

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
6. März 2003 (06.03.2003)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 03/019208 A2

(51) Internationale Patentklassifikation⁷: **G01R 31/00**

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE02/02627

(22) Internationales Anmeldedatum:
18. Juli 2002 (18.07.2002)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
101 40 855.2 21. August 2001 (21.08.2001) DE

(71) Anmelder (*für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US*): **ROBERT BOSCH GMBH** [DE/DE]; Postfach 30 02 20, 70442 Stuttgart (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (*nur für US*): **MUELLER, Wolfgang-Michael** [DE/DE]; Renninger Strasse 3/2, 71277 Rutesheim (DE). **SCHMIDT, Wolfgang** [DE/DE]; Nussbaumweg 24/4, 71665 Vaihingen (DE). **GROEGER, Jochen** [DE/DE]; Kyffhaeuserstrasse 36, 70469 Stuttgart (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (*national*): JP, US.

(84) Bestimmungsstaaten (*regional*): europäisches Patent (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, SK, TR).

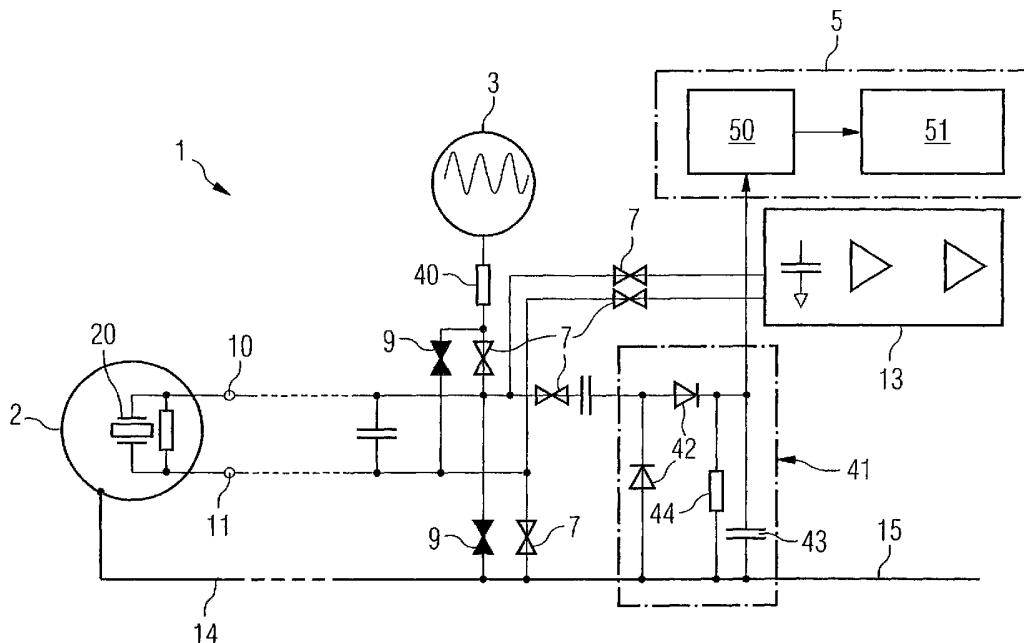
Veröffentlicht:

— ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu veröffentlichen nach Erhalt des Berichts

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: CHECK CIRCUIT

(54) Bezeichnung: PRÜFSCHALTUNG



WO 03/019208 A2

(57) Abstract: The invention relates to a circuit (1) for checking the functional status of a sensor device (2), in particular a knock sensor for engine monitoring and a corresponding method with at least one switch device (7), for activating a check circuit, an AC source (3), to deliver an AC voltage to the sensor device (2) under test, a recording device (4), to record a check signal for the capacitance (20) of the sensor device (2) and an analytical device (5), for analysing the check signal for the capacitance (20) in order to determine the functional state of the sensor device (2).

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]



Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

(57) Zusammenfassung: Die vorliegende Erfindung schafft eine Schaltung (1) zum Prüfen des Funktionszustandes einer Sensoreinrichtung (2), insbesondere eines Klopfensors zur Motorüberwachung, und ein entsprechendes Verfahren, mit: mindestens einer Schalteinrichtung (7) zum Aktivieren eines Prüfschaltkreises; einer Wechselspannungsquelle (3) zum Liefern einer Wechselspannung an die zu prüfende Sensoreinrichtung (2); einer Erfassungseinrichtung (4) zum Erfassen eines der Kapazität (20) der Sensoreinrichtung (2) zugeordneten Prüfsignals; und mit einer Auswerteinrichtung (5) zum Auswerten des der Kapazität (20) zugeordneten Prüfsignals für eine Bestimmung des Funktionszustandes der Sensoreinrichtung (2).

5 Prüfschaltung

STAND DER TECHNIK

Die vorliegende Erfindung betrifft eine Schaltung zum Prüfen
10 des Funktionszustandes einer Sensoreinrichtung, insbesondere
eines Klopfsensors zur Motorüberwachung.

Obwohl auf beliebige Sensoreinrichtungen anwendbar, werden die
vorliegende Erfindung sowie die ihr zugrundeliegende Problema-
15 tik in bezug auf einen Klopfsensor erläutert, der zur Überwa-
chung eines Motorzylinders im Kfz-Bereich einsetzbar ist.

Allgemein kann eine Sensoreinrichtung entweder funktionsfähig
sein, oder sie kann ein fehlerhaftes Signal ausgeben, was ins-
20 besondere durch einen Schluss gegen Masse oder durch eine Un-
terbrechung bedingt ist.

Besonders wichtig ist eine selbsttätige Statuserkennung für
solche Sensoren, die nur in größeren Zeitabständen beobachtet
25 und kontrolliert werden können oder die ihre Signale vollauto-
matisch arbeitenden Einrichtungen zuführen. In solchen Fällen
ist es üblich, Betriebsparameter laufend zu kontrollieren und
den Funktionszustand der Sensoreinrichtung zu prüfen.

30 Klopfsensoren dienen im allgemeinen der Erfassung von Maschi-
nenschwingungen zur Produktions- und/oder Prozessüberwachung.
Es werden Überwachungssignale von einem Körperschallsensor ge-
liefert und an eine Rechnereinheit bzw. einen Mikrocontroller

weitergeleitet. Aus den Überwachungssignalen kann der entsprechende Prozess mittels Steuereinheiten eventuell optimiert werden. Im Kfz-Bereich wandeln die Klopfsensoren die Körperschallschwingungen in ein elektrisches Signal derart um, dass
5 ein charakteristisches Klopfspektrum des Motors sofort und eindeutig detektierbar ist. Der Mikrocontroller steuert entsprechend den empfangenen Daten die Einspritz- und Zündparameter, um für den nächsten Verbrennungsvorgang des entsprechenden Zylinders ein Klopfen zu vermeiden.

10

Für eine derartige optimierte Steuerung ist ein Funktionsnachweis des Klopfsensors unbedingt erforderlich. Somit muss erfasst werden, ob der Klopfsensor aufgrund einer Unterbrechung, beispielsweise an einem Anschlusskabel, oder durch einen Kurzschluss eines Kontaktes gegen Masse funktionsuntauglich ist.
15

Die der vorliegende Erfindung zugrundeliegende Problematik besteht also allgemein darin, den Funktionszustand eines Klopfsensors während eines Betriebszustandes zu prüfen.

20

Momentan finden sich im Stand der Technik folgende Ansätze zur Lösung dieses Problems.

Beispielsweise wird über einen Spannungsteiler das Vorhandensein des hochohmigen Ableitwiderstandes nachgewiesen. Im Falle eines Anschlusses dieses Strompfades kann mit hoher Wahrscheinlichkeit von einer Funktionsfähigkeit des Klopfsensors ausgegangen werden. Jedoch weist dieser Ansatz den Nachteil auf, dass das Verfahren bei den bisher üblichen Widerstandswerten von ca. $5 \text{ M}\Omega$ sehr ungenau ist. Insbesondere bei feuchter Witterung und Betauung oder bei älteren, porösen und/oder verschmutzten Kabeln können sich Parallelstrompfade zum Klopf-

sensor bilden, welche im worst case die Ergebnisse des Prüfverfahrens verfälschen würden.

Bei einem weiteren Ansatz wird die Signalbeschaffenheit des Klopfsensors auf Plausibilität überprüft, d.h. falls das Sensorsignal nicht in vorgegebenen Grenzen für den gewählten Betriebspunkt liegt, wird auf "Sensordefekt" erkannt. Auch die Kombination mit logischer Verknüpfung mehrerer Methoden wird angewandt. Allerdings weist dieser Ansatz den Nachteil auf, dass eine geringe Empfindlichkeitsstreuung des verwendeten Klopfsensors und eine geringe Streuung des Motorklopferäusches notwendig ist. Die Empfindlichkeit des entsprechenden Klopfsensors darf sich während der Lebensdauer des Systems "Klopfsensor/Motor" nicht ändern. Andernfalls muss auf das Sensorsignal verzichtet und eine Sicherheits-Notlaufsteuerung durchgeführt werden.

Somit ist lediglich eine enge Empfindlichkeitstoleranz für den Klopfsensor erforderlich, um eine sichere Prüfung des selben durchführen zu können. Da die Anforderungen immer strenger werden, fallen mehr Teile als Ausschuss an, die zwar für die Klopferkennung uneingeschränkt tauglich wären, aber die Prüfung derselben wäre unsicher, da die Empfindlichkeit außerhalb der vorgegebenen Toleranz liegt. Dadurch werden die anfallenden Herstellungskosten der tauglichen Klopfsensoren deutlich erhöht.

VORTEILE DER ERFINDUNG

Die erfundungsgemäße Prüfschaltung mit den Merkmalen des Anspruchs 1 und das entsprechende Verfahren gemäß Anspruch 16 weisen gegenüber den bekannten Lösungsansätzen den Vorteil auf, dass sowohl eine Unterbrechung als auch ein Schluss gegen

Masse schnell und sicher erfassbar ist. Ferner kann auf eng tolerierte, teure Klopfsensoren verzichtet werden.

Die der vorliegenden Erfindung zugrunde liegende Idee besteht
5 darin, dass die Prüfschaltung mindestens eine Schalteinrich-
tung zum Aktivieren des Prüfschaltekreises; eine Wechselspan-
nungsquelle zum Liefern einer Wechselspannung an die zu prü-
fende Sensoreinrichtung; eine Erfassungseinrichtung zum Erfas-
sen eines der Kapazität der Sensoreinrichtung zugeordneten
10 Prüfsignals; und eine Auswerteeinrichtung zum Auswerten des
der Kapazität zugeordneten Prüfsignals für eine Bestimmung des
Funktionszustandes der Sensoreinrichtung aufweist.

Dadurch kann, wie bereits erwähnt, auf eng tolerierte, relativ
15 teure Klopfsensoren verzichtet und ein System geschaffen wer-
den, das kostengünstiger ist und ohne Einschränkungen sicher
über die Fahrzeuglebensdauer funktionstüchtig die entsprechen-
de Sensoreinrichtung prüfen kann.

20 In den Unteransprüchen finden sich vorteilhafte Weiterbildun-
gen und Verbesserungen der in Anspruch 1 angegebenen Prüf-
schaltung und des in Anspruch 16 angegebenen entsprechenden
Verfahrens.

25 Gemäß einer bevorzugten Weiterbildung weist die Erfassungsein-
richtung einen in Reihe mit der Sensoreinrichtung geschalteten
Vorwiderstand, insbesondere einen Ohmschen Widerstand oder ei-
nen Kondensator, für eine Spannungsteilung auf.

30 Gemäß einer weiteren bevorzugten Weiterbildung weist die Er-
fassungseinrichtung eine Demodulatoreinrichtung für eine
Gleichrichtung, Filterung und/oder Glättung der abgegriffenen
Spannung der Sensoreinrichtung als Prüfsignal auf.

Gemäß einer weiteren bevorzugten Weiterbildung weist die Auswerteeinrichtung einen Analog/Digital-Wandler auf, der mit der Demodulatoreinrichtung verbunden ist.

5

Gemäß einer weiteren bevorzugten Weiterbildung weist die Auswerteeinrichtung eine Rechnereinheit auf, die über den Analog/Digital-Wandler die auszuwertenden Gleichspannungswerte empfängt.

10

Gemäß einer weiteren bevorzugten Weiterbildung ist die Wechselspannungsquelle als Oszillator gebildet, der vorzugsweise eine sinusförmige Wechselspannung mit einer Frequenz im Bereich von 1 bis 100 kHz, insbesondere 20 kHz, erzeugt.

15

Gemäß einer weiteren bevorzugten Weiterbildung weist die Prüfschaltung eine Bandfilttereinrichtung zum Trennen der Signalfäde für das Prüfsignal und das Klopfdetektiersignal auf. Durch kann die Sensoreinrichtung auch dann geprüft werden, wenn sie gerade die entsprechenden Motorzylindersignale detektiert.

Gemäß einer weiteren bevorzugten Weiterbildung ist die Erfassungseinrichtung als Oszillator gebildet, in den die Kapazität der Sensoreinrichtung frequenzbestimmend eingebunden ist. Die restlichen Bauteile des Oszillators können im jeweiligen Steuergerät integriert sein.

Gemäß einer weiteren bevorzugten Weiterbildung weist die Auswerteeinrichtung einen Frequenzzähler auf, der mit dem Oszillator verbunden ist.

Gemäß einer weiteren bevorzugten Weiterbildung weist die Auswerteeinrichtung eine Rechnereinheit auf, die über den Frequenzzähler auszuwertenden Frequenzwerte empfängt.

- 5 Gemäß einer weiteren bevorzugten Weiterbildung ist die mindestens eine Schalteinrichtung aus mehreren rechnergesteuerten elektronischen Schaltern gebildet. Somit können diese elektronisch geöffnet bzw. geschlossen und entsprechende Schaltpfade aktiviert bzw. deaktiviert werden.

10

- Gemäß einer weiteren bevorzugten Weiterbildung weist die Prüfschaltung mindestens eine Umpolschalteinrichtung für eine Verpolung der beiden Anschlüsse der Sensoreinrichtung auf. Die mindestens eine Umpolschalteinrichtung kann vorzugsweise aus 15 zwei rechnergesteuerten elektronischen Schaltern gebildet sein. Dadurch kann entweder der eine oder der andere Pol des Klopfsensors mit der Masseseite verbunden sein, wodurch ein Kurzschluss jedes Kontaktes nur durch die Prüfschaltung feststellbar ist.

20

- Gemäß einer weiteren bevorzugten Weiterbildung ist der Prüfschaltkreis mittels der mindestens einen Schalteinrichtung im leerlaufnahen Bereich oder zwischen den Zeitfenstern der Klopferkennung bzw. Klopfdetektierung aktivierbar. Vorzugsweise 25 werden die Zeitfenster zur Prüfung des Klopfsensors ausgenutzt, in denen die jeweilige Sensoreinrichtung nicht aktiv ein Klopfen des jeweiligen Motorzylinders überprüft.

- Gemäß einer weiteren bevorzugten Weiterbildung ist die Frequenz der Wechselspannungsquelle größer als der Auswertebereich des Klopfspektrums. Somit kann die Prüfung des Klopfsensors gleichzeitig mit der Klopferkennung durchgeführt werden.

ZEICHNUNGEN

Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in den Zeichnungen dargestellt und in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert.

Von den Figuren zeigen:

Fig. 1 einen Prüfschaltkreis eines Klopfsensors gemäß einem ersten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung;

Fig. 2 eine Schaltung zur Prüfung des Klopfsensors und zur Klopferkennung gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung;

Fig. 3 ein Prüfschaltkreis eines Klopfsensors gemäß einem zweiten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung;

Fig. 4 eine Schaltung zum Prüfen des Klopfsensors und zur Klopferkennung gemäß dem zweiten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung;

Fig. 5 eine Schaltung zum Prüfen des Klopfsensors und zur Klopferkennung gemäß einem dritten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung; und

Fig. 6 eine schematische Darstellung der Spannungsverläufe am Demodulatoreingang beim Auftreten verschiedener Defekte.

BESCHREIBUNG DER AUSFÜHRUNGSBEISPIELE

In den Figuren bezeichnen gleiche Bezugszeichen gleiche oder funktionsgleiche Komponenten.

- 5 Fig. 1 illustriert einen Prüfschaltkreis einer Prüfschaltung 1 gemäß einem ersten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung.

Die Sensoreinrichtung 2, vorzugsweise ein Klopfsensor 2, besitzt eine den Klopfsensor 2 repräsentative Kapazität 20. Beim Detektieren bzw. Erkennen beispielsweise von Motorschwingungen können insbesondere, wie in Fig. 1 schematisch dargestellt,

folgende drei Fehler A, B und C auftreten:

A) einen Kurzschluss des oberen Kontaktes 10 nach Masse. Da-

15 bei ergibt sich dasselbe Fehlerbild wie bei einem externen Kurzschluss eines Kabels;

B) einen Kurzschluss des unteren Kontaktes 11 nach Masse; und

C) eine Unterbrechung, beispielsweise eines Kabels.

20 Vorzugsweise ist eine Wechselspannungsquelle 3 in Form eines Oszillators 3 und ein Vorwiderstand 40 in Reihe mit der Sensor- einrichtung 2 geschaltet. Der Oszillator 3 liefert vorzugsweise eine sinusförmige Wechselspannung mit einer Frequenz im Bereich von 1 bis 100 kHz, insbesondere 20 kHz, wobei, wie in 25 Fig. 1 ersichtlich, beispielsweise der Anschluss 10 der Sensoreinrichtung 2 mit dem Oszillator 3 verbunden ist. Der andere Anschluss 11 der Sensoreinrichtung 2 liegt an Masse. Der Vorwiderstand 40 ist beispielsweise als Ohmscher Widerstand oder Kondensator ausgebildet.

30

Am Klopfsensor 2 fällt somit die vom Oszillator 3 gelieferte Wechselspannung ab, wobei durch die oben beschriebene Spannungsteilungsanordnung des Vorwiderstandes 40 und der Kapazi-

tät 20 des Klopfsensors 2 letztere gemessen bzw. über den entsprechenden Spannungsabfall nachgewiesen werden kann.

Ferner weist der Prüfschaltkreis eine Erfassungseinrichtung 4 auf, die vorzugsweise den Vorwiderstand 40 und eine Demodulatoreinrichtung 41 beinhaltet. Die Demodulatoreinrichtung 41 ist derart mit dem Klopfsensor 2 verbunden, dass das entsprechend empfangene Spannungssignal vorzugsweise mittels eines Gleichrichters 42 gleichgerichtet, gegebenenfalls gefiltert und mittels eines Kondensators 43 und eines Widerstandes 44 geglättet wird.

Zudem ist eine Auswerteeinrichtung 5 mit der Demodulatoreinrichtung 41 verbunden, wobei die Auswerteeinrichtung 5 gemäß dem vorliegenden Ausführungsbeispiel beispielsweise einen Analog/Digital-Wandler 50 und eine Rechnereinheit 51, beispielsweise einen Mikrocontroller 51 aufweist. Anstatt des Analog/Digital-Wandlers 50 kann auch ein Komparator verwendet werden.

20

Somit kann die vom Demodulator 41 ausgegebene Gleichspannung über den Analog/Digital-Wandler 50 in die Rechnereinheit 51 eingelesen und ausgewertet werden. Wie eingangs bereits erwähnt, erfolgt beispielsweise aufgrund dieser ausgewerteten Daten eine Steuerung der Einspritz- und Zündparameter für die nächste Verbrennung des detektierten Zylinders derart, dass ein Klopfen vermieden wird.

30 Somit kann aus der Höhe der in die Rechnereinheit 51 eingelesenen Gleichspannung geschlossen werden, ob der Klopfsensor 2 normal funktionstüchtig angeschlossen oder ob dieser funktionsuntüchtig aufgrund beispielsweise einer Kabelunterbrechung oder eines Kurzschlusses ist.

In Fig. 6 sind typische Spannungsverläufe am Eingang des Analog/Digital-Wandlers der Auswerteeinrichtung 5 gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel dargestellt. Fig. 6a zeigt den Spannungsverlauf im Falle eines Fehlers nach Variante A, d.h. bei einem Kurzschluss des oberen Kontaktes 10 nach Masse. Im Normalfall stellt sich eine stabile Gleichspannung mit einem überlagerten Wechselspannungsanteil wie zu Beginn der dargestellten Kurve ein. Im durch den Pfeil in Fig. 6a gekennzeichneten Zeitpunkt tritt ein Kurzschluss des Anschlusses 10 der Sensoreinrichtung 2 auf, wobei das Potenzial nach Masse abfällt.

Fig. 6b zeigt einen Spannungsverlauf gemäß der Fehlervariante C, bei der eine Unterbrechung, beispielsweise eine Kabelunterbrechung, auftritt. Hierbei wird im durch den Pfeil in Fig. 6b dargestellten Fehlerzeitpunkt die Wechselspannung nicht herabgeteilt, sondern sie fällt vollständig am Vorwiderstand 40 ab, wodurch der Gleichspannungsanteil am Demodulator 41 ein Maximum anstrebt.

Aus diesen Spannungsverläufen ist somit eine fehlerhafte Funktion des Klopfsensors 2 erkennbar und die Fehlerart spezifizierbar.

Fig. 2 zeigt eine schematische Darstellung einer Prüfschaltung 1 gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel, wobei der Prüfschaltkreis gemäß Fig. 1 und der Detektier- bzw. Klopferkennungsschaltkreis mit einer Klopfauswerteschaltung 13 zusammen in eine gemeinsame Schaltung 1 integriert sind.

Der Klopfsensor 2 ist vorzugsweise über zwei Schalteinrichtungen 8, beispielsweise zwei rechnergesteuerte elektronische

Schalter 8, mit der entsprechenden Klopfauswerteschaltung 13 verbunden. Zudem ist der Anschluss 10 des Klopfsensors 2 sowohl mit dem die sinusförmige Wechselspannung liefernden Pfad als auch mit der Demodulatoreinrichtung 42 über jeweils eine Schalteinrichtung 7, vorzugsweise rechnergesteuerte elektronische Schalter 7, verbunden. Der Anschluss 11 des Klopfsensors 2 ist ebenfalls vorzugsweise über einen rechnergesteuerten elektronischen Schalter 7 an Masse angeschlossen.

10 Somit kann über die Schalteinrichtungen 7 und 8 die Prüfzeit der Sensoreinrichtung 2 gesteuert und der Sensor 2 vom normalen Klopferkennungspfad zum Prüfpfad und umgekehrt umgeschaltet werden.

15 Dabei erfolgt die Prüfung des Klopfsensors 2 vorzugsweise in den Zeitbereichen, in denen keine Klopfauswertung erfolgt, d.h. im leerlaufnahen Zeitbereich oder zwischen den Zeitfenstern für die jeweilige Klopferkennung. Allerdings kann die Prüfung auch gleichzeitig mit der Klopferkennung durchgeführt 20 werden, falls die Signalpfade für das Klopferkennungs- bzw. -detektionsignal und das Prüfsignal beispielsweise durch Bandfilter voneinander getrennt werden.

In Fig. 2 kennzeichnen die Schalter 7 beispielhaft einen geöffneten und die Schalter 8 einen geschlossenen Zustand. Somit 25 ist in Fig. 2 der Klopfsensor-Prüfschaltkreis deaktiviert und der Klopfdetektionschaltkreis aktiviert. Ein solcher Schaltzustand der entsprechenden Schalter 7 und 8 wird vorzugsweise nach der Zündung des entsprechenden Zylinders in einem kurzen 30 Zeitpunkt hergestellt. Zur Klopfsensorfehlerdiagnose sind die Schalter 7 und 8 umgekehrt geschaltet.

Fig. 3 illustriert einen Prüfschaltkreis einer Prüfschaltung 1 gemäß einem zweiten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung.

- 5 In diesem Ausführungsbeispiel ist der Klopsensor 2 vorzugsweise in Serie mit einem Oszillator 3 verbunden, wobei die zu prüfende Sensorkapazität 20 direkt in den Oszillator mit eingebunden ist. Die restlichen Bauteile des Oszillators 3 befinden sich vorzugsweise in der Erfassungseinrichtung 4. Mit dem
10 Oszillator 3 ist vorzugsweise eine Auswerteeinrichtung 5 verbunden, die gemäß dem vorliegenden Ausführungsbeispiel aus einem Frequenzzähler 52 und einer mit diesem verbundenen Rechnereinheit 51 besteht.
- 15 Da die Sensorkapazität 20 in diesem Ausführungsbeispiel direkt frequenzbestimmend an der Entstehung einer Oszillatorenspannung beteiligt ist, ergibt sich die richtige Frequenz lediglich dann, falls die richtige Gesamt- bzw. Sensorkapazität anliegt. Der Oszillator 3 erzeugt beispielsweise eine Rechteck-
20 Ausgangsspannung, die an den Frequenzzähler 52 und schließlich an die Rechnereinheit 51 der Auswerteeinrichtung 5 weitergeleitet wird. Bei einem Abfall bzw. einer Unterbrechung (Fehlervariante C) des Klopsensors 2 liegen lediglich die Kabelkapazität und die Störschutzkapazität vor, wodurch eine viel
25 höhere resultierende Frequenz als im Normalzustand mittels des Frequenzzählers 52 bzw. der Rechnereinheit 51 erfasst wird.

Im Gegensatz dazu kommt bei einem Kurzschluss (Fehlervariante A) der Sensoreinrichtung 2 keinerlei Schwingung zustande und
30 demnach kann auch der Frequenzzähler 52 keine Frequenz detektieren.

Fig. 4 zeigt eine Prüfschaltung 1, bei der der Prüfschaltkreis gemäß Fig. 1 in einen Klopferkennungs- bzw. -detektierschaltkreis integriert ist.

- 5 Analog zum ersten Ausführungsbeispiel ist wiederum eine Klopfauswerteschaltung 13 über vorzugsweise zwei rechnergesteuerte elektronische Schalter 8 mit der Sensoreinrichtung 2 verbunden. Der Anschluss 10 des Klopfsensors 2 ist ebenfalls vorzugsweise über einen rechnergesteuerten elektronischen
10 Schalter 7 mit der Auswerteeinrichtung 4 und der Anschluss 11 der Sensoreinrichtung über einen rechnergesteuerten elektronischen Schalter 7 mit Masse verbunden. Somit kann analog zum ersten Ausführungsbeispiel der Pfad vom Klopfsensor 2 zum Prüfschaltkreis und/oder zum Klopferkennungsschaltkreis durch
15 die Schalter 7 und 8 wechselweise freigegeben werden.

Vorzugsweise erfolgt die Prüfung des Klopfsensors 2 wiederum im leerlaufnahen Bereich oder zwischen den Zeitfenstern der Klopferkennung. Analog zum ersten Ausführungsbeispiel kann allerdings auch eine gleichzeitige Aktivierung der beiden Pfade erfolgen.

Mit den bisher beschriebenen Schaltungen gemäß dem ersten und zweiten Ausführungsbeispiel sind lediglich die Fehlervarianten
25 A und C detektierbar. Die Fehlervariante B, d.h. ein Massekurzschluss des unteren Kontaktes 11 der Sensoreinrichtung 2, kann mit den vorher beschriebenen Ausführungsbeispielen nicht erfasst werden, wenn die Fahrzeugmasse 14 mit der Steuergerätemasse 15 in Kontakt steht, da sich keinerlei Fehlerbild er-
30 gibt.

Daher weist die Prüfschaltung 1 gemäß einem dritten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung vorzugsweise zwei Um-

polschalteinrichtungen 9, vorzugsweise rechnergesteuerte elektronische Schalter 9, derart auf, dass ein verpolter Anschluss der Sensoreinrichtung 2 bei entsprechend geschalteten Schalteinrichtungen 7 bzw. 9 möglich ist. Die Schalter 7 bzw.

5 9 können vorzugsweise rechnergesteuert derart umgeschaltet werden, dass einmal die obere Anschlussstelle 10 und zum anderen Mal die untere Anschlussstelle 11 geprüft, d.h. nicht mit der Masseseite verbunden wird.

10 Obwohl die vorliegende Erfindung anhand bevorzugter Ausführungsbeispiele vorstehend beschrieben wurde, ist sie darauf nicht beschränkt, sondern auf vielfältige Weise modifizierbar.

15 Insbesondere kann die Prüfung des Klopfsensors auch dann gleichzeitig mit der Klopferkennung ausgeführt werden, falls die Oszillatorkfrequenz höher gelegt wird als der Auswertebereich des aufgenommenen Geräuschspektrums.

BEZUGSZEICHENLISTE

1	Prüfschaltung
2	Sensoreinrichtung
3	Wechselspannungsquelle/Oszillator
4	Erfassungseinrichtung
5	Auswerteeinrichtung
7	Schalteinrichtung
9	Umpolschalteinrichtung
10	Anschluss
11	Anschluss
13	Klopfauswerteschaltung
14	Fahrzeugmasse
15	Steuergerätemasse
20	Kapazität
40	Vorwiderstand
41	Demodulatoreinrichtung
42	Gleichrichter
43	Kondensator
44	Widerstand
50	Analog/Digital-Wandler
51	Rechnereinheit
52	Frequenzzähler
A	Fehlerstelle
B	Fehlerstelle
C	Fehlerstelle

5

PATENTANSPRÜCHE

1. Schaltung (1) zum Prüfen des Funktionszustandes einer Sensoreinrichtung (2), insbesondere eines Klopfsensors zur Motorüberwachung, mit:

mindestens einer Schalteinrichtung (7) zum Aktivieren eines Prüfschaltkreises;

einer Wechselspannungsquelle (3) zum Liefern einer Wechselspannung an die zu prüfende Sensoreinrichtung (2);

einer Erfassungseinrichtung (4) zum Erfassen eines der Kapazität (20) der Sensoreinrichtung (2) zugeordneten Prüfsignals; und mit

einer Auswerteeinrichtung (5) zum Auswerten des der Kapazität (20) zugeordneten Prüfsignals für eine Bestimmung des Funktionszustandes der Sensoreinrichtung (2).

2. Schaltung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Erfassungseinrichtung (4) einen in Reihe mit der Sensoreinrichtung (2) geschalteten Vorwiderstand (40), insbesondere einen Ohmschen Widerstand 40 oder einen Kondensator, für eine Spannungsteilung aufweist.

3. Schaltung nach einem der Ansprüche 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Erfassungseinrichtung (4) eine Demodulatoreinrichtung (41) für eine Gleichrichtung, Filterung und/oder Glättung der abgegriffenen Spannung der Sensoreinrichtung als entsprechendes Prüfsignal aufweist.

4. Schaltung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Auswerteeinrichtung (5) einen Analog/Digital-Wandler (50) aufweist, der mit der Demodulatoreinrichtung (41) verbunden ist.

5. Schaltung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Auswerteeinrichtung (5) eine Rechnereinheit (51) aufweist, die über den Analog/Digital-Wandler (50) die auszuwertenden Gleichspannungswerte empfängt.

10 6. Schaltung nach wenigstens einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Wechselspannungsquelle (3) als Oszillator (3) gebildet ist, der vorzugsweise eine sinusförmige Wechselspannung mit einer Frequenz im Bereich von 1 bis 100 kHz, insbesondere 20 kHz, erzeugt.

15 7. Schaltung nach wenigstens einem der vorangehenden Ansprüche, gekennzeichnet durch eine Bandfiltereinrichtung zum Trennen der Signalpfade für das Prüfsignal und das Klopfdetektorsignal.

20 8. Schaltung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Erfassungseinrichtung als Oszillator (3) gebildet ist, in den die Kapazität (20) der Sensoreinrichtung (2) frequenzbestimmend eingebunden ist.

25 9. Schaltung nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Auswerteeinrichtung (5) einen Frequenzzähler (50) aufweist, der mit dem Oszillator (3) verbunden ist.

10. Schaltung nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass die Auswerteeinrichtung (5) eine Rechnereinheit (51) aufweist,

die über den Frequenzzähler (52) die auszuwertenden Frequenzwerte empfängt.

11. Schaltung nach wenigstens einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die mindestens eine Schalteinrichtung (7) aus mehreren rechnergesteuerten elektronischen Schaltern (7) gebildet ist.

12. Schaltung nach wenigstens einem der vorangehenden Ansprüche, gekennzeichnet durch mindestens eine Umpolschalteinrichtung (9) für eine Verpolung der beiden Anschlüsse (10, 11) der Sensoreinrichtung (2).

13. Schaltung nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, dass die mindestens eine Umpolschalteinrichtung (9) aus zwei rechnergesteuerten elektronischen Schaltern (9) gebildet ist.

14. Schaltung nach wenigstens einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Prüfschaltkreis mittels der mindestens einen Schalteinrichtung (7) im leerlaufnahmen Bereich oder zwischen den Zeitfenstern der Klopfdetektierung aktivierbar ist.

15. Schaltung nach wenigstens einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Frequenz der Wechselspannungsquelle (3) größer ist als der Auswertebereich des Klopfspektrums.

16. Verfahren zum Prüfen des Funktionszustandes einer Sensorseinrichtung (2), insbesondere eines Klopfsensors zur Motorüberwachung, mit folgenden Schritten:
Aktivieren eines Prüfschaltkreises mittels mindestens einer Schalteinrichtung (7);

Anlegen einer Wechselspannung an die zu prüfende Sensoreinrichtung (2);

Erfassen eines der Kapazität (20) der Sensoreinrichtung (2) zugeordneten Prüfsignals mittels einer Erfassungseinrichtung

5 (4); und

Auswerten des der Kapazität (20) zugeordneten Prüfsignals für eine Bestimmung des Funktionszustandes der Sensoreinrichtung (2) mittels einer Auswerteeinrichtung (5).

10 17. Verfahren nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, dass die Erfassungseinrichtung (4) mit einem in Reihe mit der Sensoreinrichtung (2) geschalteten Vorwiderstand (40), insbesondere einem ohmschen Widerstand 40 oder einem Kondensator, für eine Spannungsteilung gebildet wird.

15

18. Verfahren nach einem der Ansprüche 16 oder 17, dadurch gekennzeichnet, dass die Erfassungseinrichtung (4) mit einer Demodulatoreinrichtung (41) für eine Gleichrichtung, Filterung und/oder Glättung der abgegriffenen Spannung der Sensorein-

20 rrichtung (2) als entsprechendes Prüfsignal gebildet wird.

19. Verfahren nach Anspruch 18, dadurch gekennzeichnet, dass die Auswerteeinrichtung (5) mit einem Analog/Digital-Wandler (50) gebildet wird, der mit der Demodulatoreinrichtung (41)

25 verbunden wird.

20. Verfahren nach Anspruch 19, dadurch gekennzeichnet, dass die Auswerteeinrichtung (5) mit einer Rechnereinheit (51) ausgebildet wird, die über den Analog/Digital-Wandler (50) die

30 auszuwerten Gleichspannungswerte empfängt.

21. Verfahren nach einem der Ansprüche 16 bis 20, dadurch gekennzeichnet, dass die Wechselspannungsquelle (3) als Oszilla-

tor (3) gebildet wird, durch den vorzugsweise eine sinusförmige Wechselspannung mit einer Frequenz im Bereich von 1 bis 100 kHz, insbesondere 20 kHz, erzeugt wird.

- 5 22. Verfahren nach einem der Ansprüche 16 bis 21, dadurch gekennzeichnet, dass die Schaltung (1) mit einer Breitbandfiltereinrichtung zum Trennen der Signalpfade für das Prüfsignal und das Klopfdetektorsignal ausgebildet wird.
- 10 23. Verfahren nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, dass die Erfassungseinrichtung (4) als Oszillator (3) gebildet wird, in den die Kapazität (20) der Sensoreinrichtung (2) frequenzbestimmend eingebunden wird.
- 15 24. Verfahren nach Anspruch 23, dadurch gekennzeichnet, dass die Auswerteeinrichtung (5) mit einem Frequenzzähler (52) ausgebildet wird, der mit dem Oszillator (3) verbunden wird.
- 20 25. Verfahren nach Anspruch 24, dadurch gekennzeichnet, dass die Auswerteeinrichtung (5) mit einer Rechnereinheit (51) ausgebildet wird, die über dem Frequenzzähler (52) die auszuwertenden Frequenzwerte empfängt.
- 25 26. Verfahren nach wenigstens einem der Ansprüche 16 bis 25, dadurch gekennzeichnet, dass die mindestens eine Schalteinrichtung (7) aus mehreren rechnergesteuerten elektronischen Schaltern (7) gebildet wird.
- 30 27. Verfahren nach wenigstens einem der Ansprüche 16 bis 26, dadurch gekennzeichnet, dass die Schaltung (1) mit mindestens einer Umpolschalteinrichtung (9) für eine Verpolung der beiden Anschlüsse (10, 11) der Sensoreinrichtung (2) ausgebildet wird.

28. Verfahren nach Anspruch 27, dadurch gekennzeichnet, dass die mindestens eine Umpolschalteinrichtung (9) aus zwei rechnergesteuerten elektronischen Schaltern (9) gebildet wird.

5

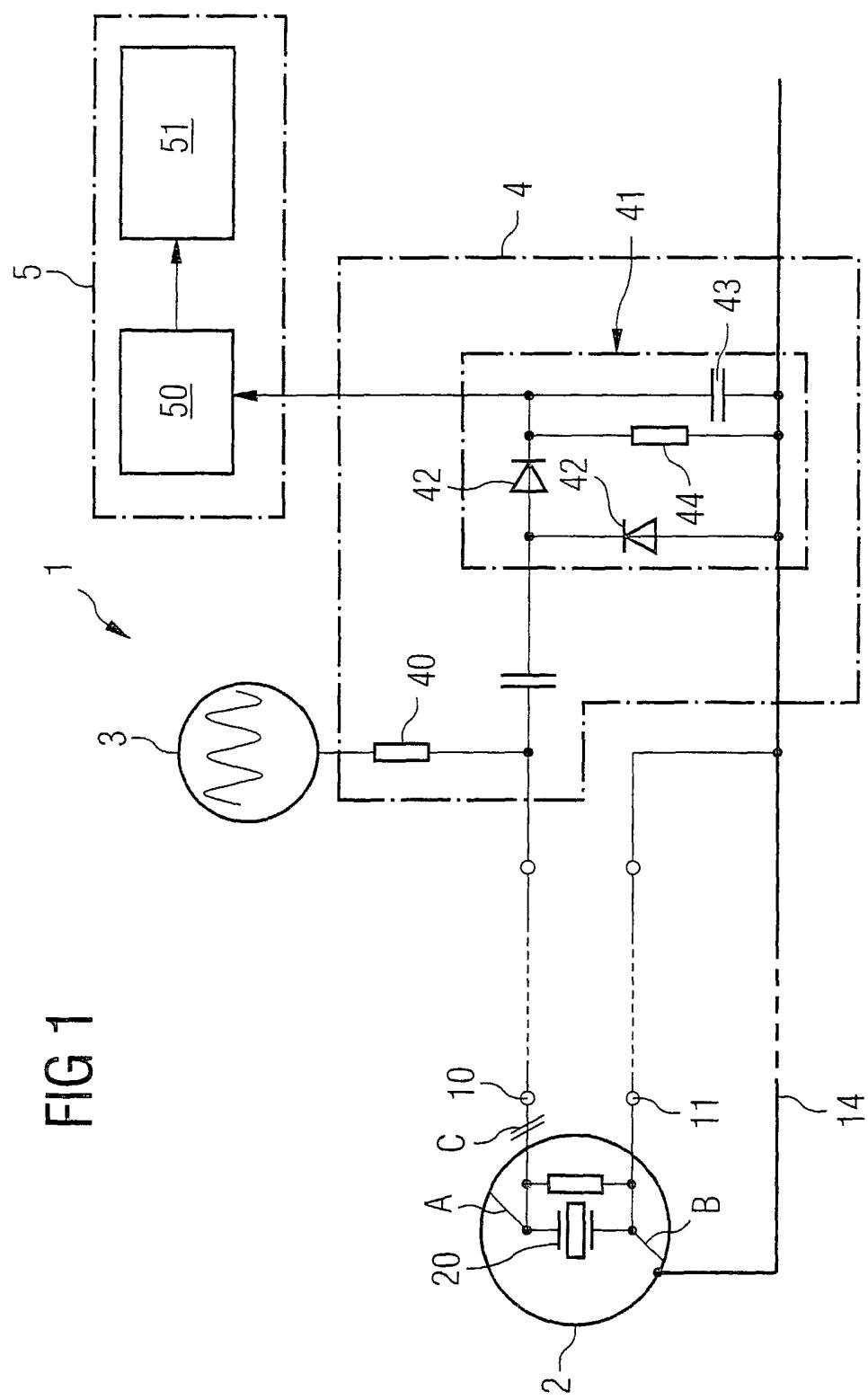
29. Verfahren nach wenigstens einem der Ansprüche 16 bis 28, dadurch gekennzeichnet, dass der Prüfschaltkreis mittels der mindestens einen Schalteinrichtung (7) im leerlaufnahmen Bereich oder zwischen den Zeitfenstern der Klopferkennung aktiviert wird.

10

30. Verfahren nach wenigstens einem der Ansprüche 16 bis 29, dadurch gekennzeichnet, dass die Frequenz der Wechselspannungsquelle (3) größer als der Auswertebereich des Klopfspektums ausgebildet wird.

15

1/6



2/6

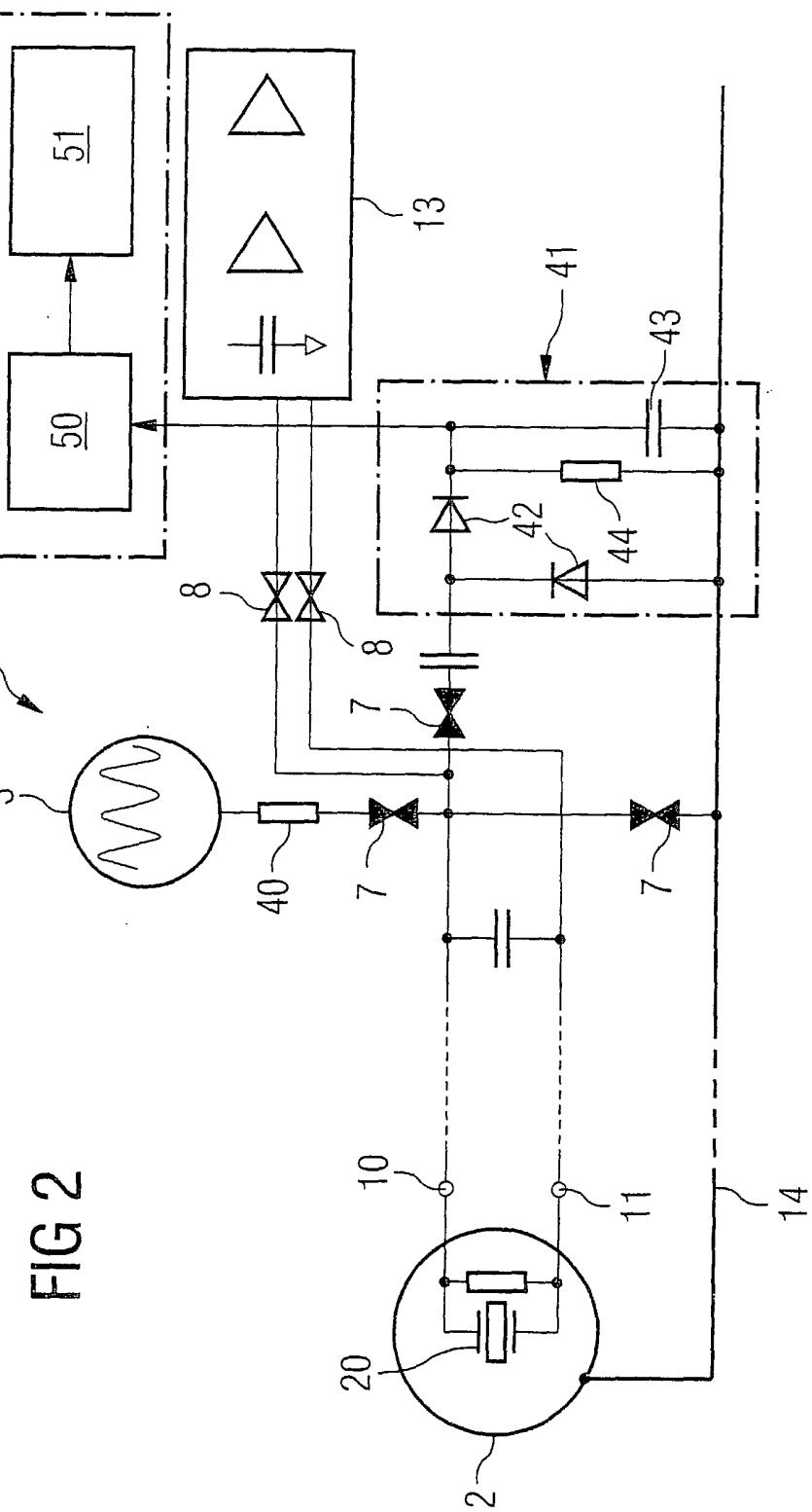
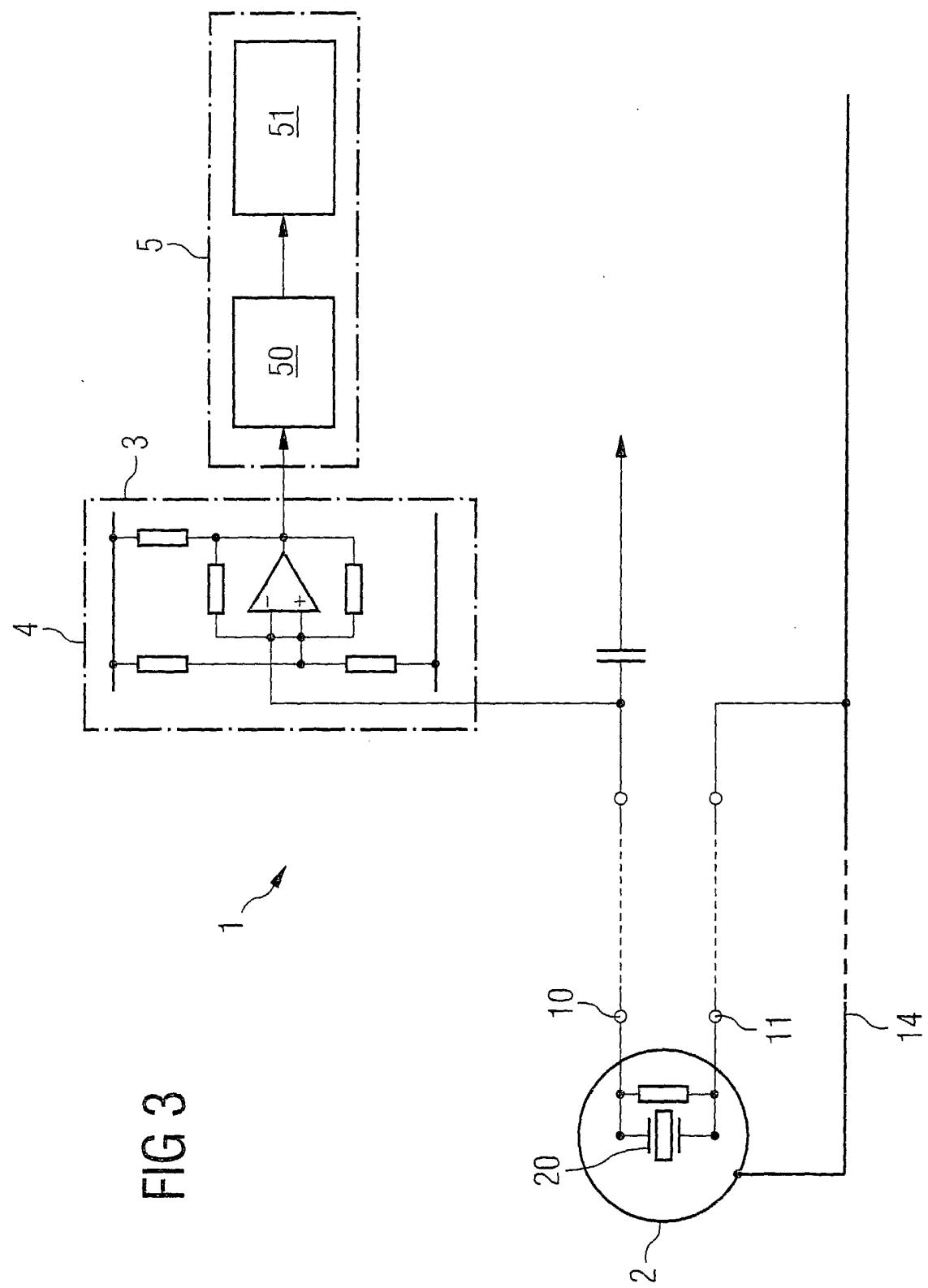


FIG 2

3/6



4/6

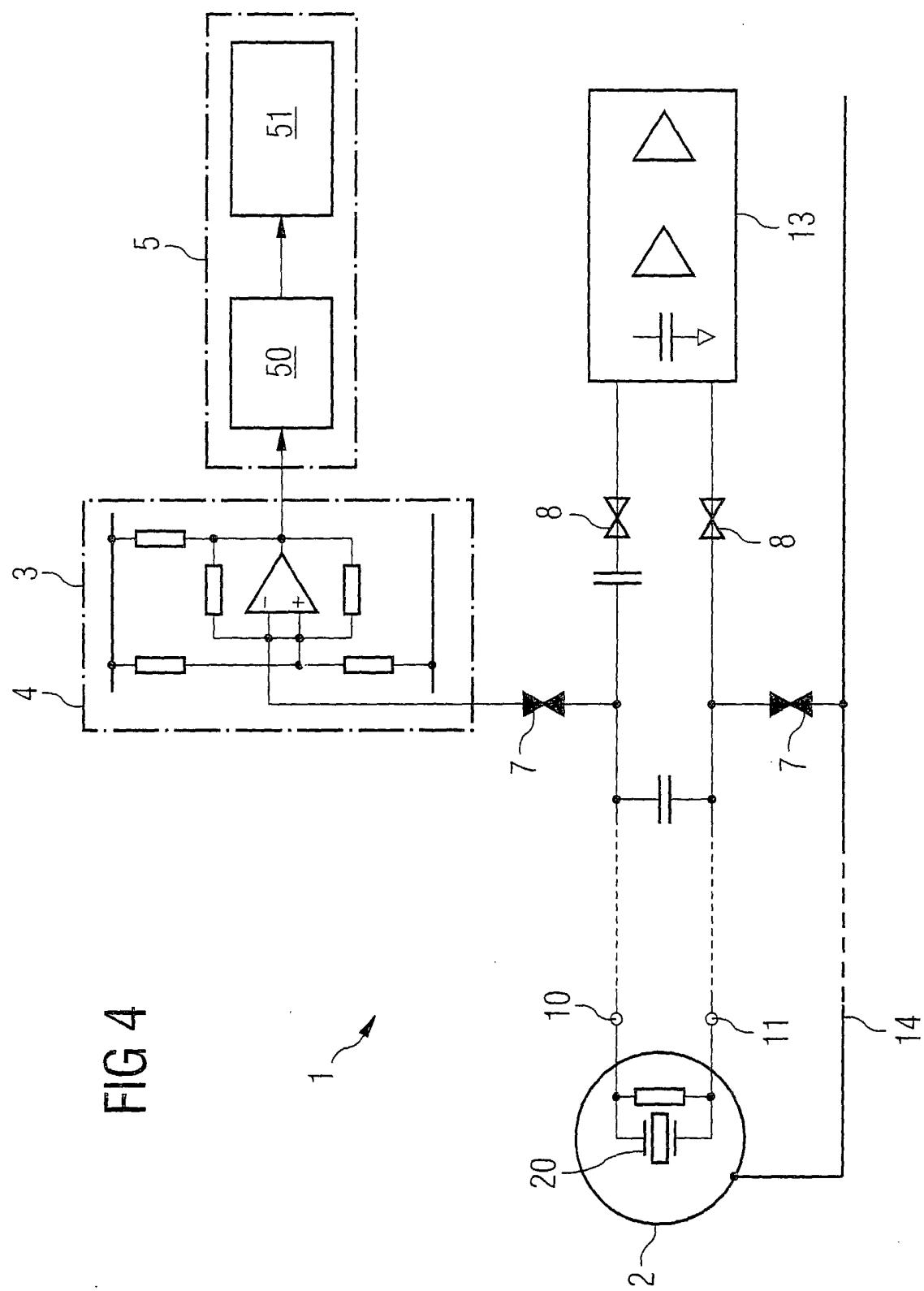
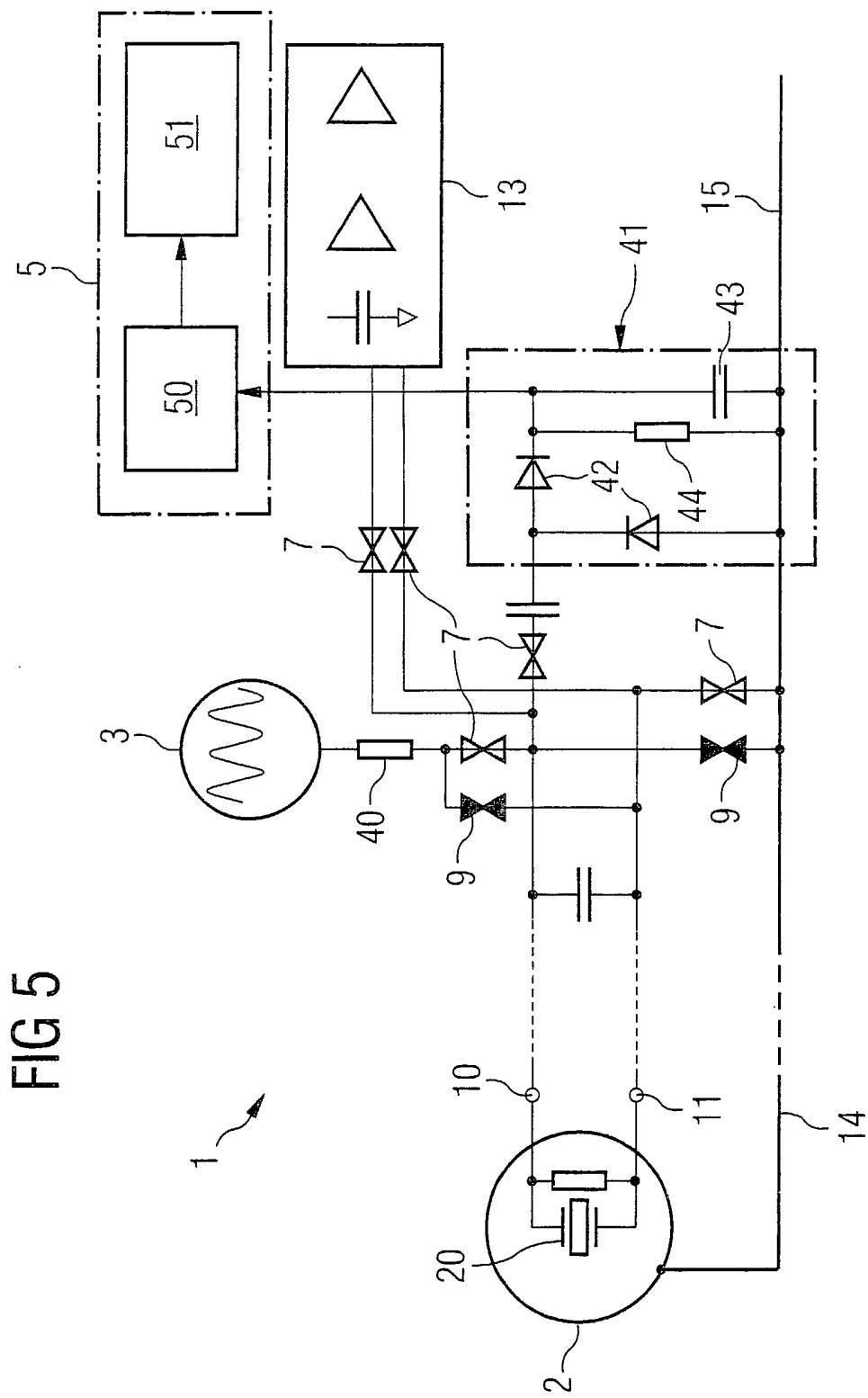


FIG 4

5/6



6/6

