patentblatt 1999/38

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

(72) Erfinder:
- **KETTERER, Markus**
  D-70439 Stuttgart (DE)
- **GUENTHER, Achim**
  D-70499 Stuttgart (DE)
- **NIESSNER, Udo**
  D-74379 Ingersheim (DE)
- **FOERSTER, Juergen**
  D-09123 Chemnitz (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
DE-A- 3 128 027

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).

EP 0 943 055 B1

Beschreibung

Stand der Technik

[0001] Die DE-A-3128027 offenbart eine Vorrichtung zum Erkennen des Klopfens bei Brennkraftmaschinen mit mindestens einem den Ionenstrom messenden Sensor, wobei eine Vergleichseinrichtung zum Vergleich des Ionenstrom-Signals eines gezündeten Zylinders mit dem Ionenstrom-Signal eines nicht gezündeten Zylinders vorgesehen ist,
und wobei
jeweils ein Integrator der Vergleichseinrichtung (10) vorgeschaltet ist, der das Ionenstrom des gezündeten und des nicht gezündeten Zylinders innerhalb eines Meßfensters aufintegriert.

[0002] Bei Verbrennungen kann durch chemische und physikalische Vorgänge eine Ionisierung der beteiligten Gase erfolgen.
Wird an zwei voneinander isoliert in das Gas hineinragenden Elektroden eine Spannung angelegt, kann ein Strom gemessen werden. Dieser wird nachfolgend als Ionenstrom bezeichnet.

[0003] Dieses Phänomen ist auch an Brennkraftmaschinen, z.B. an Ottomotoren, zu beobachten. Seit langem wird versucht, den Ionenstrom für verschiedene Motorsteuerungs- und Diagnosefunktionen einzusetzen, beispielsweise für Klopfdetektion, Aussetzererkennung, Phasenerkennung, Schätzung des Verbrennungsdruckes bzw. der Lage des Druckmaximums, Bestimmung der Gemischzusammensetzung und Erkennung der Magerlaufgrenze.

[0004] Als Meßsonde wird üblicherweise die Zündkerze verwendet. Nach Anlegen einer Spannung zwischen Mittelelektrode und Masse kann nach Abklingen des Zündfunkens der Ionenstrom gemessen werden.

[0005] Dabei treten folgende Probleme auf:

[0006] Aufgrund von Nebenschlußwiderständen außerhalb und innerhalb der Zündkerze (z.B. Verschmutzung des Zündkerzenisolators) kommt es zu einem Stromoffset, der eine exakte Erfassung des durch die Verbrennung erzeugten Ionenstromes stört. Dieser Stromoffset ist zu eliminieren.

[0007] Während der Brenndauer des Zündfunkens ist keine Ionenstrommessung möglich. Eine Ausblendung kann im Ionenstrommeßsignal zu Signalsprüngen führen, welche beispielsweise bei einer nachfolgenden Klopferkennung zu Fehldetektionen führt. Der Zündvorgang ist ohne Störung des Meßsignals auszublenden.

[0008] Zur Auswertung des Ionenstromsignals kommen in Analogtechnik realisierte Verfahren und Komponenten, z.B. Kurzzeitintegratoren, oder in Digitaltechnik realisierte Verfahren und Komponenten zur Anwendung. Es ist üblich, die Meßsignale mehrere Zylinder nacheinander auf diese Resourcen zu schalten, um Kosten zu sparen (Multiplexing). Das Multiplexing ist ohne Übersprechen zwischen den Zylinderkanälen auszuführen. Weiterhin ist zu verhindern, daß die nun kürzeren zylinderindividuellen Signalabschnitte zu einer Qualitätsminderung bei der Offsetkorrektur führen. Verbesserung der Sicherheit und Robustheit von Motorsteuerungs- und Diagnosefunktionen durch Nutzung dieser Signale mit verbessertem Störabstand zur Merkmalsbildung .

[0009] Die Aufgabe der Erfindung besteht in der Angabe eines Verfahrens, das die genannten Probleme löst.

[0010] Das erfindungsgemäße Verfahren und die erfindungsgemäße Vorrichtung, gemäß Anspruch 1, 2 bzw. 11, 12, zur Erfassung des Ionenstroms an Brennkraftmaschinen wird im folgenden anhand eines Ausführungsbeispiels mit Bezug auf die Figuren 1 bis 4 erläutert.

[0011] Die Einbindung des Verfahrens und der Vorrichtung in das technische Umfeld wird in Figur 1 in Form einer Blockdarstellung verdeutlicht. Konkrete Ausgestaltungen der wesentlichen Signalverarbeitungsblöcke werden in Figur 2 bis Figur 4 unter Einbeziehung von Signalbeispielen näher erläutert.

[0012] Im einzelnen ist in Figur 1 die komplette Signalverarbeitungskette dargestellt. Am Anfang dieser Kette steht der Verbrennungsprozeß (2), der durch die Zündung (1) eingeleitet wird. Bei ordnungsgemäßer Gemischverbrennung findet im Brennraum eine Ionisation statt. Das Mittel (3) dient zur Erzeugung und Messung eines Ionenstromsignals (s1), welches Rückschlüsse auf den Ionisationsprozeß während der Gemischverbrennung zuläßt. Daran schließt sich ein Mittel (4) an, in welcher die erfindungsgemäße Maskierung und Offsetwertkorrektur des Ionenstromsignals stattfindet. Mit Hilfe einer Multiplexereinrichtung (5) werden die Ionenstromsignale (s2) von unterschiedlichen Zylindern vorteilhafterweise zu einem Summensignal (s3) zusammengefaßt. Die erfindungsgemäße Aufbereitung des Signals (s3) ermöglicht die Nutzung desselben neben der Aussetzererkennung auch für weiterreichende Anwendungen (9), wie z.B. der Klopfdetektion.
Für die Signalauswertung bietet sich eine rechnergestützte Weiterverarbeitung an. Für die Umsetzung des zeit- und wertekontinuierlichen Ionenstromsignals (s3) in eine digitale Signalfolge (s4) kann eine Einheit (6) aus Antialiasing-Filter (6.1) und Analog/Digital-Umsetzer (6.2) verwendet werden. Aus der digitalen Signalfolge (s4) extrahiert ein Merkmalsbildner (7) zylinderindividuelle Merkmalsvektoren (s5). Auf der Basis dieser Merkmalsvektoren (s5) findet im nachfolgenden Klassifikator (8) die Erkennung von Verbrennungsaussetzern statt.
Für die zeitliche Ansteuerung der Zündung (1) sowie des erfindungsgemäßen Mittels (4) zur Offsetkorrektur und Maskierung wird eine Steuereinheit (10) benötigt.

[0013] Das erfindungsgemäße Verfahren zur Offsetwertkorrektur und zur Zündfunkenmaskierung des mit Hilfe des Mittels (3) erzeugten Ionenstromsignals (s1) wird in Figur 2 veranschaulicht. In einem ersten Schritt wird dazu aus dem Signal (s1) das Signal (s1c) derart erzeugt, daß innerhalb eines definierten Meßfensterbe-

reiches das Signal (s1) durchgeschleift wird und außerhalb dieses Meßfensterbereiches auf einen konstanten Ersatzwert (s1b) umgeschaltet wird. Insbesondere wird der Anteil des Zündfunkens im Ionenstrom (s1) mit diesem Ersatzwert (s1b) maskiert. Der Ersatzwert (s1b) soll dabei größenordnungsmäßig dem Restoffset des Ionenstromsignals (s1) entsprechen. Zu diesem Zweck wird der Ersatzwert (s1b) zyklusindividuell kurz vor dem Zündvorgang mittels eines Abtasthalteschaltung (4.2) ermittelt. Vorteilhafterweise wird für die Ermittlung des Haltewertes (s1b) nicht auf das Ionenstromsignal (s1) direkt zugegriffen, sondern auf ein störbereinigtes Signal (s1a). Die Störbereinigung des Signals (s1) kann beispielhaft mit einem angepaßten Filter (4.1) erfolgen. Durch Subtraktion des Ersatzwertes (s1b) von dem Hilfssignal (s1c) entsteht schließlich das Ausgangssignal (s2). Dieses Signal (s2) ist dadurch gekennzeichnet, daß es sprungfrei ist und von Zündeinflüssen sowie von einem durch Nebenschlüssen verursachten Stromoffsets bereinigt ist.

In Figur 3 ist das anschließende Signalmultiplexing (5) dargestellt. Aufgrund der besonderen Eigenschaft der zylinderindividuellen Signale nach Art von (s2) können die Signale von mehreren Zylindern vorteilhafterweise in Form eines zeitlichen Multiplexings zu einem gemeinsamen Signal (s3) zusammengefaßt werden. Dabei ist aufgrund der in (4) erfolgten Meßfenstermaskierung eine gegenseitige Beeinflussung der gemultiplexten Signale ausgeschlossen.. Dadurch läßt sich der Ressourcenaufwand für die Signalübertragung und die anschließende Digitalisierung stark verringern.

Vor dem Analog/Digital-Umsetzer (6.2) kann vorteilhafterweise noch ein Antialiasing-Filter (6.1) in den Signalweg geschalten werden. Durch entsprechende Ausgestaltung dieses Filters besteht ferner die Möglichkeit das Signal (s3) speziell an niedere Abtastraten anzupassen. Am Ausgang des Analog/Digital-Umsetzers (6.2) steht eine diskrete Signalfolge (s4) zur Verfügung.

[0014] Mit Hilfe eines Merkmalsbildners (7) werden aus dem Signal (s4) zylinderindividuelle Merkmalsvektoren (s5) gebildet. In Figur 4 ist beispielhaft eine mögliche Realisierung des Merkmalsbildners (7) dargestellt. Zuerst erfolgt mit Hilfe eines Mittels (7.1) die Aufspaltung des kontinuierlichen Datenstroms (s4) in die zylinderindividuellen Anteile. In einfachster Ausführung kann anschließend für jeden zylinderindividuellen Verbrennungszyklus ein zweidimensionaler Merkmalsvektor, bestehend aus dem Ionenstrommaximalwert und dem Kurzzeitintegral über das Ionenstrommeßfenster, gebildet werden.

[0015] Ein nachgeschalteter Klassifikator (8) kann anhand der Merkmalsvektoren (s5) durch Vergleich mit entsprechend berechneten Schwellwerten eine Unterscheidung von regulären Verbrennungen und Verbrennungsaussetzern vornehmen.

[0016] In Anlehnung an das vorgestellte Verfahren kann ein, alternatives Verfahren, das durch die Figuren 5 und 6 näher erläutert wird, genutzt werden.

[0017] Dieses alternative Verfahren ersetzt die in Figur 1 beschriebenen Mittel 3,4,5 und 10, benutzt das Signal aus dem Verbrennungsprozeß (2) und liefert ein Signal s8.3, das in gleicher Weise wie Signal s3 erfindungsgemäß verarbeitet wird.

[0018] In dem ersten erfindungsgemäßen Schritt wird in der Auswahleinheit (8.1) unter mehreren von unterschiedlichen Zylindern in vorteilhafter Weise ein Ionenstrom ausgewählt. Dieses Ionenstromsignal wird mit Mittel (8.2) gemessen, bevor es in Mittel (8.3) die erfindungsgemäße Offsetkorrektur und Maskierung des Zündfunkens erfährt. Die Maskierung des Zündfunkens und die Offsetkorrektur wird in Figur 6 veranschaulicht. Bevor das Mittel (8.1) die Auswahl der Ionenströme verändert, wird mit Mittel (8.3.5) auf einen zuvor erfindungsgemäß festgelegten, konstanten Wert umgeschaltet, welcher keinen Sprung im Signal (s8.3) zuläßt. Während dieser Maskierung wird zunächst ein neuer Offsetwert mit den Mitteln (8.3.1) und (8.3.2) gebildet, der mit Mittel (8.3.4) von dem ursprünglichen Signal aus Mittel (8.2) abgezogen wird. Die Bestimmung des Offsetwertes ist erfindungsgemäß abgeschlossen, bevor im Ionenstromsignal der Zündfunke sichtbar wird. Die Störbereinigung des Signals aus dem Verbrennungsprozeß (2) kann beispielhaft mit einem angepaßten Filter (8.3.1) erfolgen. Ist im Anschluß daran der Einfluß des Zündfunkens auf das Ionenstromsignal zu Ende, wird mit Mittel (8.3.5) auf den Ausgang des Mittels (8.3.4) zurückgeschalten. In der Abtasthalteschaltung (8.3.2) wird der ermittelte Wert aus Mittel (8.3.1) bis zum nächsten Umschalten der Mittel (8.3.5) und (8.1) gehalten, so daß nach Mittel (8.3.5) ein erfindungsgemäß offsetwertbereinigtes und störbereinigtes Signal (s8.3) zur weiteren Verarbeitung in Mittel (6) vorliegt. Für die zeitliche Ansteuerung der Mittel 1, 8.1, 8.2 und 8.3 wird eine Steuereinheit 8.4 benötigt.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Verarbeitung von Ionenstromsignalen einer Brennkraftmaschine mit mindestens einem Zylinder,

   - bei dem durch eine Offsetkorrektur und eine Maskierung ein 2. Signal gebildet wird,
   - wobei die Offsetkorrektur erfolgt indem durch Messung des Ionenstromsignals in dem Zylinder vor jedem Zündvorgang der Pegel des Ionenstromsignals des Zylinders erfasst und daraus ein Offsetwert ermittelt wird und bis zum nächsten Zündvorgang vom Ionenstromsignal der Offsetwert subtrahiert wird,
   - wobei die Maskierung erfolgt indem das Ionenstromsignal während eines Zündvorgangs durch den Offsetwert ersetzt wird.

2. Verfahren zur Verarbeitung von Ionenstromsigna-

len einer Brennkraftmaschine mit mindestens einem Zylinder,

- bei dem durch eine Offsetkorrektur und eine Maskierung ein 2. Signal gebildet wird,
- wobei die Offsetkorrektur erfolgt indem vor einem Zündvorgang der Pegel des Ionenstromsignals des Zylinders erfasst und daraus ein Offsetwert ermittelt wird der vom ursprünglichen Ionenstromsignal abgezogen wird,
- wobei die Maskierung erfolgt indem während eines Zündvorgangs und der davor erfolgenden Ermittlung des Offsetwerts das Ionenstromsignal durch einen zuvor festgelegten konstanten Wert ersetzt wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** mehrere Zylinder vorgesehen sind, dass aus den 2. Signalen der mehreren Zylinder der Brennkraftmaschine ein 3. Signal gebildet wird, indem in Fall des Anspruchs 1 nach der Offsetkorrektur und Maskierung die 2. Signale durch einen Multiplexer zusammengefasst und im Fall des Anspruchs 2 vor der Offsetkorrektur und Maskierung die Ionenstromsignale der verschiedenen Zylinder durch eine Auswahleinheit ausgewählt werden.

4. Verfahren nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** das so aufbereitete 3. Signal mittels eines Verfahrens zur Klopferkennung weiterverarbeitet wird.

5. Verfahren nach Anspruch 1 - 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die ermittelten Offsetwerte durch Vergleich mit festen oder betriebszustandsabhängigen Schwellwerten zur Diagnose des Zündsystems und des Kerzenzustandes (Kerzenverschmutzung) verwendet werden.

6. Verfahren nach Anspruch 3 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** durch Kurzzeitintegration des 3. Signals innerhalb von den einzelnen Zylindern zugeordneten Messfenstern ein 1. Merkmal entsteht, welches durch Vergleich mit festen oder betriebszustandsabhängigen Schwellwerten eine Aussetzererkennung ermöglicht

7. Verfahren nach Anspruch 3 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** durch Maximalwertauswertung des 3. Signals innerhalb von den einzelnen Zylindern zugeordneten Messfenstern ein 2. Merkmal entsteht, welches durch Vergleich mit festen oder betriebszustandsabhängigen Schwellwerten eine Aussetzererkennung ermöglicht.

8. Verfahren nach Anspruch 6 oder 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** das 1. und 2. Merkmal in einem zweidimensionalen Merkmalsraum zur Erkennung von Aussetzern verwendet werden.

9. Verfahren nach Anspruch 3 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** das 3. Signal einer Tiefpassfilterung und Analog-Digitalwandlung unterzogen wird und in einem geeigneten Mikrorechner als Grundlage weiterer Motorsteuerungsfunktionen verwendet wird.

10. Verfahren nach Anspruch 6 - 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Aussetzererkennung nach einer Digitalisierung im Mikrorechner durchgeführt wird.

11. Vorrichtung zur Verarbeitung von Ionenstromsignalen einer Brennkraftmaschine mit mindestens einem Zylinder,

- bei dem durch eine Offsetkorrektur und eine Maskierung ein 2. Signal gebildet wird,
- wobei die Offsetkorrektur erfolgt indem durch Messung des Ionenstromsignals in dem Zylinder vor jedem Zündvorgang der Pegel des Ionenstromsignals des Zylinders erfasst und daraus ein Offsetwert ermittelt wird und bis zum nächsten Zündvorgang vom Ionenstromsignal der Offsetwert subtrahiert wird,
- wobei die Maskierung erfolgt indem das Ionenstromsignal während eines Zündvorgangs durch den Offsetwert ersetzt wird.

12. Vorrichtung zur Verarbeitung von Ionenstromsignalen einer Brennkraftmaschine mit mindestens einem Zylinder,

- bei dem durch eine Offsetkorrektur und eine Maskierung ein 2. Signal gebildet wird,
- wobei die Offsetkorrektur erfolgt indem vor einem Zündvorgang der Pegel des Ionenstromsignals des Zylinders erfasst und daraus ein Offsetwert ermittelt wird der vom ursprünglichen Ionenstromsignal abgezogen wird,
- wobei die Maskierung erfolgt indem während eines Zündvorgangs und der davor erfolgenden Ermittlung des Offsetwerts das Ionenstromsignal durch einen zuvor festgelegten konstanten Wert ersetzt wird.

13. Vorrichtung nach Anspruch 11 oder 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** mehrere Zylinder vorgesehen sind, dass aus den 2. Signalen der mehreren Zylinder der Brennkraftmaschine ein 3. Signal gebildet wird, indem in Fall des Anspruchs 11 nach der Offsetkorrektur und Maskierung die 2. Signale durch einen Multiplexer zusammengefasst und im Fall des Anspruchs 12 vor der Offsetkorrektur und Maskierung die Ionenstromsignale der verschiedenen Zylinder durch eine Auswahleinheit ausgewählt

werden.

14. Vorrichtung nach Anspruch 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** das so aufbereitete 3. Signal mittels eines Verfahrens zur Klopferkennung weiterverarbeitet wird.

15. Vorrichtung nach Anspruch 11 - 14, **dadurch gekennzeichnet, dass** die ermittelten Offsetwerte durch Vergleich mit festen oder betriebszustandsabhängigen Schwellwerten zur Diagnose des Zündsystems und des Kerzenzustandes (Kerzenverschmutzung) verwendet werden.

16. Vorrichtung nach Anspruch 13 bis 15, **dadurch gekennzeichnet, dass** durch Kurzzeitintegration des 3. Signals innerhalb von den einzelnen Zylindern zugeordneten Messfenstern ein 1. Merkmal entsteht, welches durch Vergleich mit festen oder betriebszustandsabhängigen Schwellwerten eine Aussetzererkennung ermöglicht

17. Vorrichtung nach Anspruch 13 bis 15, **dadurch gekennzeichnet, dass** durch Maximalwertauswertung des 3. Signals innerhalb von den einzelnen Zylindern zugeordneten Messfenstern ein 2. Merkmal entsteht, welches durch Vergleich mit festen oder betriebszustandsabhängigen Schwellwerten eine Aussetzererkennung ermöglicht.

18. Vorrichtung nach Anspruch 16 oder 17, **dadurch gekennzeichnet, dass** das 1. und 2. Merkmal in einem zweidimensionalen Merkmalsraum zur Erkennung von Aussetzern verwendet werden.

19. Vorrichtung nach Anspruch 13 bis 15, **dadurch gekennzeichnet, dass** das 3. Signal einer Tiefpassfilterung und Analog-Digitalwandlung unterzogen wird und in einem geeigneten Mikrorechner als Grundlage weiterer Motorsteuerungsfunktionen verwendet wird.

20. Vorrichtung nach Anspruch 16 - 18, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Aussetzererkennung nach einer Digitalisierung im Mikrorechner durchgeführt wird.

Claims

1. Method for processing ion-current signals of an internal combustion engine having at least one cylinder,

- in which a 2nd signal is formed by an offset correction and a masking,
- the offset correction being performed by detecting the level of the ion-current signal of the cylinder by measuring the ion-current signal in the cylinder before each ignition process, and an offset value being determined therefrom, and the offset value being subtracted from the ion-current signal by the time of the next ignition process, and
- the masking being performed by replacing the ion-current signal by the offset value during an ignition process.

2. Method for processing ion-current signals in an internal combustion engine having at least one cylinder,

- in which a 2nd signal is formed by means of an offset correction and a masking,
- the offset correction being performed by detecting the level of the ion-current signal of the cylinder before an ignition process and determining therefrom an offset value which is subtracted from the original ion-current signal, and
- the masking being performed by replacing the ion-current signal by a previously fixed constant value during an ignition process and the determination of the offset value performed prior thereto.

3. Method according to Claim 1 or 2, **characterized in that** a plurality of cylinders are provided, **in that** the 2nd signals of the plurality of cylinders of the internal combustion engine are used to form a 3rd signal by virtue of the fact that in the case of Claim 1 after the offset correction and masking the 2nd signals are combined by a multiplexer, and in the case of Claim 2 the ion-current signals of the various cylinders are selected by a selection unit before the offset correction and masking.

4. Method according to Claim 3, **characterized in that** the 3rd signal thus conditioned is further processed by means of a method for knock recognition.

5. Method according to Claims 1 - 4, **characterized in that** the determined offset values are used to diagnose the ignition system and the sparking-plug condition (sparking-plug fouling) by means of comparison with threshold values that are fixed or dependent on operating state.

6. Method according to Claims 3 to 5, **characterized in that** short-term integration of the 3rd signal inside measurement windows assigned to the individual cylinders generates a 1st feature which permits misfire detection by means of comparison with threshold values that are fixed or dependent on operating state.

7. Method according to Claims 3 to 5, **characterized**

in that maximum value evaluation of the 3rd signal inside measurement windows assigned to the individual cylinders generates a 2nd feature which permits misfire detection by means of comparison with threshold values that are fixed or dependent on operating state.

8. Method according to Claim 6 or 7, **characterized in that** the 1st and 2nd features are used in a two-dimensional feature space for the detection of misfires.

9. Method according to Claims 3 to 5, **characterized in that** the 3rd signal is subjected to low pass filtering and analogue-to-digital conversion, and is used in a suitable microcomputer as the basis for further engine control functions.

10. Method according to Claims 6 - 8, **characterized in that** the misfire detection is carried out after digitization in the microcomputer.

11. Device for processing ion-current signals in an internal combustion engine having at least one cylinder,

- in which a 2nd signal is formed by an offset correction and a masking,
- the offset correction being performed by detecting the level of the ion-current signal of the cylinder by measuring the ion-current signal in the cylinder before each ignition process, and an offset value being determined therefrom, and the offset value being subtracted from the ion-current signal by the time of the next ignition process, and
- the masking being performed by replacing the ion-current signal by the offset value during an ignition process.

12. Device for processing ion-current signals in an internal combustion engine having at least one cylinder,

- in which a 2nd signal is formed by means of an offset correction and a masking,
- the offset correction being performed by detecting the level of the ion-current signal of the cylinder before an ignition process and determining therefrom an offset value which is subtracted from the original ion-current signal, and
- the masking being performed by replacing the ion-current signal by a previously fixed constant value during an ignition process and the determination of the offset value performed prior thereto.

13. Device according to Claim 11 or 12, **characterized in that** a plurality of cylinders are provided, **in that** the 2nd signals of the plurality of cylinders of the internal combustion engine are used to form a 3rd signal by virtue of the fact that in the case of Claim 11 after the offset correction and masking the 2nd signals are combined by a multiplexer, and in the case of Claim 12 the ion-current signals of the various cylinders are selected by a selection unit before the offset correction and masking.

14. Device according to Claim 13, **characterized in that** the 3rd signal thus conditioned is further processed by means of a method for knock recognition.

15. Device according to Claims 11 - 14, **characterized in that** the determined offset values are used to diagnose the ignition system and the sparking-plug condition (sparking-plug fouling) by means of comparison with threshold values that are fixed or dependent on operating state.

16. Device according to Claims 13 to 15, **characterized in that** short-term integration of the 3rd signal inside measurement windows assigned to the individual cylinders generates a 1st feature which permits misfire detection by means of comparison with threshold values that are fixed or dependent on operating state.

17. Device according to Claims 13 to 15, **characterized in that** maximum value evaluation of the 3rd signal inside measurement windows assigned to the individual cylinders generates a 2nd feature which permits misfire detection by means of comparison with threshold values that are fixed or dependent on operating state.

18. Device according to Claim 16 or 17, **characterized in that** the 1st and 2nd features are used in a two-dimensional feature space for the detection of misfires.

19. Device according to Claims 13 to 15, **characterized in that** the 3rd signal is subjected to low pass filtering and analogue-to-digital conversion, and is used in a suitable microcomputer as the basis for further engine control functions.

20. Device according to Claims 16 - 18, **characterized in that** the misfire detection is carried out in the microcomputer after digitization.

Revendications

1. Procédé de traitement de signaux de courant ionique d'un moteur à combustion interne ayant au moins un cylindre, selon lequel

- par une correction de décalage et un masquage on forme un second signal,
- la correction de décalage se fait par la mesure du signal de courant ionique dans le cylindre avant chaque opération d'allumage en détectant le niveau du signal de courant ionique du cylindre pour en déduire une valeur de décalage et jusqu'à l'opération d'allumage suivante on soustrait la valeur de décalage du signal de courant ionique,
- et le masquage se fait en remplaçant le signal de courant ionique pendant une opération d'allumage par la valeur de décalage.

2. Procédé de traitement de signaux de courant ionique d'un moteur à combustion interne comportant au moins un cylindre, selon lequel

- par une correction de décalage et un masquage on forme un second signal,
- on saisit la correction de décalage en ce qu'avant l'opération d'allumage on saisit le niveau du signal de courant ionique du cylindre et on en déduit une valeur de décalage que l'on retranche du signal d'origine de courant ionique,
- et le masquage se fait pendant l'opération d'allumage et la détermination qui précède de la valeur de décalage, en remplaçant le signal de courant ionique par une valeur constante fixée préalablement.

3. Procédé selon la revendication 1 ou 2,
caractérisé en ce qu'
il y a plusieurs cylindres et à partir des seconds signaux de plusieurs cylindres du moteur à combustion interne on forme un troisième signal, et dans le cas de la revendication 1, les seconds signaux sont regroupés après la correction de décalage et le masquage des deux signaux par un multiplexeur, et dans le cas de la revendication 2, avant la correction de décalage et le masquage une unité de sélection sélectionne les signaux ioniques des différents cylindres.

4. Procédé selon la revendication 3,
caractérisé en ce que
le troisième signal ainsi préparé est traité par un procédé de détection de cliquetis.

5. Procédé selon les revendications 1 à 4,
caractérisé en ce que
les valeurs de décalage obtenues sont utilisées pour être comparées à des valeurs de seuil fixes ou dépendant de l'état de fonctionnement pour le diagnostic du système d'allumage et de l'état des bougies (encrassage de bougies).

6. Procédé selon les revendications 3 à 5,
caractérisé en ce que
par une intégration en temps court du troisième signal à l'intérieur des fenêtres de mesure associées aux différents cylindres, on obtient une première caractéristique utilisée pour la détection d'un raté par comparaison avec des seuils fixes ou dépendant de l'état de fonctionnement.

7. Procédé selon les revendications 3 à 5,
caractérisé en ce que
par l'exploitation de la valeur maximale du troisième signal à l'intérieur des fenêtres de mesure associées aux différents cylindres, on obtient une troisième caractéristique permettant une détection de ratés par comparaison à des valeurs de seuil fixes ou dépendant de l'état de fonctionnement.

8. Procédé selon la revendication 6 ou 7,
caractérisé en ce qu'
on utilise la première et la seconde caractéristique dans un espace de caractéristique à deux dimensions pour détecter des ratés d'allumage.

9. Procédé selon les revendications 3 à 5,
caractérisé en ce que
le troisième signal est soumis à un filtrage passe-bas et à une conversion analogique/numérique et il est utilisé dans un microcalculateur approprié comme base d'autres fonctions de commande de moteur.

10. Procédé selon les revendications 6 à 8,
caractérisé en ce qu'
on effectue la détection de ratés après une numérisation dans le microcalculateur.

11. Dispositif de traitement de signaux de courant ionique d'un moteur à combustion interne comprenant au moins un cylindre,

- selon lequel, par une correction de décalage et un masquage on forme un second signal, et
- on effectue la correction de décalage en saisissant le niveau du signal de courant ionique du cylindre par la mesure du signal de courant ionique dans le second cylindre, avant chaque opération d'allumage, et on en déduit une valeur de décalage et on retranche cette valeur de décalage du signal de courant ionique jusqu'à l'opération d'allumage suivante,
- et le masquage consiste à remplacer le signal de courant ionique par la valeur de décalage pendant une opération d'allumage.

12. Dispositif de traitement de signaux de courant ionique d'un moteur à combustion interne comportant au moins un cylindre,

- selon lequel, par une correction de décalage et un masquage on forme un second signal,
- la correction de décalage se fait en saisissant le niveau du signal de courant ionique du cylindre avant une phase d'allumage et on en déduit une valeur de décalage que l'on retranche du signal d'origine de courant ionique,
- et on effectue le masquage en ce que pendant une phase d'allumage et la détermination de la valeur de décalage faite précédemment, on remplace le signal de courant ionique par une valeur constante fixée préalablement.

13. Dispositif selon la revendication 11 ou 12,
caractérisé en ce qu'
il y a plusieurs cylindres et à partir des seconds signaux des différents cylindres du moteur à combustion interne on forme un troisième signal, et selon la revendication 11, après la correction de décalage et le masquage on regroupe les seconds signaux avec un multiplexeur et dans le cas de la revendication 12, avant la correction de décalage et le masquage, on sélectionne les signaux de courant ionique des différents cylindres par une unité de sélection.

14. Dispositif selon la revendication 13,
caractérisé en ce que
le troisième signal ainsi préparé est ensuite traité par un procédé de détection de cliquetis.

15. Dispositif selon les revendications 11-14,
caractérisé en ce que
les valeurs de décalage obtenues sont utilisées pour la comparaison avec des valeurs de seuil fixes ou dépendant de l'état de fonctionnement pour diagnostiquer le système d'allumage ou l'état des bougies (encrassage des bougies).

16. Dispositif selon les revendications 13 à 15,
caractérisé en ce que
par intégration brève du troisième signal à l'intérieur de la fenêtre de mesure associée aux différents cylindres, on obtient une première caractéristique permettant une détection de ratés d'allumage par comparaison à des valeurs de seuil fixes ou dépendant de l'état de fonctionnement.

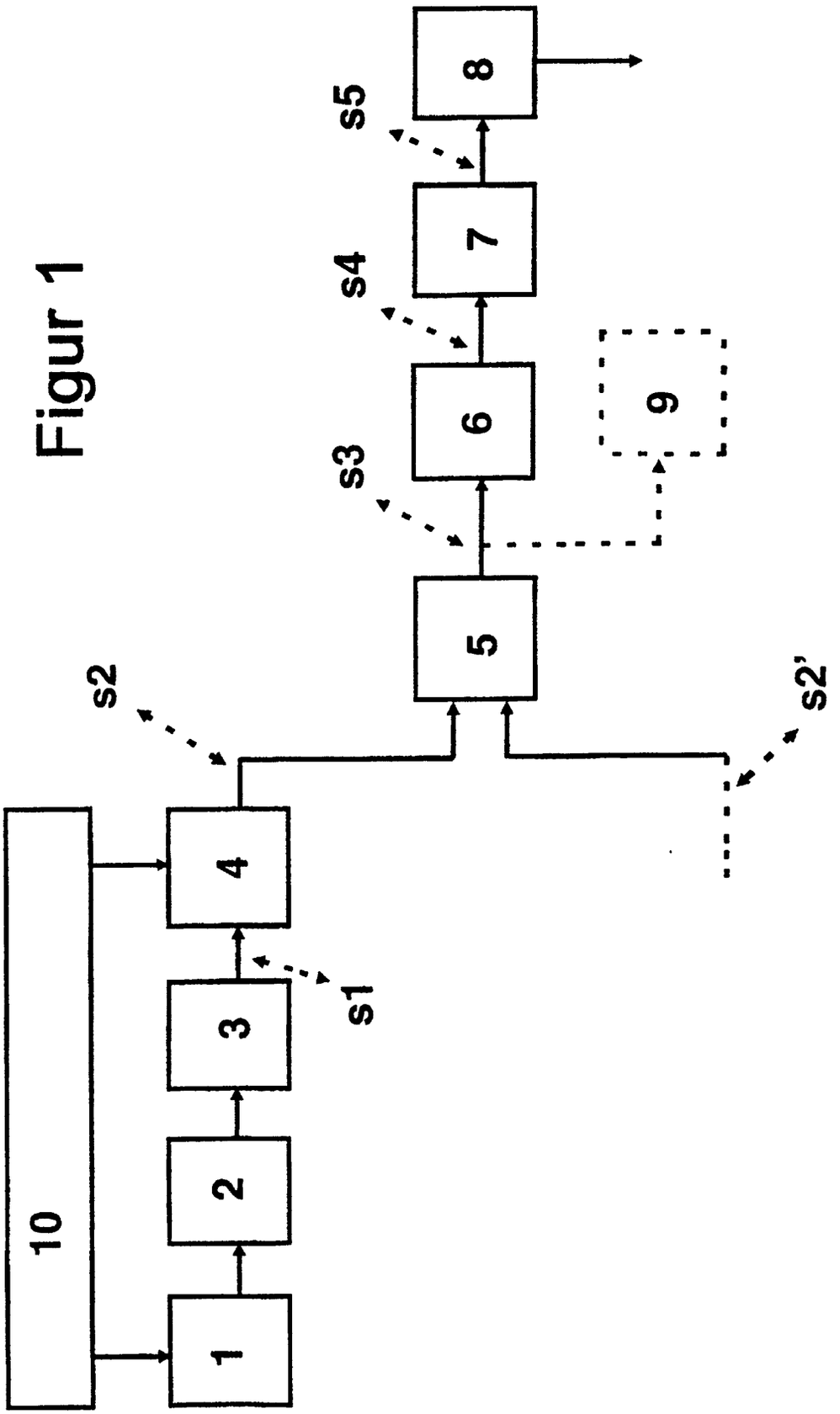
17. Dispositif selon les revendications 13 à 15,
caractérisé en ce que
par l'exploitation de la valeur maximale du troisième signal à l'intérieur de fenêtres de mesure associées aux différents cylindres, on obtient une deuxième caractéristique permettant une détection de ratés par comparaison à des valeurs de seuil fixes ou dépendant de l'état de fonctionnement.

18. Dispositif selon la revendication 16 ou 17,
caractérisé en ce qu'
on utilise la première et la seconde caractéristique dans un espace de caractéristique à deux dimensions pour détecter des ratés d'allumage.

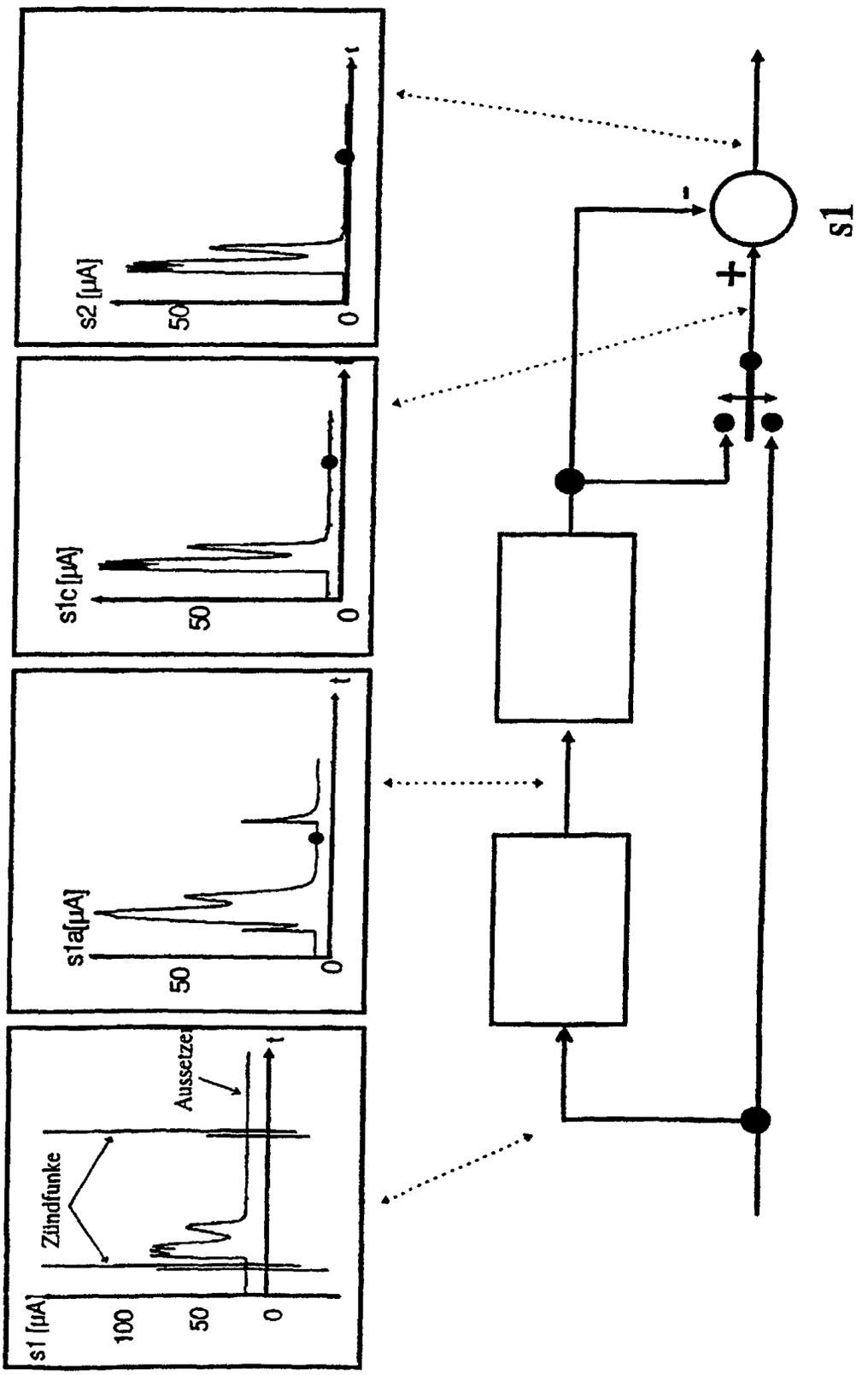
19. Dispositif selon les revendications 13 à 15,
caractérisé en ce qu'
on soumet le troisième signal à un filtrage passe-bas et à une conversion analogique/numérique et on l'utilise dans un microcalculateur approprié comme base d'autres fonctions de commande de moteur.

20. Dispositif selon les revendications 16 à 18,
caractérisé en ce qu'
on effectue la détection de ratés après numérisation dans un microcalculateur.

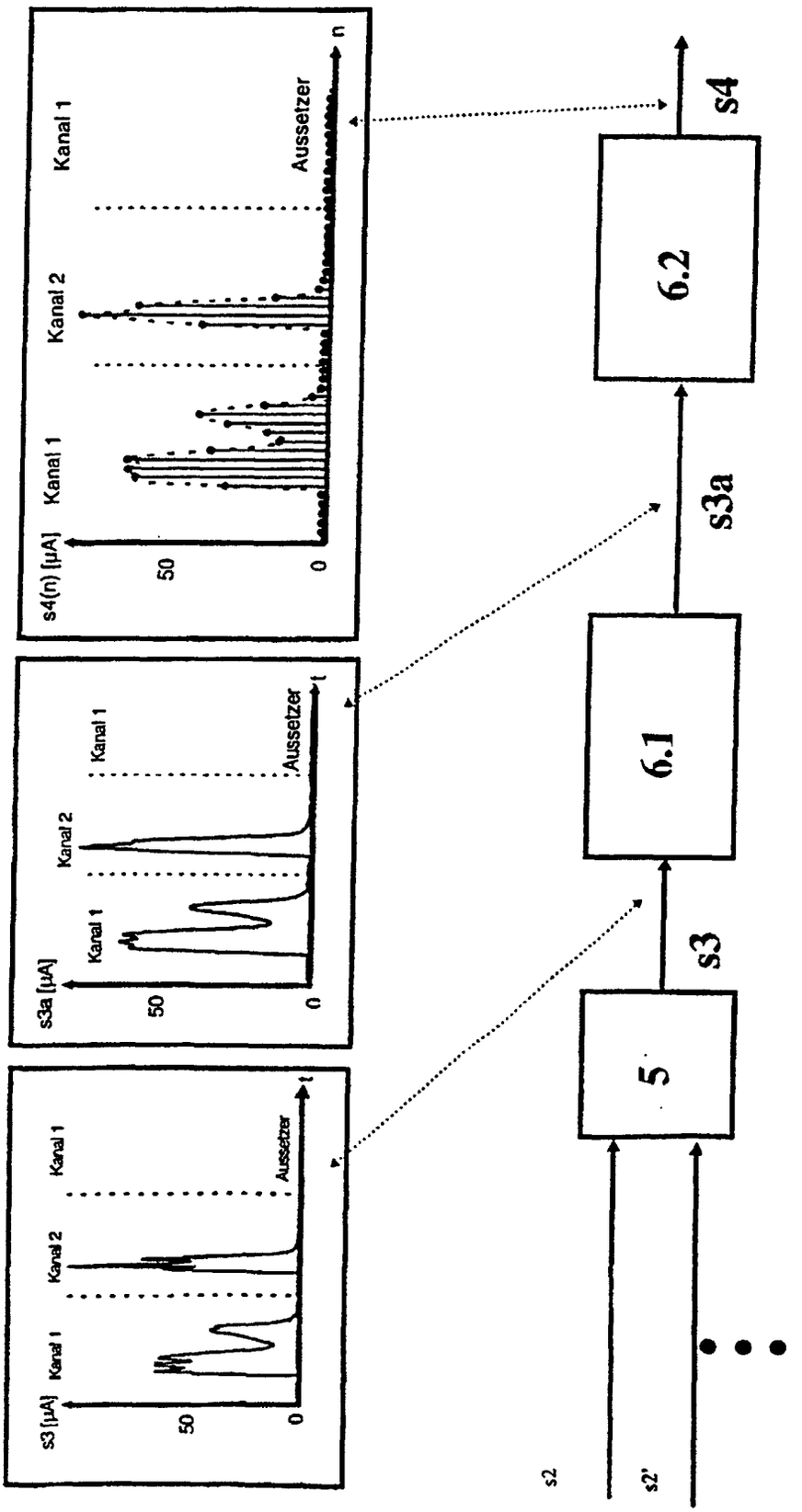
Figur 1



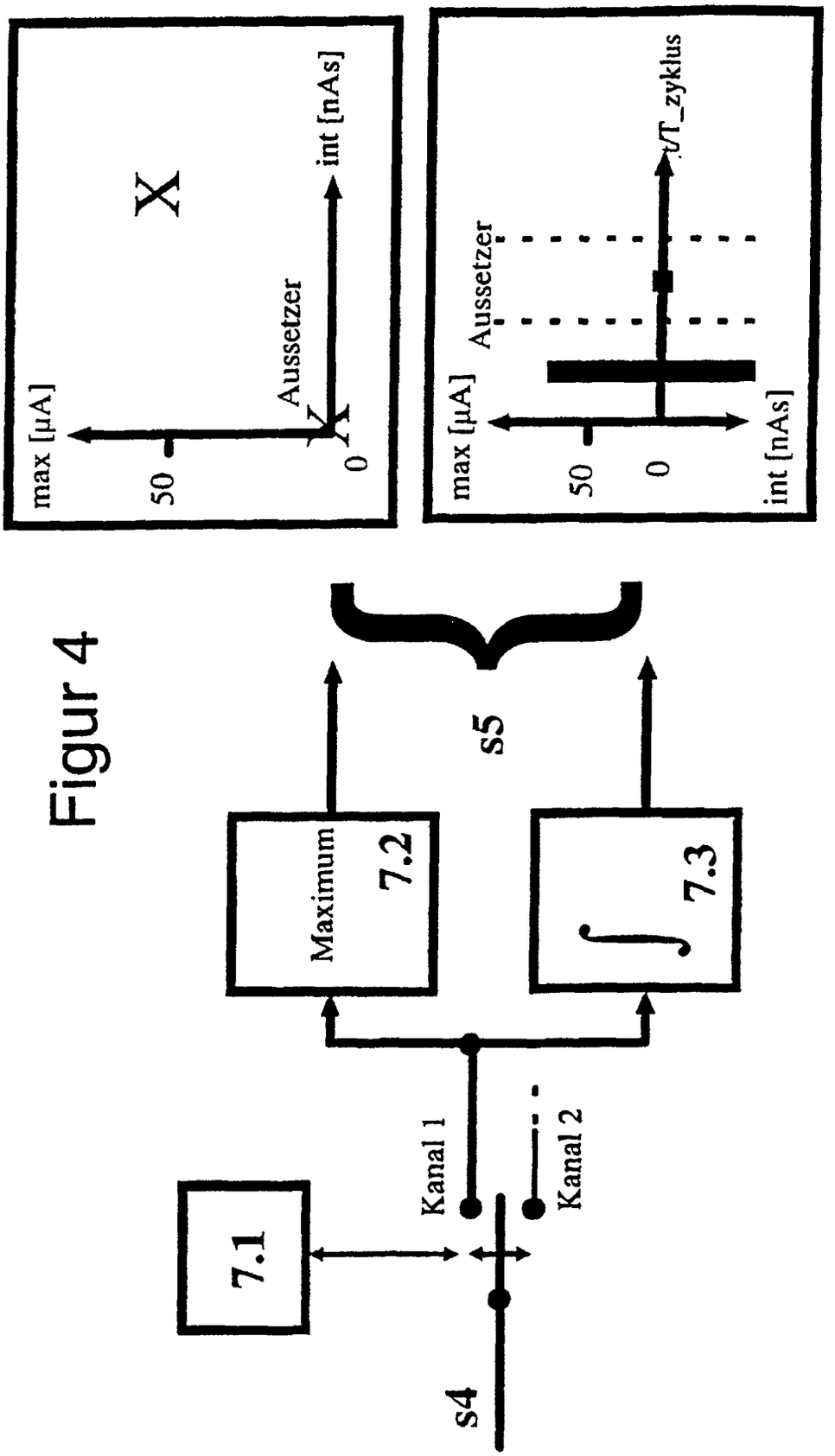
Figur 2


s2 [µA]
50
0
t
s1c [µA]
50
0
t
s1a[µA]
50
0
t
s1 [µA]
100
50
0
Zündfunke
Aussetzer
t
-
+
s1

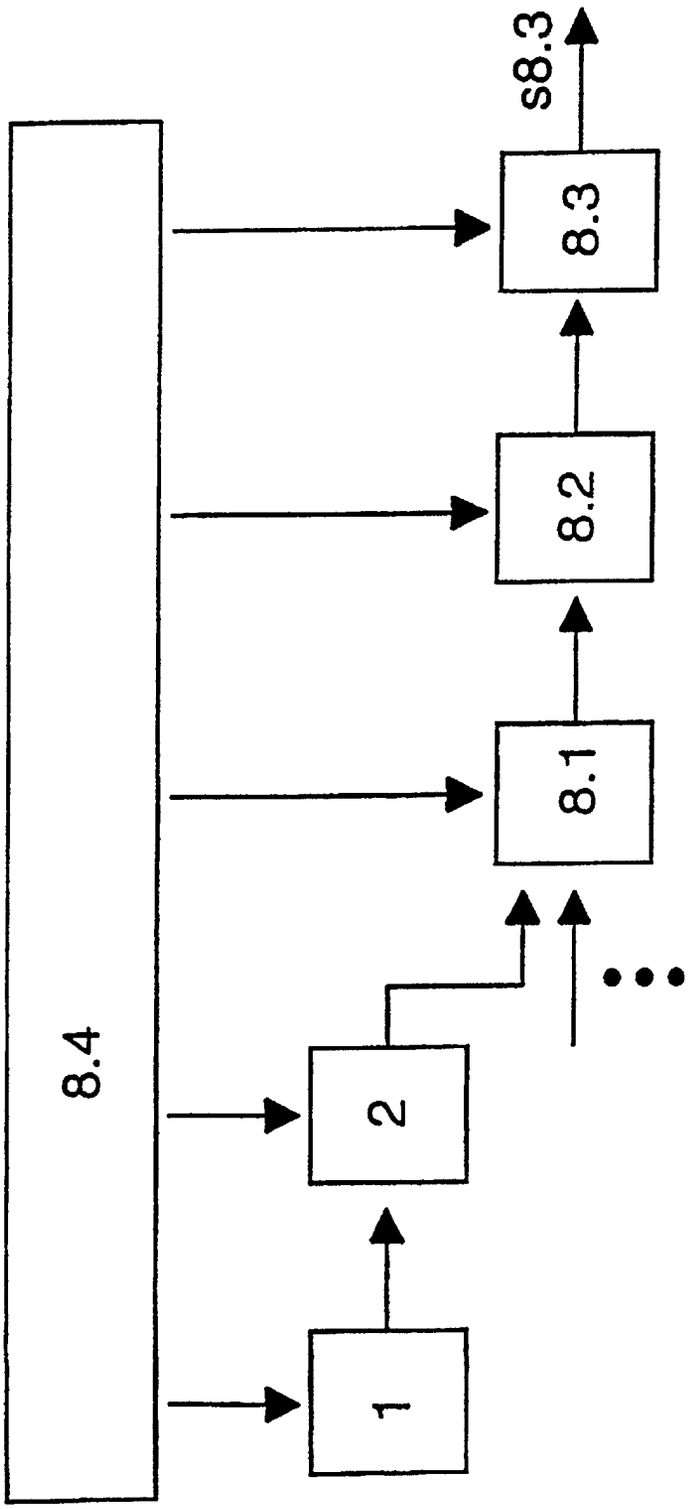
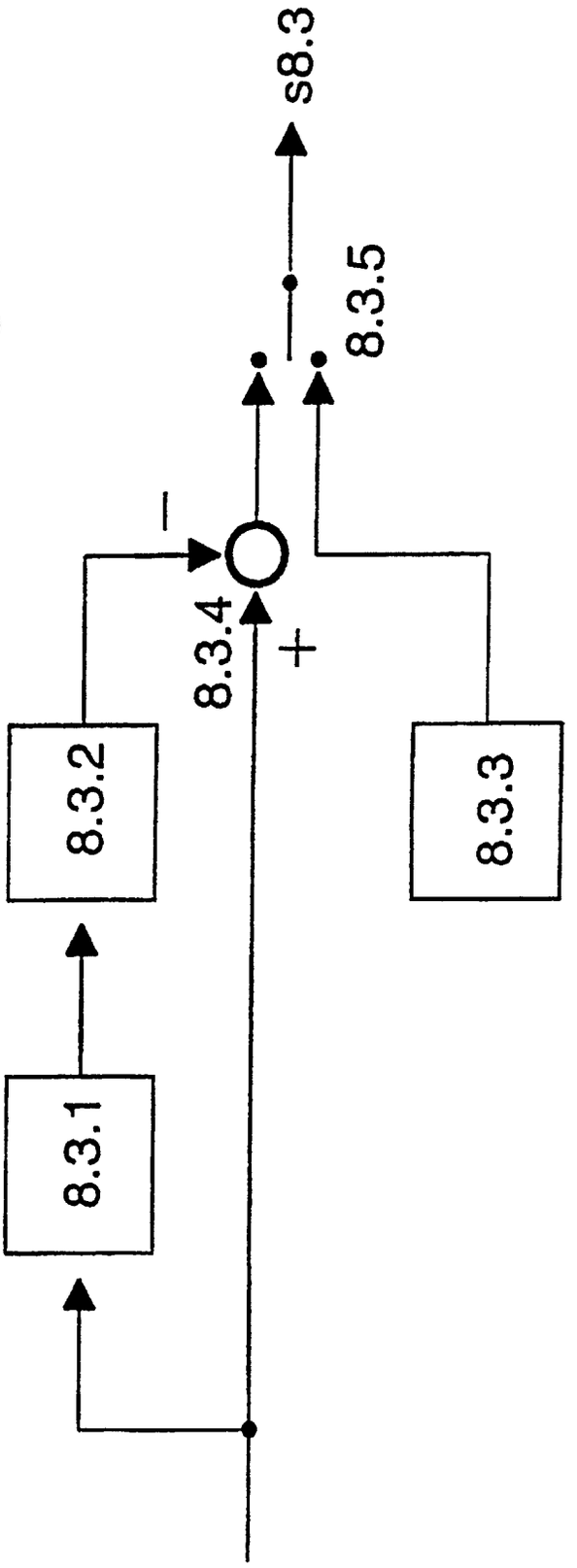
Figur 3


s4(n) [µA]
Kanal 1
Kanal 2
Kanal 1
Aussetzer
n
50
0
s3a [µA]
Kanal 1
Kanal 2
Kanal 1
Aussetzer
t
50
0
s3 [µA]
Kanal 1
Kanal 2
Kanal 1
Aussetzer
t
50
0
s2
s2'
5
s3
6.1
s3a
6.2
s4

Figur 4


max [µA]
50
Aussetzer
0
int [nAs]
X
max [µA]
Aussetzer
50
0
t/T_zyklus
int [nAs]
7.1
Kanal 1
Kanal 2
s4
Maximum
7.2
7.3
s5

Figur 5



Figur 6