(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 2014 (06.03.2014)

WIPO | PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2014/032932 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:
H05B 6/06 (2006.01) *F02D 41/20* (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2013/066640

(22) Internationales Anmeldedatum:
8. August 2013 (08.08.2013)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2012 215 257.1
28. August 2012 (28.08.2012) DE

(71) Anmelder: **CONTINENTAL AUTOMOTIVE GMBH** [DE/DE]; Vahrenwalder Straße 9, 30165 Hannover (DE).

(72) Erfinder: **BOLZ, Stephan**; Lehenweg 14, 93102 Pfatter (DE).

(81) Bestimmungsstaaten *(soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart)*: AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) Bestimmungsstaaten *(soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart)*: ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

— *mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)*

(54) Title: CIRCUIT ARRANGEMENT FOR INDUCTIVELY HEATING AT LEAST ONE FUEL INJECTOR, FUEL INJECTOR ARRANGEMENT COMPRISING SUCH A CIRCUIT ARRANGEMENT, ADN METHOD FOR OPERATING A CIRCUIT ARRANGEMENT AND A FUEL INJECTOR ARRANGEMENT

(54) Bezeichnung : SCHALTUNGSANORDNUNG ZUM INDUKTIVEN HEIZEN ZUMINDEST EINES KRAFTSTOFFEINSPRITZVENTILS SOWIE KRAFTSTOFFEINSPRITZVENTILANORDNUNG MIT EINER SOLCHEN SCHALTUNGSANORDNUNG UND VERFAHREN ZUM BETREIBEN EINER SCHALTUNGSANORDNUNG UND EINER KRAFTSTOFFEINSPRITZVENTILANORDNUNG

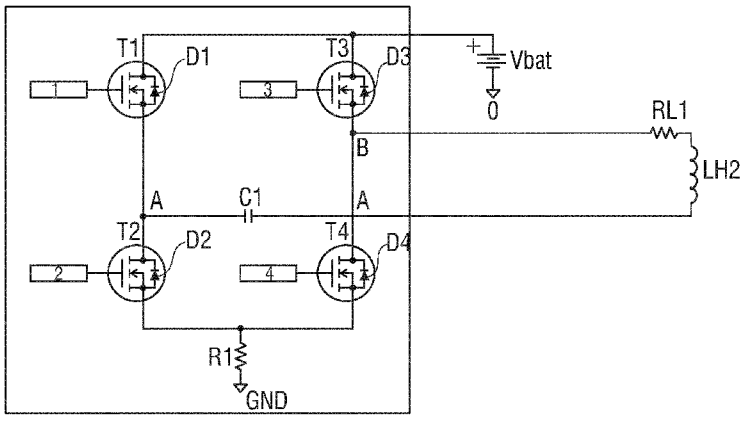


FIG 1

(57) Abstract: The invention relates to a circuit arrangement for inductively heating at least one fuel injector, comprising a power-transistor full-bridge circuit (T1, T2, T3, T4) which acts as a driver for operating a series resonant circuit (C1, LH1, RL1) at an alternating voltage at or near the resonant frequency. The series resonant circuit includes a heater coil on which the resulting voltage can be significantly higher than the supply voltage. The power that can be fed to the heater coil (LH1, RL1) can be modified or controlled by changing the frequency or the duty factor of the control signals of the switching elements of the bridge circuit.

(57) Zusammenfassung:

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2014/032932 A1

Die Erfindung betrifft eine Schaltungsanordnung zum induktiven Heizen zumindest eines Kraftstoffeinspritzventils mit einer Leistungstransistor-Vollbrückenschaltung (T1, T2, T3, T4), die als Treiber zum Betrieb eines Serienresonanzkreises (C1, LH1, RL1) mit einer Wechselspannung bei oder nahe der Resonanzfrequenz dient. Der Serienresonanzkreis enthält die Heizerspule, wobei die resultierende Spannung an dieser wesentlich höher als die Versorgungsspannung werden kann. Die der Heizerspule (LH1, RL1) zuführbare Leistung kann über eine Veränderung der Frequenz oder des Tastverhältnisses der Steuersignale der Schaltelemente der Brückenschaltung verändert und geregelt werden.

Beschreibung

Schaltungsanordnung zum induktiven Heizen zumindest eines Kraftstoffeinspritzventils sowie Kraftstoffeinspritzventilanordnung mit einer solchen Schaltungsanordnung und Verfahren zum Betreiben einer Schaltungsanordnung und einer Kraftstoffeinspritzventilanordnung

Die Erfindung betrifft eine Schaltungsanordnung zum induktiven Heizen zumindest eines Kraftstoffeinspritzventils mit einem ersten steuerbaren Schaltelement, das zwischen dem positiven Pol einer Versorgungsspannung und einem ersten Verbindungsknoten verschaltet ist, mit einem zweiten steuerbaren Schaltelement das zwischen dem ersten Verbindungsknoten und dem negativen Pol der Versorgungsspannung verschaltet ist, mit einem dritten steuerbaren Schaltelement, das zwischen dem positiven Pol der Versorgungsspannung und einem zweiten Verbindungsknoten verschaltet ist, mit einem vierten steuerbaren Schaltelement das zwischen dem zweiten Verbindungsknoten und dem negativen Pol der Versorgungsspannung verschaltet ist, und mit einer ersten Heizerspule des zumindest einen Einspritzventils, die zwischen dem ersten und dem zweiten Verbindungsknoten elektrisch verschaltet ist.

Eine solche durch die Verschaltung der vier steuerbaren Schaltelemente realisierte Vollbrücken-Leistungsendstufe, die auch als H-Brücke bezeichnet wird, ist in der DE 34 15 967 A1 zur Ansteuerung einer induktiven Heizung für ferromagnetische Materialien beschrieben.

Zur Erzeugung eines Wechselsignals, wie es für eine induktive Heizung erforderlich ist, werden periodisch der erste und der vierte Transistor ein- und der zweite und der dritte Transistor ausgeschaltet und umgekehrt.

Die an der Heizerspule, welche durch ihre Wicklungsinduktivität und ihren Wirkwiderstand dargestellt werden kann, anliegende Spannung hat rechteckförmigen Verlauf mit einem der Versorgungsspannung entsprechenden Scheitelwert. Der dabei fließende Wechselstrom ist annähernd dreiecksförmig; sein Wert wird durch die Versorgungsspannung, die Schaltdauer, sowie die Wicklungsinduktivität und den Wirkwiderstand bestimmt.

Für kleine Werte für den Wirkwiderstand gilt

$$dI/dt = U/L$$

wobei dI/dt die Änderungsgeschwindigkeit des Heizerstromes bei einer gegebenen Spannung U (=Vbat) und Induktivität (L) ist.

Dieser Zusammenhang macht unmittelbar klar, dass zum Erzielen eines hohen Stromwertes entweder die Spannung angehoben werden muss (was aber im Kfz wegen der 12V Bordnetzspannung nur mit teurem Zusatzaufwand möglich ist), die Induktivität klein sein muss (hier sind sowohl konstruktive als auch durch den Magnetkreis des Heizers gegebene Grenzen gesetzt) oder die Dauer der Umschaltphasen verlängert werden muss, (was einer niedrigen Frequenz entspricht, was aber durch das Funktionsprinzip einer Induktionsheizung limitiert ist).

In einer Untersuchung hierzu konnte bei technisch sinnvoller Auslegung von Heizerinduktivität und Schaltdauer unter Verwendung einer leicht abgesenkten Versorgungsspannung, wie sie in einem Kraftfahrzeug üblicherweise zur Verfügung steht, eine Heizleistung von bestenfalls 50 bis 100W erzielt werden. Auch bleibt anzumerken, dass der durch die Dreiecksform gegebene hohe Oberwellengehalt des Heizerstromes den Gesamtwirkungsgrad des Systems merklich verschlechtert. Wegen der geringen Wechselspannung, deren Spitzenwert der Versorgungsspannung entspricht,

wird zum Erzielen einer Heizerleistung von z.B. 200W, was für eine effektive Erwärmung des Kraftstoffes erforderlich ist, ein sehr hoher Strom benötigt.

Da die Heizerwicklung über Zuleitungen mit der Leistungselektronik verbunden ist, müssen diese mit entsprechend großem Querschnitt ausgelegt werden, was wiederum Zusatzkosten bewirkt. Von besonderer Bedeutung ist, dass die Eigeninduktivität der Zuleitungen möglichst gering gehalten werden muss, da diese in Reihe zur Heizerinduktivität liegt und den Wechselstromaufbau behindert. Hier gilt: Je kleiner die Heizerinduktivität ist und je größer die Heizerströme sind, umso gravierender wird der Einfluss der Leitungsinduktivität.

Aufgabe der Erfindung ist eine Schaltungsanordnung, die eine ausreichend große Heizleistung erzielt bei möglichst geringen Herstellungskosten. Des Weiteren soll der in den Zuleitungen zu den Heizerinduktivitäten f1ießende Wechselstrom einen möglichst geringen Oberwellenanteil besitzen, um die Abstrahlung von elektromagnetischen Störsignalen zu minimieren. Auch soll es möglich sein, mit Hilfe eines geeigneten Betriebsverfahrens die den Heizern zugeführte Leistung in einem weiten Bereich zu verändern. Darüber hinaus soll es möglich sein, die Induktivität der Heizerwicklung zu ermitteln, um daraus ein Maß für die tatsachliche Temperatur im Heizer abzuleiten, welche wiederum als Ist-Größe in einer Heizer-Temperaturregelung verwendet werden kann. Ein weiteres Ziel der Erfindung ist eine Kraftstoffeinspritzventilanordnung mit mehreren zu beheizenden Einspritzventilen, die möglichst geringe Herstellungskosten verursacht.

Die Aufgabe wird nach Anspruch 1 bei einer gattungsgemäßen Schaltungsanordnung dadurch gelöst, dass zwischen den Ver-

bindungsknoten ein erster Kondensator in Serie zu der ersten Heizerspule geschaltet ist.

Durch Erweiterung um einen einzelnen Kondensator lässt sich die H-Brücken-Anordnung zu einer Schaltungsanordnung mit Serienresonanz erweitern. Der Wert des Resonanzkondensators sollte dabei so gewählt werden, dass sich zusammen mit der Heizerinduktivität eine Eigenschwingfrequenz ergibt, die auf die magnetischen Erfordernisse des Heizers abgestimmt ist. Ein typischer Wert für die Resonanzfrequenz liegt bei den hier betrachteten Kraftstoff-Einspritzventilen im Bereich von 50 bis 60kHz. Bestimmende Faktoren sind dabei magnetische Materialeigenschaften, Wandstärken des Ventils, magnetische Eindringtiefen etc. Die Frequenz der Ansteuersignale und daraus folgend die Dauer ihrer Ein- und Ausschaltdauern ist hierbei auf diese Eigenschwingfrequenz abzustimmen.

Durch Einfügen des Resonanzkondensators entsteht in Verbindung mit der Heizerinduktivität ein serieller Resonanzkreis, der durch den Wirkwiderstand gedämpft wird. Obwohl die zwischen den Verbindungsknoten erzeugte Erregerspannung nur einen Wert entsprechend der Versorgungsspannung hat, ist die am Heizer entstehende Spannung wesentlich größer.

Um nun eine geforderte Heizleistung von beispielsweise 200W zu erzielen, wird wegen der höheren Spannung ein deutlich geringerer Strom benötigt.

In einer vorteilhaften Weiterbildung der erfindungsgemäßen Schaltungsanordnung ist ein fünftes steuerbares Schaltelement zwischen dem positiven Pol der Versorgungsspannung und einem dritten Verbindungsknoten und ein sechstes steuerbares Schaltelement zwischen dem dritten Verbindungsknoten und dem negativen Pol der Versorgungsspannung elektrisch verschaltet.

Ein siebtes steuerbares Schaltelement ist zwischen dem positiven Pol der Versorgungsspannung und einem vierten Verbindungsknoten und ein achtes steuerbares Schaltelement zwischen dem vierten Verbindungsknoten und dem negativen Pol der Versorgungsspannung elektrisch verschaltet. Eine zweite Serienschaltung aus einer zweiten Heizerspule eines zweiten Einspritzventils und einem zweiten Kondensator ist zwischen dem zweiten und dem dritten Verbindungsknoten elektrisch verschaltet. Eine dritte Serienschaltung aus einer dritten Heizerspule eines dritten Einspritzventils und einem dritten Kondensator ist zwischen dem dritten und dem vierten Verbindungsknoten elektrisch verschaltet, und es ist eine vierte Serienschaltung aus einer vierten Heizerspule eines vierten Einspritzventils und einem vierten Kondensator zwischen dem vierten und dem ersten Verbindungsknoten elektrisch verschaltet.

Ein typischer Kraftfahrzeug-Motor hat mehrere Zylinder, etwa vier oder sechs. Da jeder Zylinder mit einem Kraftstoff-Einspritz-Ventil ausgerüstet ist, werden entsprechend vier oder sechs Heizer benötigt. Dies erfordert den Einsatz von vier oder sechs H-Brücken zum Betrieb der Heizer. Durch die erfindungsgemäße Verbindung von Endstufen und Heizern sowie einer geeigneten Ansteuerung der Endstufen ist es möglich, bei einem Vier-Zylinder-Motor die Hälfte der Endstufen einzusparen und auf diese Weise Kosten zu sparen.

In einer weiteren vorteilhaften Weiterbildung der erfindungsgemäßen Schaltungsanordnung ist jedem Schaltelement jeweils eine Diode parallelgeschaltet, die alle in Bezug auf die Versorgungsspannung in Sperrrichtung gepolt sind.

Hierdurch ist der Abbau eines in der Heizerspule gespeicherten Magnetfeldes möglich, ohne dass die zuvor ausgeschalteten Schaltelemente eingeschaltet werden müssten. Bei Verwendung von

Leistungsfeldeffekttransistoren sind diese Dioden meistens als Substratdioden technologiebedingt vorhanden.

Die Aufgabe wird auch gelöst durch eine Kraftstoffeinspritzventilanordnung mit einer erfindungsgemäßen Schaltungsanordnung nach einem der Ansprüche 2 oder 3, bei der jede der Heizerspulen und der ihr zugeordnete Kondensator in jeweils einem Kraftstoffeinspritzventil angeordnet sind, und bei der die Serienschaltungen der jeweiligen Heizerspulen und der ihnen zugeordneten Kondensatoren zueinander in Serie geschaltet sind.

Durch die Anordnung der Kondensatoren in den Kraftstoffeinspritzventilen und die Serienschaltung der Reihenschaltungen aus Heizerspule und Kondensator können Leitungen von den H-Brücken zu den Kraftstoffeinspritzventilen eingespart werden, was einerseits die Kosten reduziert und andererseits Quellen für elektromagnetische Abstrahlung vermeidet.

Die Aufgabe wird des weiteren gelöst durch ein Verfahren zum Betreiben einer Schaltungsanordnung nach den Ansprüchen 1 bis 3 oder einer Kraftstoffeinspritzventilanordnung nach Anspruch 4, bei dem durch periodisches Ein- und Ausschalten des ersten und vierten und dazu gegenphasig des zweiten und dritten Schaltelements im Falle der Ansprüche 1 und 3 oder des ersten, des vierten, des fünften und des achten und dazu gegenphasig des zweiten, des dritten, des sechsten und des siebten Schaltelements im Falle der Ansprüche 2 bis 4 mit einer der Resonanzfrequenz entsprechenden Frequenz der Ansteuersignale der Schaltelemente die Schaltungsanordnung oder die Kraftstoffeinspritzventilanordnung bei einer maximalen Heizleistung und bei einer von der Resonanzfrequenz abweichenden Frequenz bei einer reduzierten Heizleistung betrieben wird und durch Veränderung der Frequenz der Ansteuersignale die Energiezufuhr zu dem/den Heizerspulen gesteuert wird.

Durch die Verwendung einer von der Resonanzfrequenz abweichenden Ansteuerfrequenz wird eine geringere Spannungsamplitude erzielt, so dass auf diese Weise die Heizleistung eingestellt und geregelt werden kann. Beispielsweise kann bei einer bestimmten Mindestspannung des Kraftfahrzeugbordnetzes von etwa 9V die Schaltungsanordnung auf eine erforderliche Heizleistung bei der Resonanzfrequenz eingestellt werden, um bei einer höheren Kraftfahrzeugbordnetzspannung durch eine davon abweichende Frequenz die Leistung konstant halten zu können.

Dieses Ziel wird auch durch ein weiteres Verfahren zum Betreiben einer Schaltungsanordnung nach den Ansprüchen 1 bis 3 oder einer Kraftstoffeinspritzventilanordnung nach Anspruch 4 erreicht, bei dem durch periodisches Ein- und Ausschalten des ersten und vierten und dazu gegenphasig des zweiten und dritten Schaltelements im Falle der Ansprüche 1 und 3 oder des ersten, des vierten, des fünften und des achten und dazu gegenphasig des zweiten, des dritten, des sechsten und des siebten Schaltelements im Falle der Ansprüche 2 bis 4 mit einer der Resonanzfrequenz entsprechenden Frequenz und einem Tastverhältnis von 50% der Ansteuersignale der Schaltelemente die Schaltungsanordnung oder die Kraftstoffeinspritzventilanordnung bei einer maximalen Heizleistung und bei einem geringeren Tastverhältnis bei einer reduzierten Heizleistung betrieben wird und durch Veränderung des Tastverhältnisses der Ansteuersignale die Energiezufuhr zu der/den Heizerspule(n) gesteuert wird.

In diesem Fall wird die Abgabe der Heizleistung durch eine Veränderung des Verhältnisses der Ein- und der Ausschaltdauern beeinflusst. Wenn die erfindungsgemäße Schaltungsanordnung länger aus- als eingeschaltet wird, wird eine geringere Heizleistung abgegeben.

In einer Weiterbildung dieses Verfahrens entspricht die Ausschaltdauer der Ansteuersignale der halben Periodendauer bei der Resonanzfrequenz.

Dadurch wird nicht nur das Tastverhältnis sondern auch die Frequenz verändert, so dass auf diese Weise die Heizleistung beeinflusst wird, wobei durch die Bedingung für die Ausschaltdauer ein vollständiges Umschwingen des Serienresonanzkreises erfolgen kann und damit die Schaltelemente weitgehend verlustarm geschaltet werden können.

Die Aufgabe wird des Weiteren gelöst durch ein Verfahren zum Betreiben einer Schaltungsanordnung nach den Ansprüchen 1 bis 3 oder einer Kraftstoffeinspritzventilanordnung nach Anspruch 4, bei dem das Magnetmaterial einer Heizerspule so gewählt ist, dass bei den zu erzielenden Heiztemperaturen eine temperarturabhängige Induktivität resultiert und bei dem die Frequenz der Ansteuersignale der Schaltelemente in einem Bereich um die Resonanzfrequenz der Schaltungsanordnung durchgestimmt und dabei das Maximum des Stromes in einer Heizerspule detektiert wird, um die aktuelle Resonanzfrequenz und daraus die aktuelle Temperatur zu ermitteln.

Bei Verwendung eines Magnetmaterials mit besonders niedriger Curietemperatur für den Heizer verringert sich bei Annäherung an diese Temperatur der Wert der Heizerinduktivität, was zu einer temperaturabhängigen Erhöhung der Resonanzfrequenz des Schwingkreises führt. Die Frequenz der Steuersignale für die Schaltelemente wird periodisch so verändert (durchgestimmt), dass dabei die Resonanzfrequenz sicher getroffen wird (Sweep). Die Resonanzfrequenz ist dann recht einfach am Maximum des Heizerstromes zu erkennen. Dabei ist das Verhältnis von Wiederholrate und Sweepdauer so zu wählen, dass die bei der Re-

sonanzfrequenz auftretende erhöhte Heizleistung die mittlere Heizleistung nicht wesentlich verändert.

Die Erfindung wird nachfolgend anhand von Ausführungsbeispielen mit Hilfe von Figuren näher erläutert. Dabei zeigen

Figur 1 eine erfindungsgemäße Schaltungsanordnung mit einem durch eine H-Brücke angesteuerten Serienresonanzkreis mit Heizerspule,

Figur 2 die Spannnungsverläufe zwischen den Verbindungsknoten und an der Heizerspule,

Figur 3 die Spannnungsverläufe an den Verbindungsknoten gegen Bezugspotential und den Gleichtaktanteil der Spannung an der Heizerspule,

Figur 4 eine weitere erfindungsgemäße Schaltungsanordnung mit einem durch verknüpfte H-Brücken angesteuerten Serienresonanzkreisen mit jeweiligen Heizerspulen,

Figur 5 eine erfindungsgemäße Kraftstoffeinspritzventilanordnung mit in den Kraftstoffeinspritzventilen angeordneten Resonanzkreisen.

In der Schaltungsanordnung gemäß Figur 1 ist eine erste Serienschaltung aus einem ersten als Feldeffekttransistor mit Substratdiode D1 ausgebildeten ersten steuerbaren Schaltelement T1 und einem zweiten ebenfalls als Feldeffekttransistor mit Substratdiode D2 ausgebildeten zweiten steuerbaren Schaltelement T2 zwischen dem positiven Pol Vbat und dem negativen Pol GND einer Spannungsversorgung elektrisch verschaltet. Der Verbindungspunkt der beiden Schaltelemente T1, T2 bildet einen ersten Verbindungsknoten A.

In gleicher Weise ist eine zweite Serienschaltung aus einem dritten als Feldeffekttransistor mit Substratdiode D3 ausgebildeten dritten steuerbaren Schaltelement T3 und einem vierten als Feldeffekttransistor mit Substratdiode D4 ausgebildeten vierten steuerbaren Schaltelement T4 zwischen dem positiven Pol Vbat und dem negativen Pol GND der Spannungsversorgung elektrisch verschaltet. Der Verbindungspunkt der beiden Schaltelemente T3, T4 bildet einen zweiten Verbindungsknoten B.

In erfindungsgemäßer Weise ist zwischen den Verbindungspunkten A, B ein Serienresonanzkreis aus einer Heizerspule LH, RL und einem ersten Kondensator C verschaltet, wobei die Heizerspule durch ihre Wicklungsinduktivität LH und ihren Wirkwiderstand RL dargestellt ist. Die Schaltelemente T1, T2, T3, T4 weisen Steuereingänge 1, 2, 3, 4 auf. Zur Messung des Stromes durch den Resonanzkreis C, LH, RL ist zwischen dem Verbindungspunkt des zweiten und des dritten Schaltelements T2, T3 und dem negativen Pol GND der Spannungsversorgung ein Shuntwiderstand R1 angeordnet.

Für eine Simulation dieser Schaltungsanordnung wurde eine einfach fertigbare Induktivität von ca. 5µH gewählt, der Resonanzkondensator hat einen Wert von 2µF. Die Induktivität der Zuleitungen kann gegenüber der Heizerinduktivität LH vernachlässigt werden. Die beobachteten Spannungen und Ströme sind in der Figur 2 dargestellt und zeigen Werte, die technisch gut beherrschbar sind und eine kostengünstige Herstellung des Gesamtsystems erlauben. Wie zu erkennen ist, liegt am Serienresonanzkreis eine Spitzenspannung von 56.5V an obwohl die Versorgungspannung nur einen Wert von 11V hat. Hierdurch ist es möglich, mit vertretbaren Stromwerten eine ausreichende Leistung in die Heizerspule zu übertragen.

Für die elektromagnetische Störsignalerzeugung ist die spektrale Energiedichte des Gleichtaktsignals auf den Zuleitungen zum Heizer von wesentlicher Bedeutung, da diese Leitungen als Abstrahlantenne wirken. Von Bedeutung ist hier auch der niederfrequente Bereich, da bereits ab 100kHz maximal zulässige Störsignalpegel festgelegt sind.

Prinzipbedingt hat die H-Brücke den Vorzug, dass ihre beiden Ausgangssignale entgegengesetzte Phasenlage haben und sich die Signalspannungen beim Umschalten abgesehen von Amplitudenverlaufs- und Zeitdifferenzen gegenseitig aufheben. Die Signalverläufe an den Verbindungsknoten A und B', wobei der Verbindungsknoten B‘ der Verbindungspunkt zwischen dem Kondensator C und der Heizerspule LH, RL ist, sind, wie Figur 3 zu entnehmen ist, stark unterschiedlich, was eine hohe Störabstrahlung vermuten lässt. Dort ist die Rechteckspannung in der oberen Darstellung die Spannung am Verbindungsknoten A gegen das Bezugspotential GND und die sinusförmige Spannung mit Spannungssprüngen die Spannung am Verbindungsknoten B‘ gegen das Bezugspotential GND. Allerdings zeigt die Betrachtung des Gleichtaktsignals, dass die durch den Resonanzkreis erzeugte Zusatzamplitude eine Sinusschwingung mit sehr geringem Oberwellengehalt ist und somit im bewerteten Frequenzbereich oberhalb von 100kHz keine nennenswerte Störabstrahlung bewirkt.

Eine Steuerung der Heizerleistung kann auf zweierlei Arten erfolgen. Ein erstes erfindungsgemäßes Verfahren sieht die Veränderung der Frequenz der Ansteuersignale an den Steuereingängen 1 bis 4 der Schaltelemente T1 bis T4 vor. Ist der Resonanzkreis auf 50kHz abgestimmt, so ergibt sich eine Einschaltperiode von 10µs, gefolgt von 10µs Ausschaltperiode, also 50% Tastverhältnis. Werden die Schaltperioden - bei gleichem Tastverhältnis - verkürzt, so erhöht sich die Frequenz und der Resonanzkreis wird oberhalb seiner Resonanzfrequenz betrieben.

Entsprechend nimmt die Resonanzüberhöhung der Spannung ab, was wiederum die Heizerleistung senkt.

Somit kann die Heizleistung - ausgehend von einem Maximalwert - kontinuierlich verringert werden. Eine geringfügige Verstimmung von 50kHz auf 59kHz bewirkt bereits eine Halbierung der Heizleistung. Mit Hilfe dieser Leistungssteuerung ist es möglich, die Heizleistung - bei veränderlicher Versorgungsspannung - in einem weiten Bereich konstant zu hatten. Auch kann die Heizleistung bei Erreichen einer vorgegebenen Solltemperatur im Heizer abgesenkt werden, um diese Temperatur stabil zu halten.

Um die Temperatur stabil zu halten, ist es nötig, sie auf einen vorgegebenen Sollwert zu regeln. Hierzu muss die Isttemperatur ermittelt werden. In erfindungsgemäßer Weise erfolgt die Ermittlung der Heizertemperatur durch Bestimmung der Resonanzfrequenz.

Bei Verwendung eines Magnetmaterials für den Heizer des Kraftstoffeinspritzventils mit besonders niedriger Curietemperatur verringert sich bei Annäherung an diese Temperatur der Wert der Heizerinduktivität, was zu einer temperaturabhängigen Erhöhung der Resonanzfrequenz des Schwingkreises führt. Es bestehen nun mehrere Möglichkeiten zur Ermittlung der Resonanzfrequenz.

Die Frequenz der Steuersignale an den Steuereingängen 1 bis 4 der Schaltelemente T1 bis T4 wird periodisch so verändert (durchgestimmt), dass dabei die Resonanzfrequenz sicher getroffen wird (Sweep). Die Resonanzfrequenz ist recht einfach am Maximum des Heizerstromes zu erkennen. Dabei ist das Verhältnis von Wiederholrate und Sweepdauer so zu wählen, dass die bei der Resonanzfrequenz auftretende erhöhte Heizleistung die mittlere Heizleistung nicht wesentlich verändert.

Es besteht auch ein systematischer (quadratischer) Zusammenhang zwischen Versorgungsspannung und Heizleistung. Bestimmt man einmalig bei kaltem Heizer die Resonanzfrequenz, sowie die aktuelle Versorgungsspannung und die dabei erzeugte Heizleistung, so erhalt man einen Referenzpunkt. Ausgehend von diesem Referenzpunkt und einer Messung von aktueller Versorgungsspannung und Heizleistung kann auf die Heizertemperatur rückgeschlossen werden. Anstelle der Heizerleistung kann auch der am Shuntwiderstand R1 (Figur 1) beobachtbare Heizerstrom als Messgröße herangezogen werden. Die so ermittelte Heizertemperatur kann dann als Ist-Größe in einer Heizer-Temperaturregelung verwendet werden.

In einem weiteren Ansteuerverfahren können die Ansteuersignale an den Steuereingängen 1 bis 4 der Schaltelemente T1 bis T4 mit einem geringeren Tastverhältnis als 50% betrieben werden. Dies bedeutet, dass für eine kurze Zeit alle Transistoren der H-Brücke ausgeschaltet sind. Entsprechend wird während dieser Zeitdauer dem Resonanzkreis keine Energie zugeführt, was wiederum eine Reduktion der Heizleistung zur Folge hat.

In vorteilhafter Weise beträgt für die Werte der Simulation die Dauer der Ausschaltperiode 10µs, was der Umschwingdauer des Schwingkreises entspricht. Vorteil dieses Verfahrens ist, dass der Umschwingvorgang des Resonanzkreises einfach zu erfassen ist.

Auch hier kann dieses Signal zur Ermittlung der Heizertemperatur verwendet werden und somit als Ist-Wert einer Heizer-Temperaturregelung dienen.

Ein typischer Kraftfahrzeug-Motor hat mehrere Zylinder, etwa vier oder sechs. Da jeder Zylinder mit einem Kraftstoff-Einspritz-Ventil ausgerüstet ist, werden entsprechend

vier oder sechs Heizer benötigt. Dies erfordert den Einsatz von vier oder sechs H-Brücken zum Betrieb der Heizer. Durch eine geeignete Verbindung von Endstufen und Heizern sowie einer geeigneten Ansteuerung der Endstufen ist es möglich, bei einem Vierzylindermotor die Hälfte der Endstufen einzusparen und auf diese Weise Kosten zu sparen.

Gemäß Figur 4 ist ausgehend von einer Schaltungsanordnung nach Figur 1 ein fünftes steuerbares Schaltelement T5 zwischen dem positiven Pol der Versorgungsspannung Vbat und einem dritten Verbindungsknoten C und ein sechstes steuerbares Schaltelement T6 zwischen dem dritten Verbindungsknoten C und dem negativen Pol der Versorgungsspannung GND elektrisch verschaltet ist. Außerdem ist ein siebtes steuerbares Schaltelement T7 zwischen dem positiven Pol der Versorgungsspannung Vbat und einem vierten Verbindungsknoten D und ein achtes steuerbares Schaltelement T8 zwischen dem vierten Verbindungsknoten D und dem negativen Pol der Versorgungsspannung GND elektrisch verschaltet .

Eine zweite Serienschaltung aus einer zweiten Heizerspule LH2 eines zweiten Einspritzventils EV2 und einem zweiten Kondensator C2 ist zwischen dem zweiten B und dem dritten C Verbindungsknoten elektrisch verschaltet. Eine dritte Serienschaltung aus einer dritten Heizerspule LH3 eines dritten Einspritzventils EV3 und einem dritten Kondensator C3 und eine vierte Serienschaltung aus einer vierten Heizerspule LH4 eines vierten Einspritzventils EV4 und einem vierten Kondensator C4 ist zwischen dem dritten C und dem vierten D Verbindungsknoten bzw. dem vierten D und dem ersten A Verbindungsknoten elektrisch verschaltet.

Die erste Heizerspule LH1 ist mit den Verbindungsknoten A und B verbunden, sie wird also von den Schaltelementen T1, T2, T3, T4 gespeist.

Die zweite Heizerspule LH2 ist mit den Verbindungsknoten B und C verbunden, sie wird also von den Schaltelementen T3, T4, T5, T6 gespeist.

Die dritte Heizerspule LH3 ist mit den Verbindungsknoten C und D verbunden, sie wird also von den Schaltelementen T5, T6, T7, T8 gespeist.

Die vierte Heizerspule LH4 ist mit den Verbindungsknoten D und A verbunden, sie wird also von den Schaltelementen T7, T8, T1, T2 gespeist.

Die Ansteuerung der Schaltelemente T1 bis T8 erfolgt durch die Steuersignale an den Steuereingängen 1 bis 8. Dabei haben die Signale an den Steuereingängen 1, 4, 5, 8 stets gleichen Pegel, sowie die Signale an den Steuereingängen 2, 3, 6, 7 gleichen, entgegengesetzten Pegel. Haben also die Signale an den Steuereingängen 1, 4, 5, 8 High Pegel, so haben die Signale an den Steuereingängen 2, 3, 6, 7, Low Pegel. Entsprechend haben die Spannungen an den Heizerspulen LH1 und LHL4 in einer ersten Phase positiven Wert und die Spannungen an den Heizerspulen LH2 und LHL3 zugleich negativen Wert. Die Schaltelemente T1 bis T8 sind dabei auf die doppelte Stromtragfähigkeit auszulegen.

Verlegt man gemäß Figur 5 die Resonanzkondensatoren C1 bis C4 in die Heizer der Kraftstoffeinspritzventile EV1 bis EV4, so lässt sich auch noch die Anzahl der Zuleitungen halbieren.

Zwar werden jetzt zusätzliche Verbindungen zwischen den Kraftstoffeinspritzventile EV1 bis EV4 benötigt, jedoch kann dies konstruktiv durch Zusammenlegung aller Heizer in einem Ventilmodul mit integrierten Heizern, Kondensatoren und Verbindungsleitungen gelöst werden. Dies ergibt dann eine besonders kompakte, kostengünstige Konstruktion. Vorteilhaft ist auch,

dass durch diese Anordnung die Hälfte der sehr teuren (Hochstrom-) Stecker eingespart wird.

Das Verhalten, sowie die Ansteuerung der Konfiguration gemäß Figur 5 unterscheiden sich nicht von der in Figur 4 dargestellten Ausführungsform.

Patentansprüche

1. Schaltungsanordnung zum induktiven Heizen zumindest eines Kraftstoffeinspritzventils (EV1, EV2, EV3, EV4)
mit einem ersten steuerbaren Schaltelement (T1), das zwischen dem positiven Pol einer Versorgungsspannung (Vbat) und einem ersten Verbindungsknoten (A) verschaltet ist,
mit einem zweiten steuerbaren Schaltelement (T2) das zwischen dem ersten Verbindungsknoten (A) und dem negativen Pol der Versorgungsspannung (GND) verschaltet ist,
mit einem dritten steuerbaren Schaltelement (T3), das zwischen dem positiven Pol der Versorgungsspannung (Vbat) und einem zweiten Verbindungsknoten (B) verschaltet ist,
mit einem vierten steuerbaren Schaltelement (T4) das zwischen dem zweiten Verbindungsknoten (B) und dem negativen Pol der Versorgungsspannung (GND) verschaltet ist, und
mit einer ersten Heizerspule (LH1, RL1) des zumindest einen Einspritzventils (EV1), die zwischen dem ersten (A) und dem zweiten (B) Verbindungsknoten elektrisch verschaltet ist,
dadurch gekennzeichnet,
dass zwischen den Verbindungsknoten (A, B) ein erster Kondensator (C1) in Serie zu der ersten Heizerspule (LH1, RL1) geschaltet ist.

2. Schaltungsanordnung nach Anspruch 1, gekennzeichnet durch
ein fünftes steuerbares Schaltelement (T5), das zwischen dem positiven Pol der Versorgungsspannung (Vbat) und einem dritten Verbindungsknoten (C) elektrisch verschaltet ist,
ein sechstes steuerbares Schaltelement (T6), das zwischen dem dritten Verbindungsknoten (C) und dem negativen Pol der Versorgungsspannung (GND) elektrisch verschaltet ist,
ein siebtes steuerbares Schaltelement (T7), das zwischen dem positiven Pol der Versorgungsspannung (Vbat) und einem vierten Verbindungsknoten (D) elektrisch verschaltet ist,

ein achtes steuerbares Schaltelement (T8) das zwischen dem vierten Verbindungsknoten (D) und dem negativen Pol der Versorgungsspannung (GND) elektrisch verschaltet ist, und
mit einer zweiten Serienschaltung aus einer zweiten Heizerspule (LH2, RL2) eines zweiten Einspritzventils (EV2) und einem zweiten Kondensator (C2), die zwischen dem zweiten (B) und dem dritten (C) Verbindungsknoten elektrisch verschaltet ist,
mit einer dritten Serienschaltung aus einer dritten Heizerspule (LH3, RL3) eines dritten Einspritzventils (EV3) und einem dritten Kondensator (C3), die zwischen dem dritten (C) und dem vierten (D) Verbindungsknoten elektrisch verschaltet ist, und
mit einer vierten Serienschaltung aus einer vierten Heizerspule (LH4, RL4) eines vierten Einspritzventils (EV4) und einem vierten Kondensator (C4), die zwischen dem vierten (D) und dem ersten (A) Verbindungsknoten elektrisch verschaltet ist.

3. Schaltungsanordnung nach einem der Ansprüche 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass jedem Schaltelement (T1, T2, T3, T4, T5, T6, T7, T8) jeweils eine Diode (D1, D2, D3, D4, D5, D6, D7, D8) parallelgeschaltet ist, die jeweils in Bezug auf die Versorgungsspannung (Vbat, GND) in Sperrrichtung gepolt sind.

4. Kraftstoffeinspritzventilanordnung mit einer Schaltungsanordnung nach einem der Ansprüche 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet,
dass jede der Heizerspulen (LH1, LH2, LH3, LH4) und der ihr zugeordnete Kondensator (C1, C2, C3, C4) in jeweils einem Kraftstoffeinspritzventil (EV1, EV2, EV3, EV4) angeordnet sind, und
dass die Serienschaltungen der jeweiligen Heizerspulen (LH1, LH2, LH3, LH4) und der ihnen zugeordneten Kondensatoren (C1, C2, C3, C4) zueinander in Serie geschaltet sind.

5. Verfahren zum Betreiben einer Schaltungsanordnung nach den Ansprüchen 1 bis 3 oder einer Kraftstoffeinspritzventilanordnung nach Anspruch 4, bei dem durch periodisches Ein- und Ausschalten des ersten und vierten und dazu gegenphasig des zweiten und dritten Schaltelements (T1, T2, T3, T4) im Falle der Ansprüche 1 und 3 oder des ersten, des vierten, des fünften und des achten und dazu gegenphasig des zweiten, des dritten, des sechsten und des siebten Schaltelements (T1, T2, T3, T4, T5, T6, T7, T8) im Falle der Ansprüche 2 bis 4 mit einer der Resonanzfrequenz entsprechenden Frequenz der Ansteuersignale der Schaltelemente die Schaltungsanordnung oder die Kraftstoffeinspritzventil-anordnung bei einer maximalen Heizleistung und bei einer von der Resonanzfrequenz abweichenden Frequenz bei einer reduzierten Heizleistung betrieben wird und durch Veränderung der Frequenz der Ansteuersignale die Energiezufuhr zu dem/den Heizerspulen (LH1, LH2, LH3, LH4) gesteuert wird.

6. Verfahren zum Betreiben einer Schaltungsanordnung nach den Ansprüchen 1 bis 3 oder einer Kraftstoffeinspritzventilanordnung nach Anspruch 4 bei dem durch periodisches Ein- und Ausschalten des ersten und vierten und dazu gegenphasig des zweiten und dritten Schaltelements (T1, T2, T3, T4) im Falle der Ansprüche 1 und 3 oder des ersten, des vierten, des fünften und des achten und dazu gegenphasig des zweiten, des dritten, des sechsten und des siebten Schaltelements (T1, T2, T3, T4, T5, T6, T7, T8) im Falle der Ansprüche 2 bis 4 mit einer der Resonanzfrequenz entsprechenden Frequenz und einem Tastverhältnis von 50% der Ansteuersignale der Schaltelemente die Schaltungsanordnung oder die Kraftstoffeinspritzventilanordnung bei einer maximalen Heizleistung und bei einem geringeren Tastverhältnis bei einer reduzierten Heizleistung betrieben wird und durch Veränderung des Tastverhältnisses der Ansteuersignale die Energiezufuhr zu der/den Heizerspule(n) (LH1, LH2, LH3, LH4) gesteuert wird.

7. Verfahren nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Ausschaltdauer der Ansteuersignale der halben Periodendauer bei der Resonanzfrequenz entspricht.

8. Verfahren zum Betreiben einer Schaltungsanordnung nach den Ansprüchen 1 bis 3 oder einer Kraftstoffeinspritzventilanordnung nach Anspruch 4, bei dem das Magnetmaterial einer Heizerspule (LH1, LH2, LH3, LH4) so gewählt ist, dass bei den zu erzielenden Heiztemperaturen eine temperarturabhängige Induktivität resultiert und bei dem die Frequenz der Ansteuersignale der Schaltelemente (T1, T2, T3, T4, T5, T6, T7, T8) in einem Bereich um die Resonanzfrequenz der Schaltungsanordnung durchgestimmt und dabei das Maximum des Stromes in einer Heizerspule (LH1, LH2, LH3, LH4) detektiert wird, um die aktuelle Resonanzfrequenz und daraus die aktuelle Temperatur zu ermitteln.

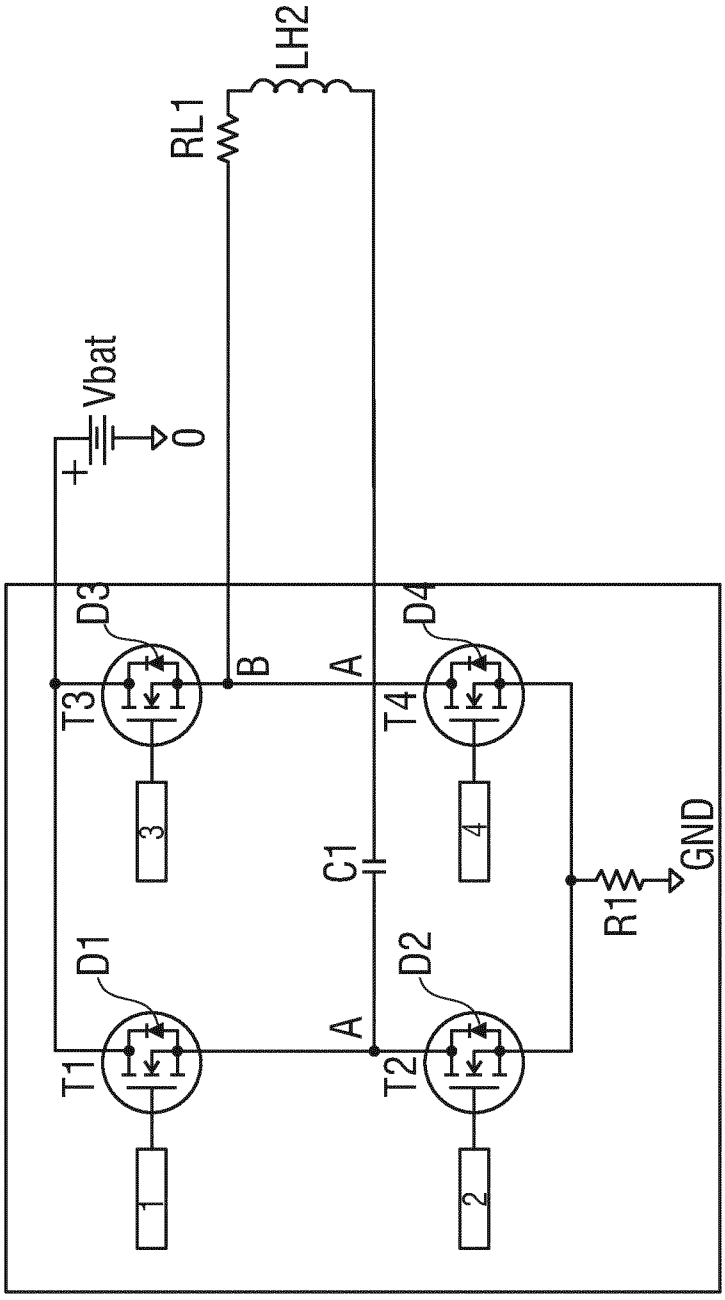


FIG 1

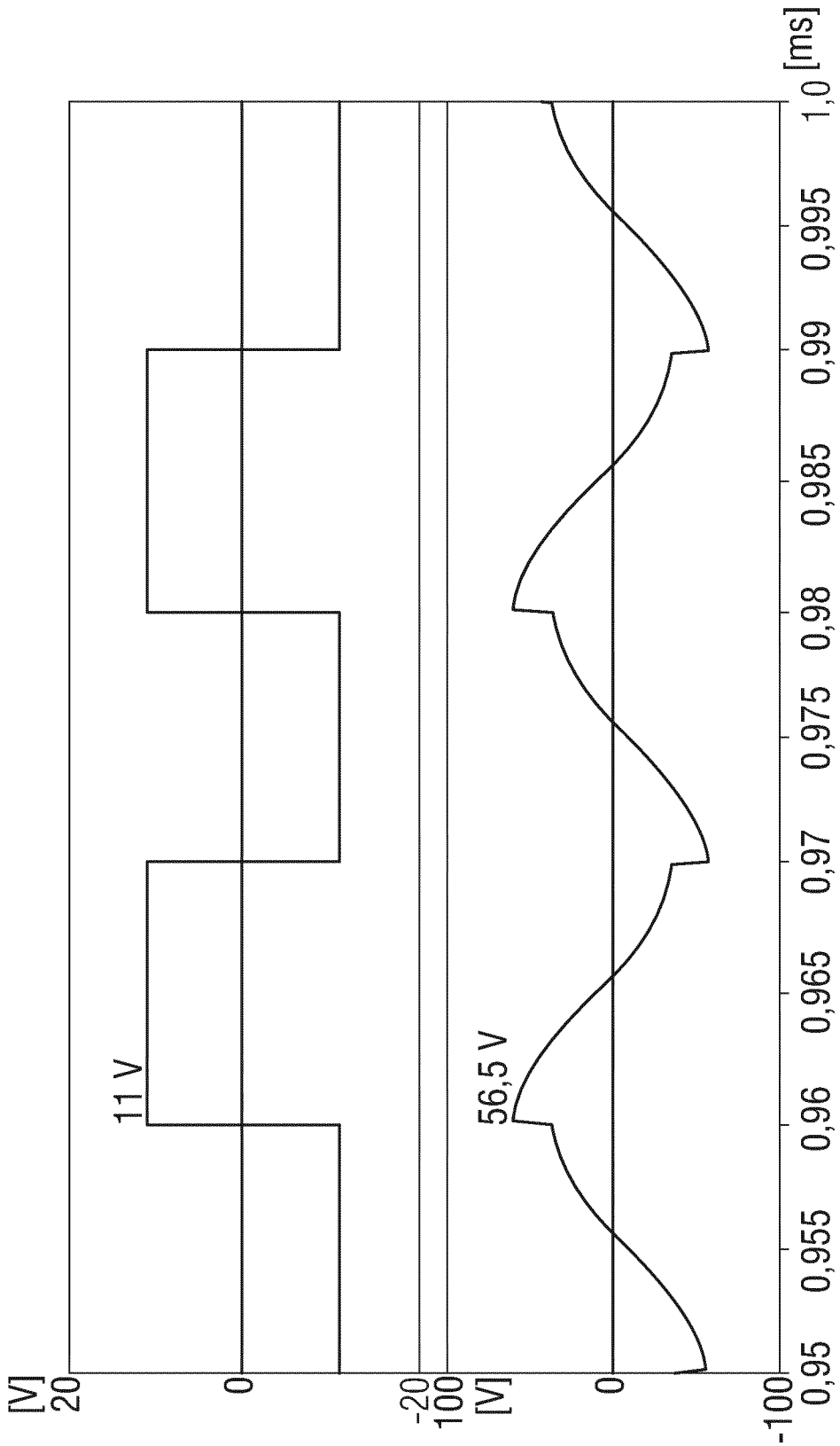

[V]
20
0
-20
11 V
100
[V]
56,5 V
0
-100
0,95
0,955
0,96
0,965
0,97
0,975
0,98
0,985
0,99
0,995
1,0
[ms]

FIG 2

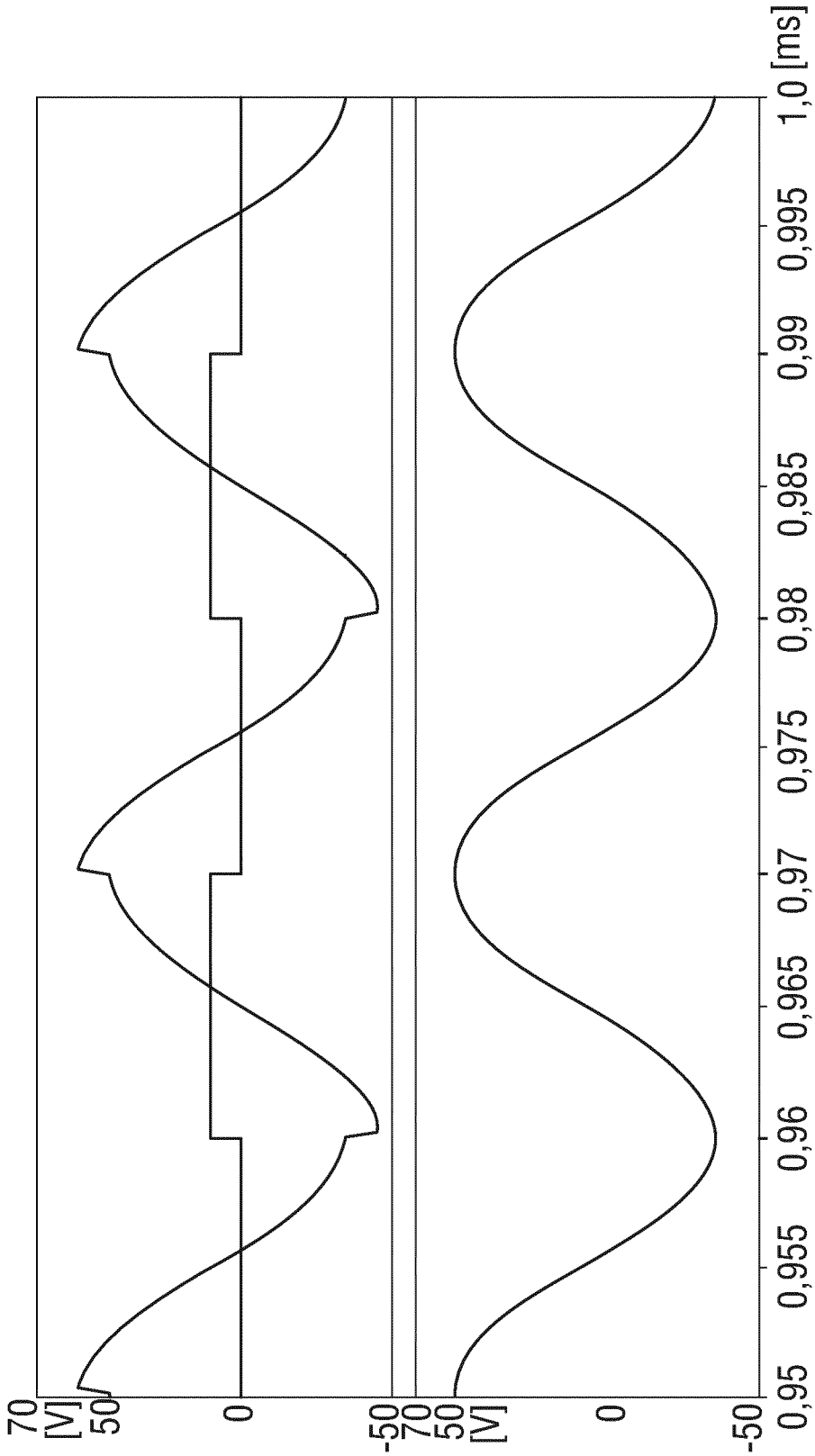

70
[V]
50
0
-50
-70
50
[V]
0
-50
0,95
0,955
0,96
0,965
0,97
0,975
0,98
0,985
0,99
0,995
1,0 [ms]

FIG 3

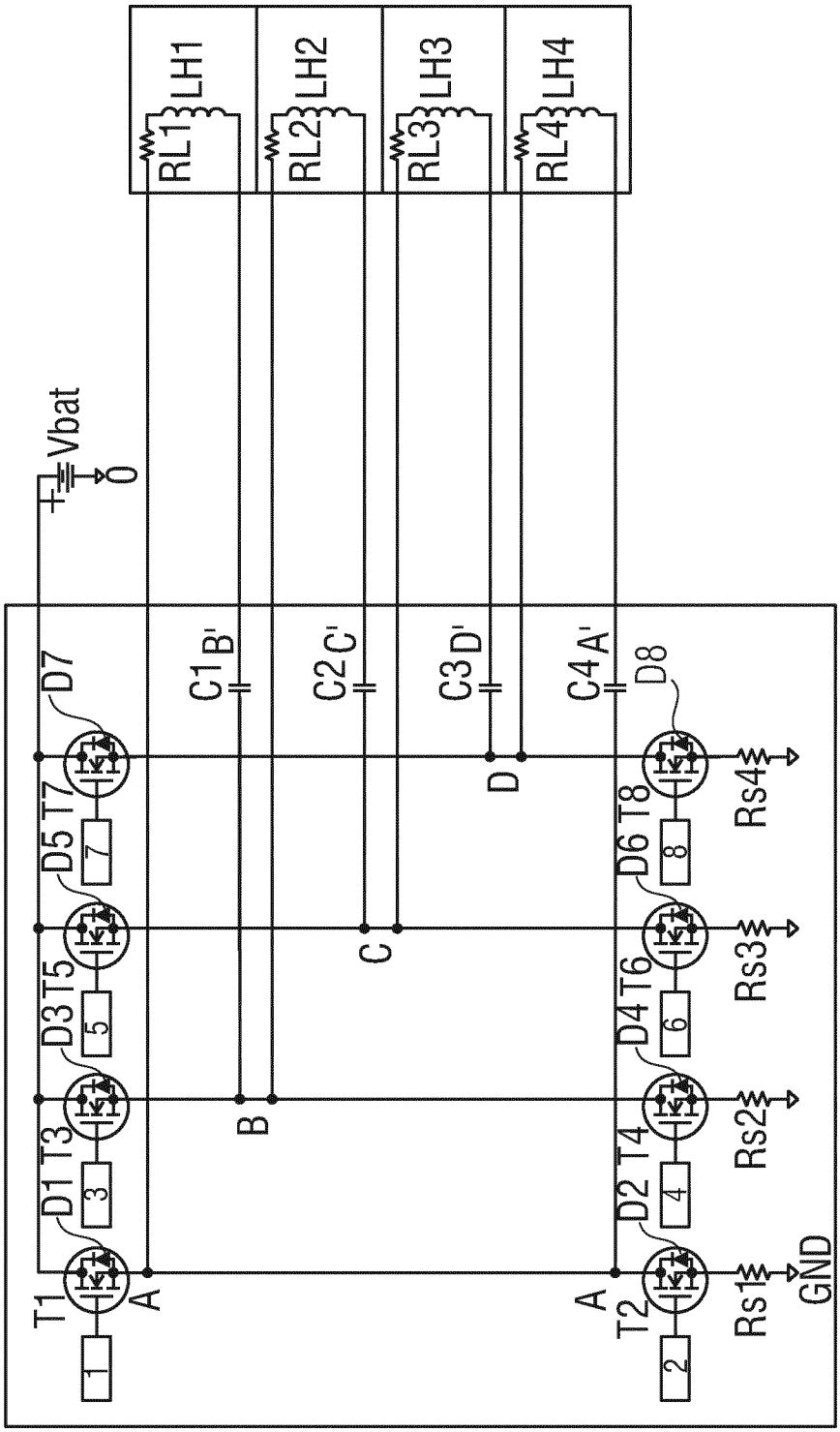

RL1
LH1
RL2
LH2
RL3
LH3
RL4
LH4
Vbat
0
C1
B'
C2
C'
C3
D'
C4
A'
D7
D8
D5
T7
D6
T8
D3
T5
D4
T6
D1
T3
D2
T4
T1
T2
A
B
C
D
Rs4
Rs3
Rs2
Rs1
GND
1
2
3
4
5
6
7
8

FIG 4

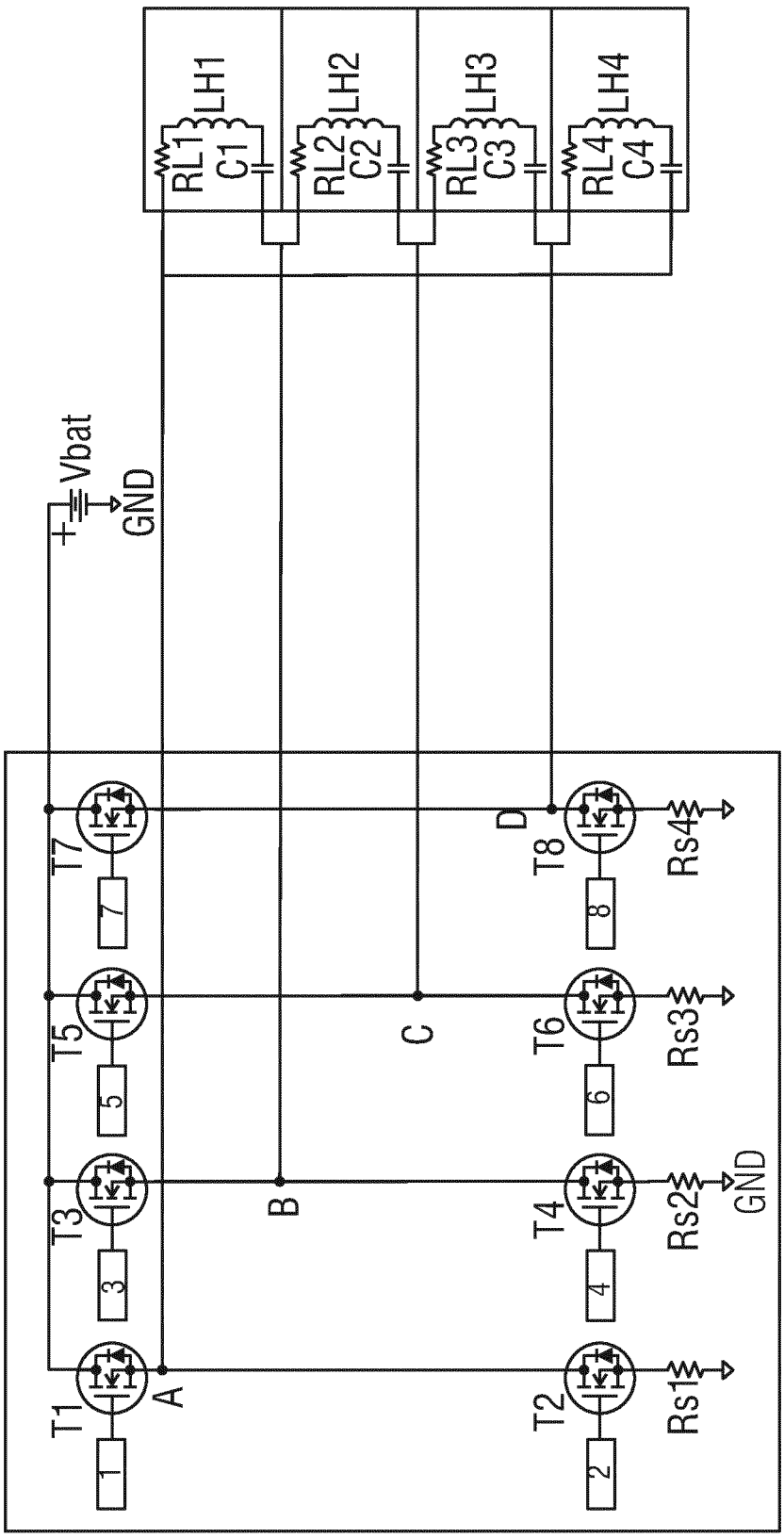

RL1
LH1
C1
RL2
LH2
C2
RL3
LH3
C3
RL4
LH4
C4
Vbat
GND
T1
T2
T3
T4
T5
T6
T7
T8
1
2
3
4
5
6
7
8
A
B
C
D
Rs1
Rs2
Rs3
Rs4
GND

FIG 5

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2013/066640

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. H05B6/06 F02D41/20
ADD.

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)
H05B F02D F02M

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 practicable, search terms used)
EPO-Internal

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	EP 0 852 452 A1 (SETA GIKEN KK [JP]; OMRON TATEISI ELECTRONICS CO [JP]) 8 July 1998 (1998-07-08) abstract figure 1 column 6, line 8 - column 7, line 3 -----	1-8
Y	WO 2012/080009 A1 (CONTINENTAL AUTOMOTIVE GMBH [DE]; BOLZ STEPHAN [DE]) 21 June 2012 (2012-06-21) abstract figure 1 page 4, line 7 - page 5, line 2 -----	1-8

-/--

[X] Further documents are listed in the continuation of Box C.

[X] 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 application or patent 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

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
23 September 2013	01/10/2013

Name and mailing address of the ISA/	Authorized officer
European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	de la Tassa Laforgue

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2013/066640

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	DE 34 15 967 A1 (BARMAG BARMER MASCHF [DE]) 22 November 1984 (1984-11-22) cited in the application figure 1 abstract page 5, line 9 - page 6, line 16	1-8
A	EP 1 408 221 A2 (HITACHI LTD [JP]) 14 April 2004 (2004-04-14) abstract figure 2 paragraphs [0016] - [0020]	1-8
A	WO 00/45403 A1 (BERGSTROM GARY E [US]) 3 August 2000 (2000-08-03) abstract page 11, line 25 - page 13, line 11 figure 5	1-8

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No
PCT/EP2013/066640

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
EP 0852452 A1	08-07-1998	AU 6946396 A	09-04-1997
		CN 1196160 A	14-10-1998
		EP 0852452 A1	08-07-1998
		JP 3724857 B2	07-12-2005
		JP H0982464 A	28-03-1997
		US 6046442 A	04-04-2000
		WO 9711578 A1	27-03-1997
WO 2012080009 A1	21-06-2012	DE 102010063112 A1	21-06-2012
		WO 2012080009 A1	21-06-2012
DE 3415967 A1	22-11-1984	NONE	
EP 1408221 A2	14-04-2004	DE 60309551 T2	05-07-2007
		EP 1408221 A2	14-04-2004
		JP 3894088 B2	14-03-2007
		JP 2004124890 A	22-04-2004
		US 2004118384 A1	24-06-2004
WO 0045403 A1	03-08-2000	AU 2623200 A	18-08-2000
		DE 60024232 D1	29-12-2005
		DE 60024232 T2	17-08-2006
		EP 1155425 A1	21-11-2001
		US 6249418 B1	19-06-2001
		WO 0045403 A1	03-08-2000

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2013/066640

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
INV. H05B6/06 F02D41/20
ADD.

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

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
H05B F02D F02M

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

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
Y	EP 0 852 452 A1 (SETA GIKEN KK [JP]; OMRON TATEISI ELECTRONICS CO [JP]) 8. Juli 1998 (1998-07-08) Zusammenfassung Abbildung 1 Spalte 6, Zeile 8 - Spalte 7, Zeile 3 -----	1-8
Y	WO 2012/080009 A1 (CONTINENTAL AUTOMOTIVE GMBH [DE]; BOLZ STEPHAN [DE]) 21. Juni 2012 (2012-06-21) Zusammenfassung Abbildung 1 Seite 4, Zeile 7 - Seite 5, Zeile 2 ----- -/--	1-8

[X] Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen [X] 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" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. 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 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	Absendedatum des internationalen Recherchenberichts
23. September 2013	01/10/2013

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde	Bevollmächtigter Bediensteter
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	de la Tassa Laforgue

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2013/066640

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	DE 34 15 967 A1 (BARMAG BARMER MASCHF [DE]) 22. November 1984 (1984-11-22) in der Anmeldung erwähnt Abbildung 1 Zusammenfassung Seite 5, Zeile 9 - Seite 6, Zeile 16 -----	1-8
A	EP 1 408 221 A2 (HITACHI LTD [JP]) 14. April 2004 (2004-04-14) Zusammenfassung Abbildung 2 Absätze [0016] - [0020] -----	1-8
A	WO 00/45403 A1 (BERGSTROM GARY E [US]) 3. August 2000 (2000-08-03) Zusammenfassung Seite 11, Zeile 25 - Seite 13, Zeile 11 Abbildung 5 -----	1-8

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2013/066640

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 0852452 A1	08-07-1998	AU 6946396 A	09-04-1997
		CN 1196160 A	14-10-1998
		EP 0852452 A1	08-07-1998
		JP 3724857 B2	07-12-2005
		JP H0982464 A	28-03-1997
		US 6046442 A	04-04-2000
		WO 9711578 A1	27-03-1997
WO 2012080009 A1	21-06-2012	DE 102010063112 A1	21-06-2012
		WO 2012080009 A1	21-06-2012
DE 3415967 A1	22-11-1984	KEINE	
EP 1408221 A2	14-04-2004	DE 60309551 T2	05-07-2007
		EP 1408221 A2	14-04-2004
		JP 3894088 B2	14-03-2007
		JP 2004124890 A	22-04-2004
		US 2004118384 A1	24-06-2004
WO 0045403 A1	03-08-2000	AU 2623200 A	18-08-2000
		DE 60024232 D1	29-12-2005
		DE 60024232 T2	17-08-2006
		EP 1155425 A1	21-11-2001
		US 6249418 B1	19-06-2001
		WO 0045403 A1	03-08-2000