

(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
18. Januar 2007 (18.01.2007)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2007/006620 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:
G01R 31/28 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2006/063182

(22) Internationales Anmeldedatum:
14. Juni 2006 (14.06.2006)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
102005033151.3 13. Juli 2005 (13.07.2005) 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): **SCHUMACHER, Hartmut** [DE/DE]; Pfarrer Aldingerstr 4, 71691 Freiberg (DE). **KOTTKE, Thomas** [DE/DE]; Leimentalstrasse 13/1, 71139 Ehningen (DE). **WIRTH, Jens** [DE/DE]; Nordstr. 10, 74232 Abstatt (DE).

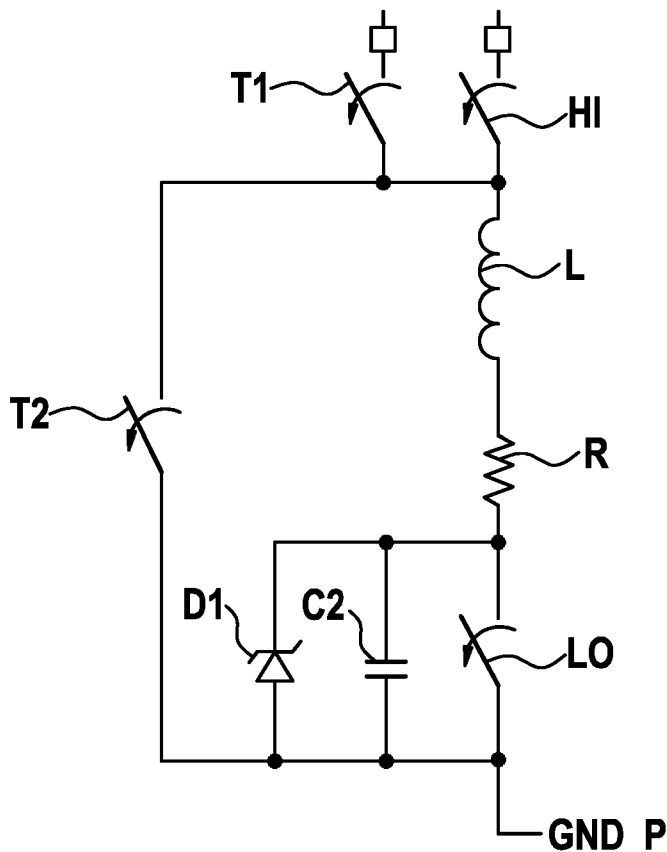
(74) Gemeinsamer Vertreter: **ROBERT BOSCH GMBH**; Postfach 30 02 20, 70442 Stuttgart (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: DEVICE FOR TRIGGERING AN ELECTROMAGNETIC ACTUATOR, AND METHOD FOR TESTING A FIRST INDUCTOR OF AN ELECTROMAGNETIC ACTUATOR

(54) Bezeichnung: VORRICHTUNG ZUR ANSTEUERUNG EINER ELEKTROMAGNETISCHEN AKTUATORIK UND VERFAHREN ZUM TESTEN EINER ERSTEN INDUKTIVITÄT EINER ELEKTROMAGNETISCHEN AKTUATORIK



(57) Abstract: Disclosed is a device for triggering an electromagnetic actuator and a method for testing the inductor of an electromagnetic actuator. According to the invention, the inductor is connected to a test circuit in such a way that a resonant circuit is created. An evaluation circuit is provided which evaluates at least one electrical parameter of said resonant circuit in order to determine whether the inductance lies within predetermined tolerances.

(57) Zusammenfassung: Es wird eine Vorrichtung zur Ansteuerung einer elektromagnetischen Aktuatorik bzw. ein Verfahren zum Testen einer Induktivität einer elektromagnetischen Aktuatorik vorgeschlagen. Dabei wird die Induktivität mit einer Testschaltung derart verbunden, dass ein Schwingkreis entsteht, wobei eine Auswerteschaltung vorgesehen ist, die wenigstens einen elektrischen Parameter dieses Schwingkreises auswertet, um zu bestimmen, ob die Induktivität innerhalb vorgegebener Toleranzen liegt.

WO 2007/006620 A1



SE, SG, SK, SL, SM, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA,
UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG,
CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC,

Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht

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.

5

10 Vorrichtung zur Ansteuerung einer elektromagnetischen Aktuatorik und Verfahren zum Testen einer ersten Induktivität einer elektromagnetischen Aktuatorik

Stand der Technik

15 Die Erfindung geht aus von einer Vorrichtung zur Ansteuerung einer elektromagnetischen Aktuatorik bzw. ein Verfahren zum Testen einer ersten Induktivität einer elektromagnetischen Aktuatorik nach der Gattung der unabhängigen Patentansprüche.

20 Aus Mike Schönmehl: Die crashaktive Kopfstütze, ATZ 5/2005, Jahrgang 107, Seiten 390 bis 397 ist es bereits bekannt, dass eine crashaktive Kopfstütze mittels einer elektromagnetischen Aktuatorik und dabei insbesondere einer Spule, also einer Induktivität, im Crashfall angesteuert wird.

Vorteile der Erfindung

25

Die erfindungsgemäße Vorrichtung zur Ansteuerung einer elektromagnetischen Aktuatorik bzw. das Verfahren zum Testen einer ersten Induktivität einer elektromagnetischen Aktuatorik mit den Merkmalen der unabhängigen Patentansprüche haben den Vorteil, dass die Induktivität mittels eines Schwingkreises überwacht bzw. getestet wird und somit eine genauere Bestimmung der Induktivität möglich und eine bessere Überwachung der elektromagnetischen Aktuatorik erreicht wird. Durch die Aktivierung eines Schwingkreises und der Bestimmung dessen Frequenz ist eine präzise Charakterisierung der Induktivität möglich. Entspricht die Induktivität vorgegebenen Parametern, liegt die Frequenz des Schwingkreises innerhalb vorbestimmter Toleranzen. Bei einem Defekt der Induktivität, beispielsweise durch eine verminderte Induktivität oder durch einen Kurz-

30
35

schluss zwischen Spulenwindungen liegt die Frequenz des Schwingkreises entsprechend außerhalb dieser Toleranzen. Dann wird auf eine Fehlfunktion erkannt und dies dem Fahrer mitgeteilt. Auch eine Mitteilung an eine Fernwartung ist hier möglich. Außerdem kann dieses Messergebnis dann in einem Speicher, beispielsweise einem Fehlerspeicher oder einem Crashrekorder auch dauerhaft abgespeichert werden. Dies ist insbesondere zum Nachweis einer Funktion der Aktuatorik von Nutzen.

Der Erfindung liegt daher der Gedanke zugrunde, dass eine Induktivität besonders präzise als Bestandteil eines Schwingkreises charakterisiert werden kann, wenn die anderen Parameter der übrigen Komponenten des Schwingkreises bekannt sind.

Durch die in den abhängigen Ansprüchen aufgeführten Maßnahmen und Weiterbildungen sind vorteilhafte Verbesserungen der in den unabhängigen Patentansprüchen angegebenen Vorrichtung zur Ansteuerung einer elektromagnetischen Aktuatorik bzw. dem Verfahren zum Testen einer ersten Induktivität einer elektromagnetischen Aktuatorik möglich.

Besonders vorteilhaft ist, dass die Testschaltung, die mit der Induktivität derart gekoppelt wird, dass der Schwingkreis gebildet wird, dafür einen Kondensator aufweist, der parallel zu einem Schalter geschaltet ist, der selbst in Reihe zur Induktivität geschaltet ist. Dieser Schalter kann vorteilhafter Weise ein Low Side- oder ein so genannter High Side-Schalter sein, also die beiden Leistungsschalter, die geschaltet werden, wenn die Induktivität bestromt werden soll, um die Aktuatorik anzusteuern. Diese Schalter werden also üblicherweise im Ansteuerungsfall durchgeschaltet. Dabei handelt es sich beispielsweise um Leistungstransistoren, insbesondere MOSFET-Leistungstransistoren. Es ist jedoch möglich, dass der Schalter auch der High Side-Schalter sein kann, der also zwischen der Induktivität und der Versorgungsspannung liegt, während der Low Side-Schalter zwischen der Induktivität und Masse liegt. Durch die Parallelschaltung des Kondensators zu dem Schalter ist es später möglich, im Überwachungs- bzw. Testfall den Schalter zu öffnen, so dass der Kondensator dann Teil der Gesamtschaltung wird und mit der Induktivität den Schwingkreis bilden kann. Weiterhin ist es vorteilhaft, dass parallel zu diesem Kondensator eine Zenerdiode vorgesehen ist, an die dann die Auswerteschaltung angekoppelt wird, um die Spannung im Schwingkreis zu messen. Die Zenerdiode erfüllt zusätzlich die Funktion, bei zu hohen Spannungen durchzubrechen, um insbesondere den Schalter, also den Leistungsschalter, vor solchen Überspannungen zu schützen. Alternativ ist es mög-

lich, dass ein Kondensator direkt parallel zur Induktivität geschaltet wird. Dabei ist dann eine Aufladung des Kondensators vorzusehen.

5 Für die Messung der Induktivität mittels eines Schwingkreises sind mehrere Konfigurationen möglich. In einer ersten Konfiguration wird vorteilhafter Weise parallel zur Induktivität und dem Schalter ein Testschalter vorgesehen, der im Testfall geschlossen wird, so dass die Induktivität mit dem zugeschalteten Kondensator und der Leitung, die der Testschalter durchgeschaltet hat, einen Schwingkreis bilden kann. Der Testschalter ist bei der Verwendung von zwei Leistungsschalters, also einem High- und einem Low Side-
10 Schalter, parallel zu dieser Gesamtkonfiguration geschaltet. Wird jedoch nur ein Schalter verwendet, ist der Testschalter parallel zu diesem Schalter und der Induktivität geschaltet. Neben diesen beiden Leistungsschaltern ist es auch möglich, einen Hauptschalter vorzusehen, wenn mehrere Aktuatoren geschaltet werden. Dies ermöglicht eine erhöhte Sicherheit. Die beiden Leistungsschalter können auf einem gemeinsamen Substrat angeordnet
15 sein. Es ist jedoch möglich, sie auch auf getrennten Substraten anzuordnen. Diese Kombinationsmöglichkeiten sind auch mit einem möglichen Hauptschalter gegeben. Weiterhin ist es möglich, auch noch einen zweiten Testschalter vorzusehen, der bei einem geöffneten High Side-Schalter parallel zu diesem geschaltet ist und den Schwingkreis mit der Energieversorgung, also beispielsweise der Batteriespannung oder einer Energiereserve verbindet, und so ein Aufladen des Kondensators ermöglicht, so dass damit der
20 Schwingkreis mit Energie versorgt werden kann und der zweite Schalter dann auch wieder geschlossen wird, nachdem ein Aufladen des Kondensators erreicht wurde. Diese Spannung, die zum Aufladen verwendet wird, darf jedoch nicht so hoch sein, dass ein Auslösen der Aktuatorik ermöglicht wird. Daher ist die Spannung, die an diesem zweiten
25 Testschalter anliegt, niedriger als die Spannung die direkt von der Energiereserve abgegeben wird, also anstatt 40V nur 5V. Wird die Energie zum Aufladen des Schwingkreises aus der Energiereserve, vorzugsweise einem Kondensator entnommen, dann muss die Spannung abwärts gewandelt werden, am einfachsten durch einen Spannungsteiler.

30 In einer weiteren Konfiguration ist es möglich, wenn zwei Induktivitäten für zwei Aktuatoren vorliegen, diese gemeinsam in einer einfacheren Schaltung zu überwachen. Dazu sind dann keine Testschalter mehr notwendig, und die beiden Induktivitäten mit den entsprechenden Kondensatoren bilden dann gemeinsam einen Schwingkreis. Hier ist dann allerdings die Auswertung schwieriger, da nur festgestellt wird, dass in einem Fehlerfall
35 eine der Induktivitäten wenigstens fehlerhaft ist, aber nicht welche. Dafür ist dies eine

einfache Schaltung und kann in vielen Fällen ausreichend sein, da ein Werkstattbesuch auch beim Ausfall nur einer Induktivität notwendig ist.

5 Als elektrische Parameter können vorteilhafter Weise Zeitpunkte der Maxima herangezogen werden und mit vorgegebenen Werten verglichen werden, oder es wird die Frequenz ausgewertet, die auch über Maxima bestimmbar ist, oder über Nulldurchgänge, oder über vorgegebene aufsteigende beziehungsweise fallende Flanken.

10 Um vorteilhafter Weise die Toleranzen eines Kondensators abzufangen, kann in einer ersten Stufe eines Testverfahrens, und zwar beispielsweise in den ersten 10 Millisekunden das Entladeverhalten des Kondensators überwacht werden. Es ist auch möglich, das Ladeverhalten des Kondensators zu überwachen und anhand dieses Verhaltens die Kapazität des Kondensators zu bestimmen. Dann kann mit diesem gemessenen Kapazitätswert die Frequenz des Schwingkreises präziser bestimmt werden und damit auch über die Thomson'sche Schwingungsformel die Induktivität.

15 Schließlich ist es auch vorteilhaft, dass ein Referenzpotenzial vorgesehen ist, das als Hilfsspannungsquelle wirkt und den Schwingkreis mit Energie lädt. Die Testschaltung kann dabei derart konfiguriert sein, dass der Schwingkreis mit seiner Schwingung um dieses Referenzpotenzial schwingt.

Zeichnung

25 Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in der Zeichnung dargestellt und werden in der nachfolgenden Beschreibung erläutert. Es zeigen:

Figur 1 ein erstes Blockschaltbild,

Figur 2 ein erstes Schaltbild,

30 Figur 3 ein zweites Schaltbild,

Figur 4 ein drittes Schaltbild,

35 Figur 5 ein erstes Flussdiagramm,

Figur 6 ein erstes Spannungszeitdiagramm,

Figur 7 ein zweites Spannungsdiagramm und

Figur 8 ein drittes Schaltbild.

Beschreibung

10 In zunehmendem Maße werden crashaktive Kopfstützen in Fahrzeugen eingebaut. Diese crashaktiven Kopfstützen haben den Zweck, vor Halswirbelverletzungen, die beispielsweise bei einem Auffahrunfall passieren können, effektiver zu schützen und somit die Schäden an der Person zu minimieren.

15 Damit die crashaktive Kopfstütze, die mit einer Induktivität, also einer Spule, angesteuert wird, einen korrekten Einsatz über die Lebensdauer der Anwendung ermöglicht, ist eine Überwachung dieser Induktivität notwendig. Hierfür wird erfindungsgemäß mit dieser Induktivität ein Schwingkreis gebildet und anhand von elektrischen Parametern des Schwingkreises wird bestimmt, ob die Induktivität innerhalb vorgegebener Toleranzen
20 liegt. Die Messung bzw. Charakterisierung eines Schwingkreises ist äußerst präzise und einfach. Neben crashaktiven Kopfstützen können auch Aktuatoren eines Fußgänger-schutzsystems elektromagnetisch angesteuert werden. Es handelt sich demnach vorliegend allgemein um Ver- oder Entriegelungssysteme für Personenschutzmittel wie auch Überrollbügel.

25 Figur 1 zeigt in einem Blockschaltbild die erfindungsgemäße Vorrichtung. Die Aktuatorik ist durch den Block 11 repräsentiert. Die Aktuatorik wird über den Block 10 mit Energie im Ansteuerungsfall versorgt. Erfindungsgemäß wird in einem Überwachungsfall, der periodisch stattfinden kann, beispielsweise jede Stunde, oder auch in weit kürzeren
30 Zeitintervallen, mit einer Testschaltung 12 verbunden, um dann über die Auswerteschaltung 13 zu ermitteln, ob die Aktuatorik 11 innerhalb vorgegebener Parameter liegt.

Das Zuschalten der Testschaltung 12 zur Aktuatorik 11, um erfindungsgemäß den Schwingkreis mit der Induktivität der Aktuatorik 11 zu bilden, wird durch einen Mikro-
35 kontrollier μC über einen Schalter erreicht, der auch mit der Auswerteschaltung 13 sowie

der Aktuatorik 11 verbunden ist, um die Parameter dahingehend zu überprüfen, ob sie innerhalb vorgegebener Toleranzen liegen. Es ist wenigstens ein Schaltelement vorzusehen, dass dafür sorgt, dass der Schwingkreis mit Energie versorgt wird. Diese Energie kann aus der Energiereserve des Steuergeräts oder aus der Batteriespannung entnommen werden. Die Energie muss so bemessen werden, dass ein Auslösen der Aktuatorik 11 vermieden wird, beispielsweise durch eine Abwärtswandlung oder eine Strombegrenzung, die durch einen Stromspiegel erreicht werden kann.

Die Auswerteschaltung 13 kann im einfachsten Fall ein Vorwiderstand sein, der direkt an einen Analogdigitaleingang des Mikrocontrollers μC angeschlossen ist. Es ist jedoch möglich, dass die Auswerteschaltung komplexer ist, beispielsweise und selbst den Analogdigitalwandler und ggf. weitere Auswertekomponenten beinhaltet. Der Mikrocontroller μC ist weiterhin mit einem Sensor 14 verbunden, um die Ansteuerung der Aktuatorik 11 in Abhängigkeit von diesem Sensorsignal zu ermöglichen. Bei dem Sensor 14 kann es sich um eine Beschleunigungssensorik handeln, auch eine Umfeldsensorik oder Kombinationen aus Beschleunigungs- und Umfeldsensorik sind hier möglich, und auch eine Kontaktsensorik kann zusätzlich oder anstatt vorgesehen sein. Der Einfachheit halber ist die Schaltung gemäß Figur 1 vereinfacht dargestellt, so dass nicht alle Komponenten dargestellt sind, die für den kompletten Betrieb der Vorrichtung zur Ansteuerung der Aktuatorik 11 notwendig sind. Hier wird sich allein auf die Überwachung der Aktuatorik 11 konzentriert.

Figur 8 zeigt eine erste Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung. Eine Energieversorgung VT als Spannungsquelle ist an einen Vorwiderstand R_{Test} angeschlossen und an der anderen Seite an Masse. Der Vorwiderstand R_{Test} ist auf der anderen Seite mit einem Testschalter T, einem High-Side-Schalter HI und einer Spule L verbunden. Der High-Side Schalter HI ist ein Leistungsschalter, der mit einer Energiereserve oder einer anderen Energiequelle verbunden ist. Schaltet der High-Side Schalter HI durch, dann wird mit dieser Energie die Spule bestromt und die Aktuatorik 11 wird ausgelöst. Die Energieversorgung VT ist jedoch über den Vorwiderstand R_{Test} so bemessen, dass sie nicht zur Auslösung der Aktuatorik führt, sondern lediglich zur Aufladung des Schwingkreises. Die Spule L ist hier eine reale Spule, also mit Energieverlust durch den Durchgangswiderstand.

Die Spule ist auf der anderen Seite mit einem Kondensator C und einem Low-Side-Schalter verbunden, die auf deren anderen Seiten mit Masse verbunden sind. Auch der Testschalter T ist auf der anderen Seite mit Masse verbunden.

5 Im Testfall wird der Schalter LO geöffnet, so dass der Kondensator C in Reihe zur Spule L geschaltet ist.. Nach einer vorgegebenen Zeit oder durch Messung bestimmt, wird der Testschalter T geschlossen, denn bis dahin ist der Kondensator C aufgeladen und damit auch der Schwingkreis. Anhand der nun entstehenden Schwingung wird die Spule durch Frequenzbestimmung des Schwingkreises getestet, denn über die Thomsonsche Schwingungsformel kann aus der Frequenz und der bekannten Kapazität des Kondensators C die Induktivität der Spule L bestimmt werden,

10

Figur 2 zeigt nun eine zweite Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung. Ein High Side-Schalter HI ist auf der einen Seite mit einer Spannungsversorgung und auf der anderen Seite mit einer Spule L und einem Testschalter T1 und einem Testschalter T2 verbunden. Der Testschalter T1 ist auf der anderen Seite auch mit der Spannungsversorgung oder einer Hilfsspannung verbunden. Der Testschalter T2 ist jedoch auf der anderen Seite mit Masse bzw. einer Diode D einem Kondensator C und dem Low Side-Schalter LO verbunden. Die Spule L ist auf der anderen Seite mit einem Widerstand R verbunden,

15

20

der den Ohm'schen Widerstand der Spule L repräsentieren soll, d.h. die Spule L stellt eine ideale Induktivität dar. Der Widerstand R der Spule ist auf der anderen Seite mit der anderen Seite der Diode D, der anderen Seite des Kondensators C und der anderen Seite des Low Side-Schalters LO verbunden. An diesem Punkt kann im Testfall das auszuwertende Signal abgegriffen werden.

25 Im Testfall ist der High Side-Schalter HI zunächst geöffnet, der Testschalter T1 geschlossen und der Testschalter T2 geöffnet. Auch der Low Side-Schalter LO ist geöffnet. Durch die Verbindung der Versorgungsspannung über dem Testschalter T1 über die Spule R und den Widerstand R zum Kondensator C kann der Kondensator C aufgeladen werden.

30

Nach einer vorgegebenen Zeit wird der Testschalter T1 geöffnet und der Testschalter T2 geschlossen. Alternativ ist es möglich, den Testschalter T1 dann zu öffnen, wenn die Ladespannung ausreichend ist. Es kann demnach eine Regelung vorgesehen sein.

35 Damit ist nun ein Schwingkreis aus der Spule L und dem Kondensator C und dem Widerstand R gebildet, und es kommt zu Schwingungen. Diese Schwingungen, die über jedem

Bauelement des Schwingkreises abgreifbar sind, werden vorwiegend über die Diode D, die als Zenerdiode ausgebildet ist, gemessen und der Auswerteschaltung 13 zugeführt. Über die Schwingungen kann die Frequenz des Schwingkreises gemessen werden. Aus der Frequenz über dem bekannten Wert der Kapazität des Kondensators C kann die Induktivität L der Spule bestimmt werden. Der Widerstand R führt lediglich zur Dämpfung der Schwingungen und hat nur einen geringen Einfluss auf die Frequenz des Schwingkreises, die über die bekannte Thomson'sche Schwingungsformel bestimmt werden kann. Der Wert der Induktivität L wird dann über die Auswerteschaltung 13 und den Mikrocontroller μC mit vorgegebenen Werten verglichen, um zu bestimmen, ob die Induktivität L noch innerhalb vorgegebener Toleranzen liegt. Liegt die Induktivität L außerhalb vorgegebener Toleranzen, wird dies dem Fahrer angezeigt, um einen Werkstattbesuch einzuleiten.

Der Testschalter T1 ist vorliegend notwendig, um den High-Side-Schalter H1 nicht mit der hohen Spannung der Energiereserve derart zu belasten, dass der maximal zulässige Nichtauslösestrom überschritten wird sowie der Energieinhalt der Spule L ein zu hohes Maß annehmen würde und die negative Amplitude der Schwingung könnte zu sehr unter das Massepotenzial reichen, so dass die Funktion des Mikrocontrollers μC gestört werden könnte, die positive Amplitude könnte über die zulässige positive Spannung am Eingang eines Analog-Digital-Wandlers der Auswerteschaltung führen.

Figur 3 erläutert in einem weiteren Schaltungsbeispiel eine Erweiterung der Schaltung gemäß Figur 2. Gleiche Bauelemente sind hier mit gleichen Bezeichnungen bezeichnet. Zusätzlich ist in Reihe zum Testschalter T2 zur Masse ein Referenzpotenzial V vorgesehen, das den Bezugspunkt auf ein leicht auszuwertendes Potenzial hebt. Hier wurde ein Wert von 1,93 Volt vorgenommen, es sind jedoch auch applikationsspezifisch andere Werte möglich. Das Referenzpotenzial wird über einen Spannungsregler bereitgestellt, der im Steuergerät üblicherweise als ASIC oder Teil eines ASICs vorhanden ist.

Durch dieses Anheben ist es möglich, die Frequenz mittels digitalen Gattern, einem Zähler, oder einem HET (High End Timer) auszuwerten. Der HET ist ein Zähler, der die Nulldurchgänge innerhalb eines bestimmten Zeitraums misst.

Figur 4 zeigt eine weitere Ausführungsvariante der erfindungsgemäßen Vorrichtung. Hier sind zwei Aktuatorspulen L1 und L2 parallel zueinander geschaltet. Zwei High Side-

Schalter H1 und H2 sind jeweils auf der einen Seite miteinander verbunden und über eine nicht dargestellte Verpolschutzdiode mit der Versorgungsspannung verbunden. Auf der anderen Seite ist der High Side-Schalter H1 mit der Spule L1 verbunden, die auf der anderen Seite mit dem Kondensator C5 und dem Low Side-Schalter LO1 verbunden ist. Der Low Side-Schalter LO1 ist auf der anderen Seite wie auch der Kondensators C5 mit Masse verbunden. Der High Side-Schalter H2 ist auf der anderen Seite mit der Spule L2 verbunden, die auf der anderen Seite mit dem Kondensator C6 und dem Low Side-Schalter LO2 verbunden ist. Der Low Side-Schalter LO2 ist auf der anderen Seite wie der Kondensator C6 mit Masse verbunden. Weiterhin ist ein Testschalter T1 vorgesehen, der eine Energieversorgung zuschaltet, so dass die Kondensatoren C5 und C6 aufgeladen werden können. Der Testschalter T1 ist über eine Diode D13 mit den Spulen L1 und L2 sowie den High-Side-Schaltern H1 und H2 verbunden.

Im Testfall bleiben die High Side-Schalter H1 und H2 geöffnet und der Testschalter T1 wird geschlossen, um die Kondensatoren C5 und C6 mit Energie zu versorgen.

Die Low Side-Schalter LO1 und LO2 bleiben, wie auch beim Aufladevorgang, geöffnet, so dass der Kondensator C5 und der Kondensator C6 jeweils in Reihe zu den Spulen L1 und L2 liegen und geladen werden. Die Aktuatorspulen L1 und L2 sowie die Kondensatoren C5 und C6 bilden dann einen Schwingkreis. Die Schwingfrequenz entspricht dann nicht einem vorgegebenen Wert, wenn sich die Spulen L1 und L2 in der Induktivität unterscheiden.

Wird die Spannung über beispielsweise über nicht dargestellte Zenerdioden gemessen, erhält man einen Spannungsverlauf, der ein Schwingungsverhalten mit einer Dämpfung aufweist. Dies kann auch über jedem anderen Bauelement des Schwingkreises erhalten werden. Zur Auswertung der Induktivitäten wird der Zeitpunkt des ersten Maximums bestimmt. Liegt das Maximum außerhalb einer bestimmten Toleranzgrenze, muss angenommen werden, dass einer der beiden Spulen defekt ist. Weiterhin ist es möglich, die Frequenz zu bestimmen, indem der Zeitabstand zwischen zwei Maxima bestimmt wird. Daraus kann dann, wie oben dargelegt wird, über die Thomson'sche Schwingungsformel die Induktivität berechnet werden.

Figur 5 zeigt in einem Flussdiagramm das erfindungsgemäße Verfahren. In Verfahrensschritt 500 wird die Testschaltung zugeschaltet, um den Schwingkreis zu bilden. Bevor

jedoch der Schwingkreis beginnen kann zu schwingen, muss er mit Energie versorgt werden, was in Verfahrensschritt 501 durchgeführt wird. Dafür wird der Kondensator aufgeladen. Dieser Aufladevorgang kann überwacht werden, um die Kapazität des Kondensators zu bestimmen. Damit wird dann die nachfolgende Bestimmung der Induktivität präziser. Bei diesem Verfahren wird zuerst im Zeitraum, beispielsweise von 0 bis 10 Millisekunden, die Kapazität des Kondensators bestimmt und zwar mittels seiner Ladekurve. Aber auch die Entladekurve kann dazu verwendet werden. Aufgrund der Bestimmung der Kapazität kann dann dieser Wert für die Berechnung für die Induktivität der Spule berücksichtigt werden, die ab dem Zeitpunkt beispielsweise von 20 Millisekunden aufgrund der Schwingkreisfrequenz bestimmt wird. Die Kapazität des Kondensators lässt sich anhand der Messung der Entlade- oder Ladespannung bei zwei Zeitpunkten mittels der bekannten Formel $\tau = R \cdot C$ bestimmen.

In Verfahrensschritt 502 wird dann die Energiezufuhr abgekoppelt und in Verfahrensschritt 502b gegebenenfalls die mit dem High-Side Schalter verbundene Seite der Induktivität auf das Referenzpotenzial oder gegen Masse geschaltet. Während des Schwingens des Schwingkreises werden in Verfahrensschritt 503 der oder die entsprechenden elektrischen Parameter, die charakteristisch für den Schwingkreis sind, aufgenommen. Charakteristisch für den Schwingkreis ist die Frequenz. Diese berechnet sich aus der Induktivität und der Kapazität des Schwingkreises. In geringem Maße nimmt auch die Dämpfung Einfluss. Entweder kann beispielsweise die Periodendauer zwischen zwei Maxima zur Frequenzbestimmung herangezogen, oder ein Timer wird bei einem Nulldurchgang gestartet, beim nächsten Nulldurchgang gestoppt, die Zeitdauer gemessen und entsprechend der Anzahl der Nulldurchgänge die Periodendauer respektive die Frequenz ermittelt. Es ist ebenso möglich, die Zeitdauer zwischen lediglich zwei Nulldurchgängen zur Frequenzbestimmung heranzuziehen. Zur Eliminierung eines eventuellen Gleichanteils der zu messenden Spannung kann ein Kondensator zwischen zu messender Größe und Auswerteschaltung eingefügt werden

Ist nun die Induktivität durch die Parameter des Schwingkreises bestimmbar, dann wird im Verfahrensschritt 504 geprüft, ob die Induktivität vorgegebenen Toleranzen entspricht. Ist das der Fall, wird in Verfahrensschritt 505 gewartet, bis der nächste Testzyklus durchgeführt werden kann. Ist das nicht der Fall, wird in Verfahrensschritt 506 dieser Fehler dem Fahrer signalisiert. Die Signalisierung kann über den Bordcomputer, über Lampen im Armaturenbrett, über eine Sprachausgabe oder ein head up-Display vorge-

nommen werden. Auch eine automatische Übertragung zu einer Fernwartung ist möglich. Darüber hinaus ist es möglich, dieses Ergebnis in einem Speicher abzulegen, um für eine spätere Auswertung zur Verfügung zu stehen.

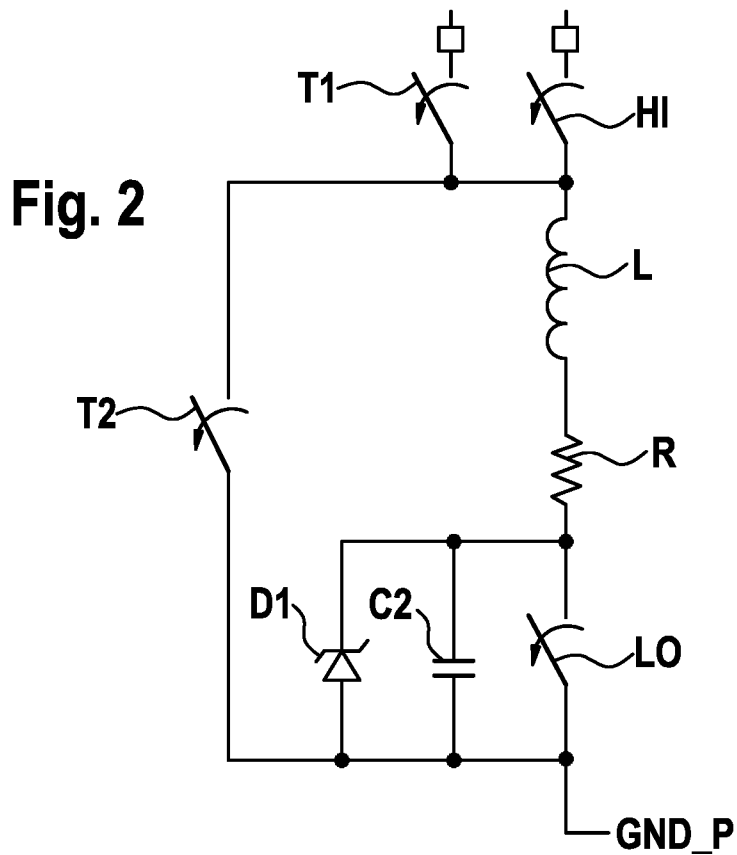
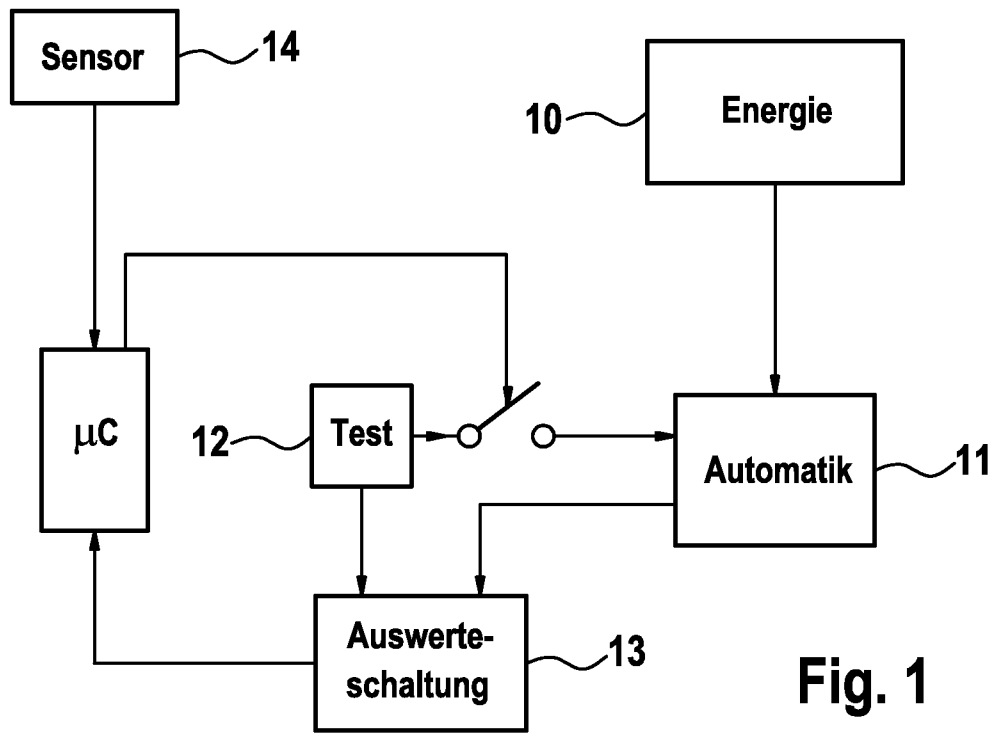
5 Im einem gemäß Fig. 6 oder Fig. 7 ersten Zeitabschnitt bis T_1 wird der Kondensator aufgeladen. Dafür fällt die Spannung von 8 Volt auf 4 Volt gemäß Fig. 6 ab. Ab T_1 setzen die Schwingungen ein, die periodisch ablaufen und aufgrund des Spulenwiderstands R gedämpft sind und daher in der Amplitude mit einer e-Funktion abklingen. In Fig. 6 verläuft die Schwingung um das Massepotenzial, in Fig. 7 um das Potenzial U_{ref} der Referenzspannung.
10

5 Ansprüche

1. Vorrichtung zur Ansteuerung einer elektromagnetischen Aktuatorik (11) mit einer ersten Induktivität (L), die im Fall der Ansteuerung durch die Vorrichtung bestromt wird, mit einer Testschaltung (12), die zur Überwachung der ersten Induktivität (11) mit der ersten Induktivität (11) verbunden wird und die mit der ersten Induktivität (L) einen Schwingkreis bildet, und mit einer Auswerteschaltung (13), die wenigstens einen elektrischen Parameter des Schwingkreises aufnimmt und in Abhängigkeit von dem wenigstens einen Parameter bestimmt, ob die erste Induktivität (L) bei der Bestromung die Ansteuerung der Aktuatorik (11) ermöglicht.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Testschaltung (12) wenigstens einen ersten Kondensator (C) zur Bildung des Schwingkreises aufweist, der parallel zu einem ersten Schalter (LO) geschaltet ist, wobei der erste Schalter (LO) in Reihe zur ersten Induktivität (L) geschaltet ist.
3. Vorrichtung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass parallel zu dem wenigstens einen ersten Kondensator eine erste Zenerdiode vorgesehen ist, an die die Auswerteschaltung (13) angekoppelt ist.
4. Vorrichtung nach Anspruch 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, dass der erste Schalter (LO) als erster Low-Side-Schalter ausgebildet ist.
5. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 2 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Vorrichtung einen ersten Testschalter (T2) aufweist, der parallel zur Induktivität (L) zu dem Schalter (LO) und zum Kondensator (C) geschaltet ist und der zur Bildung des Schwingkreises geschlossen wird.
6. Vorrichtung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass ein zweiter Testschalter (T1) vorgesehen ist, der zwischen einer Energieversorgung und der Induktivität (L) geschaltet ist.

- 5 7. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass parallel zur ersten Induktivität (L) und zum ersten Schalter (LO) eine zweite Induktivität (L2) und ein zweiter Schalter (LO2) in Reihe geschaltet sind, wobei parallel zum zweiten Schalter ein zweiter Kondensator (C6) geschaltet ist.
8. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass ein Referenzpotenzial vorgesehen ist, das zum Laden des Schwingkreises dient.
- 10 9. Vorrichtung nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Testschaltung derart konfiguriert ist, dass der Schwingkreis um das Referenzpotenzial schwingt.
10. Vorrichtung nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass parallel zum zweiten Kondensator (C6) eine zweite Zenerdiode geschaltet ist.
- 15 11. Verfahren zum Testen einer ersten Induktivität (L) einer elektromagnetischen Aktuatorik (11) mit folgenden Verfahrensschritten:
- mit der ersten Induktivität wird eine Testschaltung zur Bildung eines Schwingkreises verbunden,
 - 20 - der Schwingkreis wird mit Energie versorgt,
 - eine Auswerteschaltung (13) nimmt wenigstens einen elektrischen Parameter des Schwingkreises auf und testet damit, ob die erste Induktivität (L) eine Ansteuerung der Aktuatorik ermöglicht.
- 25 12. Verfahren nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, dass als der wenigstens eine elektrische Parameter ein erstes Maximum einer Schwingung des Schwingkreises verwendet wird, wobei der Zeitpunkt des ersten Maximums mit einem Toleranzbereich verglichen wird.
- 30 13. Verfahren nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, dass als der wenigstens eine elektrische Parameter die Frequenz des Schwingkreises verwendet wird.
- 35 14. Verfahren nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, dass die Frequenz durch die Bestimmung von aufeinander folgenden Maxima oder Nulldurchgängen oder aufsteigenden oder fallenden Flanken bei vorgegebenen Spannungswerten bestimmt wird.

- 5 15. Verfahren nach einem der Ansprüche 11 bis 14, dadurch gekennzeichnet, dass in einem ersten Zeitabschnitt ein Lade- oder Entladeverhalten des ersten Kondensators des Schwingkreises bestimmt wird und dass anhand des Lade- oder Entladeverhaltens die Kapazität des ersten Kondensators bestimmt wird, wobei die Kapazität mit der Frequenz zur Bestimmung der Induktivität verwendet wird.
- 10 16. Verfahren nach einem der Ansprüche 11 bis 15, dadurch gekennzeichnet, dass ein erster Testschalter (T2), der parallel zur Induktivität (L) geschaltet ist, nach der Energieversorgung zur Bildung des Schwingkreises geschlossen wird.
- 15 17. Verfahren nach einem der Ansprüche 11 bis 16, dadurch gekennzeichnet, dass parallel zur ersten Induktivität eine zweite Induktivität vorgesehen ist, wobei die zweite Induktivität mit der Testschaltung zur Bildung des Schwingkreises verbunden wird, dass damit die erste und zweite Induktivität zusammen getestet werden.



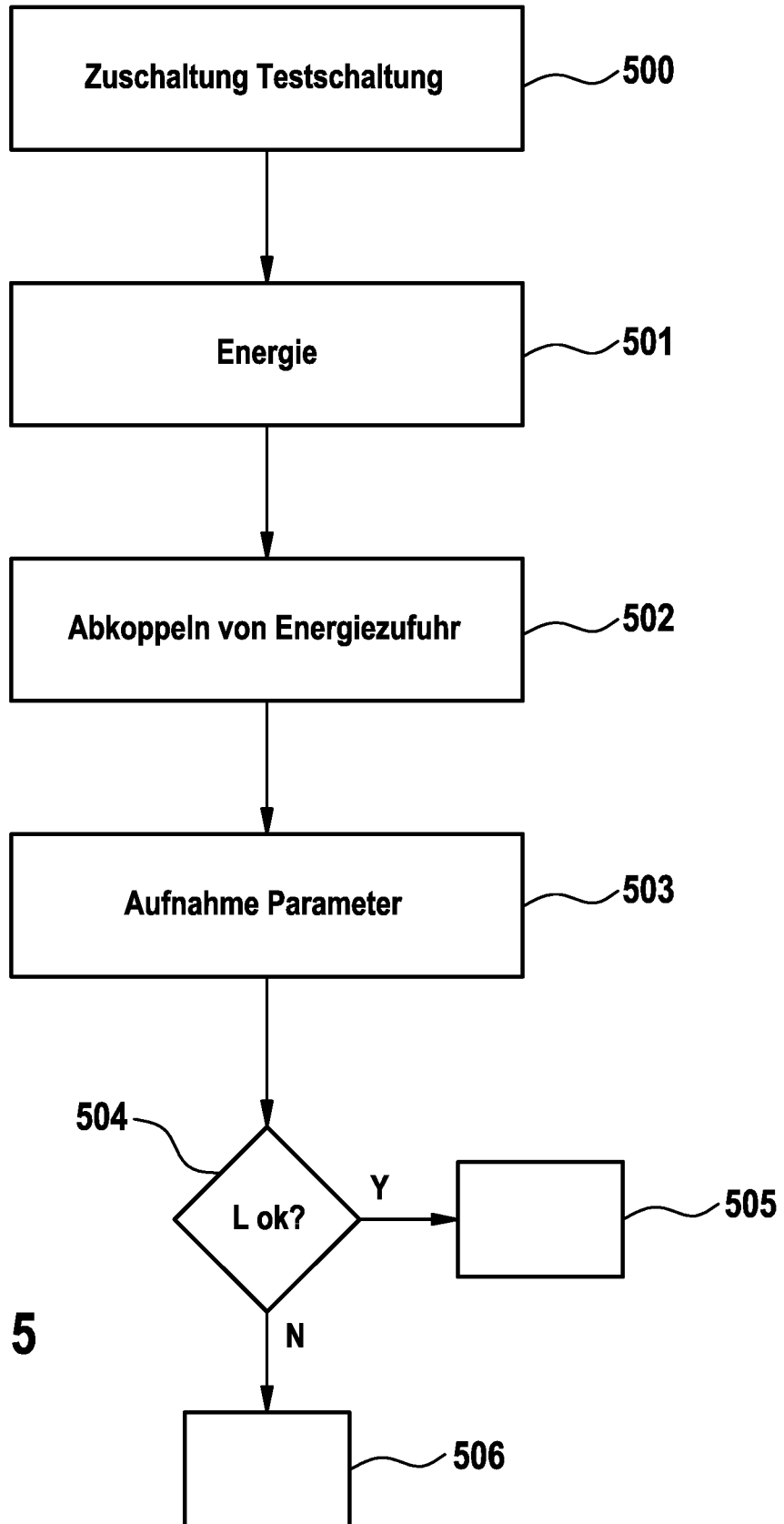
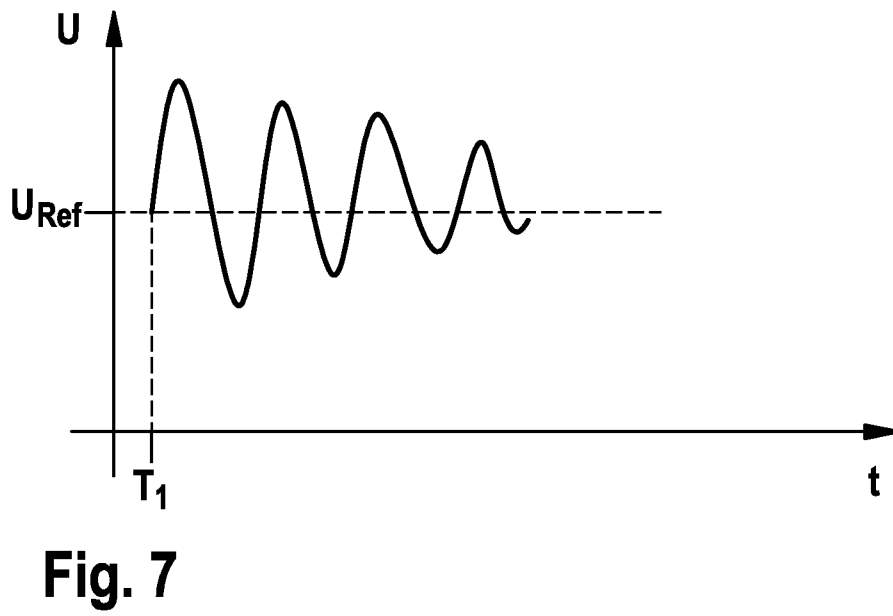
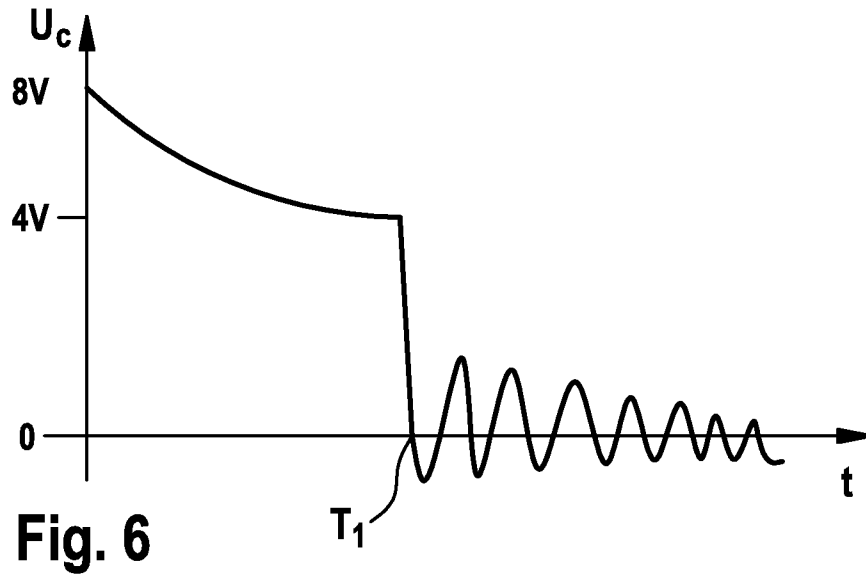
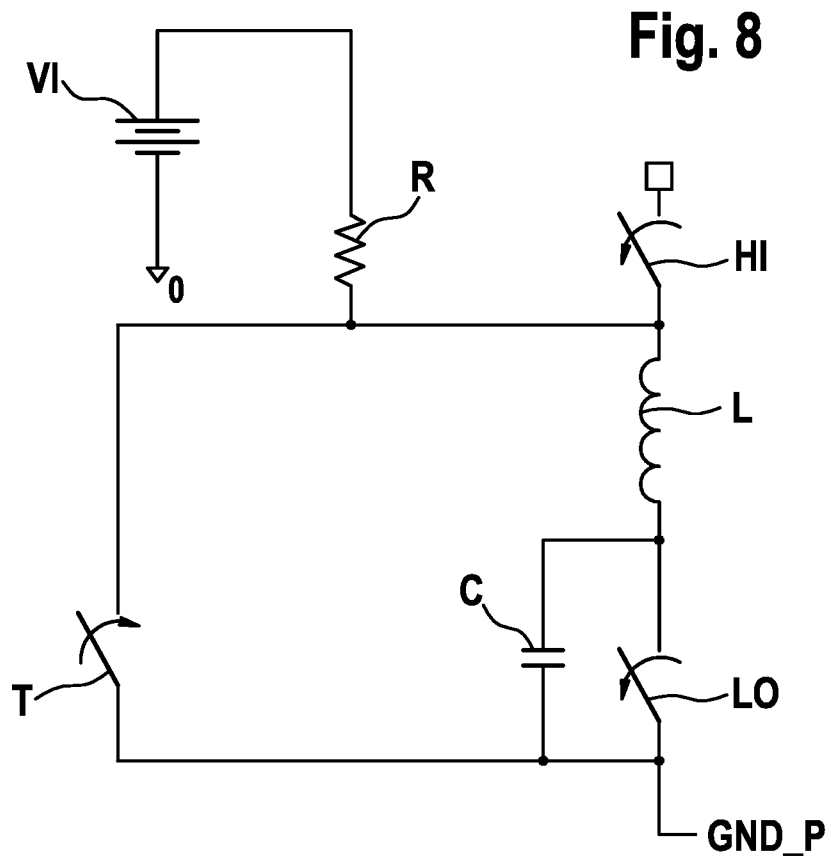


Fig. 5





INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2006/063182A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. G01R31/28

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
G01R B60N

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, PAJ

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	DE 41 26 534 A1 (ROBERT BOSCH GMBH, 7000 STUTTGART, DE) 11 February 1993 (1993-02-11) the whole document	1,8, 11-14,16
A	DE 20 21 029 A1 (ASKANIA GMBH; ASKANIA GMBH, 1000 BERLIN) 11 November 1971 (1971-11-11) claim 1	12
A	DE 198 26 685 A1 (ITT MFG. ENTERPRISES, INC., WILMINGTON, DEL., US) 27 May 1999 (1999-05-27) the whole document	
	----- -/--	

 Further documents are listed in the continuation of Box C. See patent family annex.

* Special categories of cited documents :

- *A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- *E* earlier document but published on or after the international filing date
- *L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- *P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- *T* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- *X* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- *Y* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- *Z* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

18 August 2006

Date of mailing of the international search report

28/08/2006

Name and mailing address of the ISA/

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Wansing, A

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/EP2006/063182

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	<p>PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 008, no. 075 (P-266), 7 April 1984 (1984-04-07) & JP 58 221173 A (MATSUSHITA DENKI SANGYO KK), 22 December 1983 (1983-12-22) abstract</p> <p style="text-align: center;">-----</p>	

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2006/063182

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date	
DE 4126534	A1	11-02-1993	WO 9303386 A1	18-02-1993
			JP 6501779 T	24-02-1994

DE 2021029	A1	11-11-1971	NONE	

DE 19826685	A1	27-05-1999	NONE	

JP 58221173	A	22-12-1983	NONE	

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2006/063182

A. KLASIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
INV. GOIR31/28

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
GOIR B60N

Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, PAJ

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	DE 41 26 534 A1 (ROBERT BOSCH GMBH, 7000 STUTTGART, DE) 11. Februar 1993 (1993-02-11) das ganze Dokument	1,8, 11-14,16
A	DE 20 21 029 A1 (ASKANIA GMBH; ASKANIA GMBH, 1000 BERLIN) 11. November 1971 (1971-11-11) Anspruch 1	12
A	DE 198 26 685 A1 (ITT MFG. ENTERPRISES, INC., WILMINGTON, DEL., US) 27. Mai 1999 (1999-05-27) das ganze Dokument	
	----- -/--	

Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

A Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

E älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

L Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

O Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

P Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

T Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

X Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

Y Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

& Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

18. August 2006

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

28/08/2006

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde

Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Wansing, A

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN Bd. 008, Nr. 075 (P-266), 7. April 1984 (1984-04-07) & JP 58 221173 A (MATSUSHITA DENKI SANGYO KK), 22. Dezember 1983 (1983-12-22) Zusammenfassung -----	

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2006/063182

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 4126534 A1	11-02-1993	WO 9303386 A1 JP 6501779 T	18-02-1993 24-02-1994
DE 2021029 A1	11-11-1971	KEINE	
DE 19826685 A1	27-05-1999	KEINE	
JP 58221173 A	22-12-1983	KEINE	