

(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
09. November 2017 (09.11.2017)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2017/190883 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:
H01F 7/18 (2006.01) *F02D 41/20* (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2017/056840

(22) Internationales Anmeldedatum:
22. März 2017 (22.03.2017)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2016 207 564.0
03. Mai 2016 (03.05.2016) DE

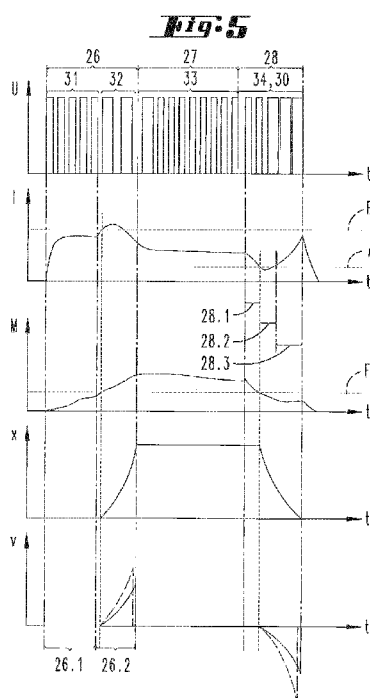
(71) Anmelder: **CONTINENTAL AUTOMOTIVE GMBH**
[DE/DE]; Vahrenwalder Straße 9, 30165 Hannover (DE).

(72) Erfinder: **BLEECK, Matthias**; Litzlweg 4, 93080 Pentling (DE). **KOGAN, Dmitriy**; Chamer Str. 4, 93426 Roding (DE). **CHIA, Tet Kong Brian**; Von-Seeckt-Straße 8, 93053 Regensburg (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, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, 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.

(54) Title: METHOD FOR OPENING AND CLOSING A SWITCHING VALVE

(54) Bezeichnung: VERFAHREN ZUM ÖFFNEN UND SCHLIEßEN EINES SCHALTVENTILS



(57) Abstract: The present invention relates to a method for opening and closing a switching valve, in particular a hydraulic switching valve for petrol or diesel fuel, comprising the method steps of: - providing a switching valve having a housing, a winding which is arranged in the housing, and a pretensioned spring, a pole core which is fitted in the housing, an armature and a valve adjusting element which is connected to the armature or is formed on said armature, wherein the valve adjusting element can be moved between a first end position and a second end position in the housing and, in one end position, opens the switching valve to fluid and in the other position closes the switching valve to fluid, wherein the spring force of the pretensioned spring, which spring force is transmitted onto the valve adjusting element, acts in the direction of the first end position of said valve adjusting element, and wherein, in the state of the winding in which electric current flows through said winding, a force which acts in the direction of the second end position of said valve adjusting element and is electromagnetically generated by means of winding, pole core and armature is transmitted to the valve adjusting element, and - connecting a voltage supply device, which is suitable for generating pulse-width-modulated (electrical) voltage signals, to the winding. For advantageous development, it is proposed according to a first aspect of the invention that, starting from an operating state in which the valve adjusting element is in its first end position, by means of a first pulse-width-modulated voltage signal (30) which has a plurality of voltage pulses being applied to the winding (31), electric current flowing through the winding is produced and is set in such a way that the current intensity of said current at the end of the first pulse-width-modulated voltage signal is smaller than a switch-on current intensity (E) at which the electromagnetically generated force transmitted to the valve adjusting element causes displacement of the valve adjusting element in the direction of its second end position. According to a second aspect of the invention, it is proposed for advantageous development that, starting from an operating state in which current flows through the winding and the valve adjusting element is in its second end position, the



(84) **Bestimmungsstaaten** (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, 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)

electric current flow through the winding is influenced by means of a pulse-width-modulated voltage signal (30) which has a plurality of voltage pulses being applied to the winding such that the current intensity of said current initially falls below the switch-off current intensity (A) and then exceeds it in its first end position during the movement of the valve adjusting element from its second end position to its first end position.

(57) **Zusammenfassung:** Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zum Öffnen und Schließen eines Schaltventils, insbesondere eines hydraulischen Schaltventils für Benzin oder Dieselmotor, umfassend die Verfahrensschritte: - Bereitstellen eines Schaltventils, aufweisend ein Gehäuse, eine in dem Gehäuse angeordnete Wicklung und eine vorgespannte Feder, einen in dem Gehäuse angebrachten Polkern, einen Anker und ein mit dem Anker verbundenes oder daran ausgebildetes Ventilstellelement, wobei das Ventilstellelement in dem Gehäuse zwischen einer ersten Endposition und einer zweiten Endposition verschieblich ist und in seiner ersten Endposition ein Öffnen und in seiner anderen Position ein Schließen des Schaltventils für Fluid bewirkt, wobei die auf das Ventilstellelement übertragene Federkraft der vorgespannten Feder in Richtung zu dessen erster Endposition wirkt und wobei in von elektrischem Strom durchflossenem Zustand der Wicklung auf das Ventilstellelement eine in Richtung zu seiner zweiten Endposition wirkende, mittels Wicklung, Polkern und Anker elektromagnetisch erzeugte Kraft übertragen wird, und - Anschließen einer zur Erzeugung von pulsweitenmodulierten (elektrischen) Spannungssignalen geeigneten Spannungsversorgungseinrichtung an die Wicklung. Zur vorteilhaften Weiterbildung wird gemäß einem ersten Aspekt der Erfindung vorgeschlagen, dass ausgehend von einem Betriebszustand, in dem sich das Ventilstellelement in seiner ersten Endposition befindet, mittels Beaufschlagung der Wicklung (31) mit einem ersten pulsweitenmodulierten Spannungssignal (31), das mehrere Spannungsimpulse aufweist, durch die Wicklung fließender elektrischer Strom bewirkt und so eingestellt wird, dass dessen Stromstärke bei Beendigung des ersten pulsweitenmodulierten Spannungssignals kleiner ist als eine Einschaltstromstärke (E), bei der die elektromagnetisch erzeugte, auf das Ventilstellelement übertragene Kraft eine Verlagerung des Ventilstellelements in Richtung zu dessen zweiten Endposition bewirkt. Gemäß einem zweiten Aspekt der Erfindung wird zur vorteilhaften Weiterbildung vorgeschlagen, dass ausgehend von einem Betriebszustand, in dem die Wicklung von Strom durchflossen ist und sich das Ventilstellelement in seiner zweiten Endposition befindet, mittels Beaufschlagung der Wicklung mit einem pulsweitenmodulierten Spannungssignal (30), das mehrere Spannungsimpulse aufweist, der elektrische Stromfluss durch die Wicklung so beeinflusst wird, dass dessen Stromstärke die Ausschaltstromstärke (A) zunächst unterschreitet und danach noch während der Bewegung des Ventilstellelements von seiner zweiten Endposition in seine erste Endposition übersteigt.

Beschreibung

Verfahren zum Öffnen und Schließen eines Schaltventils

5 Gebiet der Technik

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zum Öffnen und Schließen eines Schaltventils, vorzugsweise eines hydraulischen Schaltventils für Benzin oder Dieselkraftstoff, umfassend die
10 Verfahrensschritte:

- Bereitstellen eines Schaltventils, aufweisend ein Gehäuse, eine in dem Gehäuse angeordnete Wicklung und eine in dem Gehäuse angeordnete vorgespannte Feder, einen in dem Gehäuse angebrachten Polkern, einen Anker und ein mit dem Anker verbundenes
15 oder daran ausgebildetes Ventilstellelement, wobei das Ventilstellelement in dem Gehäuse zwischen einer ersten Endposition und einer zweiten Endposition verschieblich ist und in seiner einen Endposition ein Öffnen und in seiner anderen Position ein Schließen des Schaltventils für Fluid bewirkt, wobei
20 die auf das Ventilstellelement übertragene Federkraft der vorgespannten Feder in Richtung zu dessen erster Endposition wirkt und wobei in von elektrischem Strom durchflossenem Zustand der Wicklung auf das Ventilstellelement eine in Richtung zu seiner zweiten Endposition wirkende, mittels Wicklung, Polkern
25 und Anker elektromagnetisch erzeugte Kraft übertragen wird, und
- Anschließen einer zur Erzeugung von pulsweitenmodulierten elektrischen Spannungssignalen geeigneten Spannungsversorgungseinrichtung an die Wicklung.

30 Stand der Technik

Schaltventile sind als Kombination eines Schaltmagneten und einer durch diesen geschalteten Hydraulik bekannt. In der Funktionsweise werden zwei Schaltzustände der Hydraulik, eine
35 geöffnete Stellung und eine geschlossene Stellung, erreicht.

Der Aufbau eines Schaltventils und ein bekanntes Verfahren zu dessen Betrieb werden mit Bezug auf die Figuren 1 bis 4 be-

schrieben, worauf hier Bezug genommen wird. Als nachteilig wird empfunden, dass bei der Ansteuerung solcher Schaltventile Geräusche entstehen. Da immer geringere Schaltzeiten, insbesondere immer geringere Einschaltzeiten, gefordert werden, resultiert bei dem beschriebenen bekannten Verfahren daraus auch eine weiter zunehmende Geräuscentwicklung, da der Anker stärker beschleunigt wird und mit höherer Geschwindigkeit bzw. Aufprallenergie auf den Polkern trifft. Bei dem bekannten Verfahren führt dies auch bei dem Ausschaltvorgang zu einer höheren Geräuscentwicklung, wenn der Anker oder damit verbundene Komponenten mit vergleichsweise höherer Aufprallenergie auf einen Anschlag, wie insbesondere auf eine hydraulische Referenz in der Hydraulik beim Ausschalten treffen.

15 Zusammenfassung der Erfindung

Vor diesem Hintergrund liegt einem ersten Aspekt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren der eingangs beschriebenen Art vorteilhaft weiterzubilden. Insbesondere wird angestrebt, dass sich zur Geräuschoptimierung die Geräuscentwicklung beim Einschalten im Vergleich zu dem bekannten Verfahren verringern lässt. Insbesondere wird auch eine Schaltzeitminimierung beim Einschalten, insbesondere in Verbindung mit einer Geräuschverringerung, angestrebt.

25

Einem zweiten Aspekt der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren der eingangs beschriebenen Art vorteilhaft weiterzubilden. Insbesondere wird angestrebt, die während des Ausschaltens auftretenden Geräusche im Vergleich zu dem beschriebenen bekannten Verfahren zu reduzieren. Insofern wird eine Geräuschoptimierung für die Ausschaltphase angestrebt.

30

Gemäß dem ersten Aspekt der Erfindung wird die ihm zugrunde liegende Aufgabe zunächst und im Wesentlichen in Verbindung mit den Merkmalen gelöst, dass ausgehend von einem Betriebszustand, in dem sich das Ventilstellelement in seiner ersten Endposition befindet und in dem insbesondere kein Strom durch die Wicklung fließt, mittels Beaufschlagung der Wicklung mit einem ersten

35

pulsweitenmodulierten Spannungssignal, das mehrere Spannungsimpulse aufweist, durch die Wicklung fließender elektrischer Strom bewirkt und so eingestellt wird, dass dessen Stromstärke bei Beendigung des ersten pulsweitenmodulierten Spannungssignals kleiner ist als eine Einschaltstromstärke, bei der die elektromagnetisch erzeugte, auf das Ventilstellelement übertragene Kraft eine Verlagerung des Ventilstellelements in Richtung zu dessen zweiter Endposition bewirkt. Vorzugsweise kann es sich bei der Feder um eine Zylinderdruckfeder handeln.

Die Technik der Pulsweitenmodulation von Spannungssignalen ist einem Fachmann vertraut (Abkürzung PWM). Im Rahmen der Erfindung kann die Einschaltstromstärke bspw. als Stromstärke definiert werden, deren von ihr mittels Wicklung, Polkern und Anker erzeugte, auf das Ventilstellelement übertragene elektromagnetisch erzeugte Kraft (eventuell, d.h. je nach Ausführungsform, in Kombination mit einer weiteren gleichgerichteten auf das Ventilstellelement wirkenden Kraft, wie bspw. einer elastischen Rückstellkraft eines Dichtplättchens oder dergleichen) die Summe der auf den Ventilkörper in entgegengesetzter Richtung einwirkenden Kräfte, umfassend die Federkraft sowie die eine Bewegung erschwerenden Trägheits- und Reibungskräfte, minimal übersteigt. In den Figuren 4 und 5 sind die Beträge der elektromagnetisch erzeugten Kraft und der Kraft der Feder in ihrem zeitlichen Verlauf dargestellt. Der Begriff Stromstärke meint jeweils den Betrag des durch die Wicklung fließenden Stromes. Die Begriffe erstes, zweites, drittes usw. Spannungssignal dienen zur Unterscheidung, bedeuten aber nicht, dass alle diese elektrischen Spannungssignale in der Reihenfolge ihrer Nummerierung aufeinander folgen müssen. Der Begriff Einschaltstrom ist nicht notwendig dem Öffnen des Schaltventils für Fluid zugeordnet, sondern er bezieht sich auf ein Schalten des Schaltventils entgegen der Kraft der Feder. Ebenso ist der Begriff Ausschaltstrom nicht notwendig dem Schließen des Schaltventils zugeordnet, sondern er bezieht sich auf ein Schalten des Schaltventils in Richtung der Kraft der Feder. Insofern auf Kräfte, welche auf das Ventilstellelement übertragen werden, Bezug genommen wird, sind damit parallel zu der möglichen Verschiebungsrichtung des Ventilstellelements wir-

kende Kräfte gemeint, wobei sich der Vergleich auf deren jeweiligen Betrag bezieht.

Das erfindungsgemäße Verfahren unterscheidet sich von dem
5 bekannten Verfahren durch seine Ansteuerstrategie. Bei dem
Einschaltvorgang findet eine Vorbestromung der Wicklung statt,
so dass daran anschließend die Bewegungsphase schneller ein-
geleitet werden kann und sich damit die effektive Schaltzeit
verringern lässt. Bei dem Einschaltvorgang lassen sich durch die
10 Vorbestromung der Wicklung die Wirbelstromverluste minimieren.
Für den eigentlichen Schaltvorgang wird nur so viel magnetische
Kraft erzeugt, wie benötigt wird, so dass die Geschwindigkeit der
bewegten Komponenten und dadurch die Geräusche (trotz ver-
ringelter effektiver Einschaltdauer) verringert und insofern
15 optimiert werden können.

Es bestehen zahlreiche Möglichkeiten zur bevorzugten Weiter-
bildung. Bevorzugt ist, dass die Stromstärke am zeitlichen Ende
des ersten pulsweitenmodulierten Spannungssignals zumindest 50
20 Prozent, insbesondere zumindest 70 Prozent, insbesondere zu-
mindest 90 Prozent der Einschaltstromstärke beträgt. Vor-
zugsweise beträgt der Betrag der auf das Ventilstellelement
übertragenen elektromagnetisch erzeugten Kraft am zeitlichen
Ende des ersten pulsweitenmodulierten Spannungssignals zu-
25 mindest 50 Prozent, insbesondere zumindest 70 Prozent, ins-
besondere zumindest 90 Prozent des Betrags der auf das Ven-
tilstellelement übertragenen Federkraft.

Es besteht die Möglichkeit, dass die Stromstärke des durch die
30 Wicklung fließenden elektrischen Stroms während der Dauer des
ersten pulsweitenmodulierten Spannungssignals einen zeitlich
konstanten Wert erreicht oder sich diesem annähert.

Bevorzugt ist, dass nach, insbesondere direkt nach, Beendigung
35 des ersten pulsweitenmodulierten Spannungssignals die Strom-
stärke des durch die Wicklung fließenden elektrischen Stromes
mittels Beaufschlagung der Wicklung mit einem zweiten puls-
weitenmodulierten Spannungssignal, das mehrere Spannungsimpulse

aufweist, zumindest kurzzeitig oder dauerhaft über die Einschaltstromstärke angehoben wird. Vorzugsweise wird mittels des zweiten pulsweitenmodulierten Spannungssignals ein Stromstärkenverlauf erzeugt, zufolge dessen der Betrag der auf das Ventilstellelement übertragenen elektromagnetisch erzeugten Kraft während des zweiten pulsweitenmodulierten Spannungssignals stets größer als der Betrag der auf das Ventilstellelement übertragenen Federkraft ist.

Als zweckmäßig wird, je nach Anforderungen an die Schaltdauer, angesehen, dass nach, insbesondere direkt nach, Beendigung des zweiten pulsweitenmodulierten Spannungssignals die Stromstärke des durch die Wicklung fließenden elektrischen Stromes mittels Beaufschlagung der Wicklung mit einem dritten pulsweitenmodulierten Spannungssignal, das mehrere Spannungsimpulse aufweist, oberhalb einer Ausschaltstromstärke, bei der eine Bewegung des Ventilstellelements in Richtung zu seiner ersten Endposition beginnt, gehalten wird, wobei insbesondere vorgesehen ist, dass die Stromstärke mittels des zweiten Spannungssignals während seines Zeitintervalls verringert wird. Als sog. Ausschaltstromstärke kann man bspw. eine Stromstärke definieren, bei welcher der Betrag der auf das Ventilstellelement übertragenen Federkraft minimal größer ist als die Summe der in dazu entgegengesetzter Richtung auf das Ventilstellelement übertragenen Kräfte, welche die auf das Ventilstellelement übertragene elektromagnetisch erzeugte Kraft, die Trägheitskraft und die Reibungskraft und ggf., je nach Ausführungsform, eine Kraft zur elastischen Verformung eines Dichtplättchens oder dergleichen, einschließen. Vorzugsweise wird mittels des dritten pulsweitenmodulierten Spannungssignals ein Stromstärkenverlauf erzeugt, zufolge dessen der Betrag der auf das Ventilstellelement übertragenen elektromagnetisch erzeugten Kraft während des zweiten pulsweitenmodulierten Spannungssignals stets größer als der Betrag der auf das Ventilstellelement übertragenen Federkraft ist. Es besteht die Möglichkeit, dass die Stromstärke des durch die Wicklung fließenden elektrischen Stroms am Ende des dritten pulsweitenmodulierten Spannungssignals, bezogen auf den Ausschalt-

strom, maximal 50 Prozent oder maximal 30 Prozent oder maximal 10 Prozent größer ist als der Ausschaltstrom.

5 Zur Beendigung des Schaltvorganges ist bevorzugt, dass ausgehend von einem Betriebszustand, in dem die Wicklung von Strom durchfließen ist und sich das Ventilstellelement in seiner zweiten Endposition befindet, mittels Beaufschlagung der Wicklung mit einem vierten pulsweitenmodulierten Spannungssignal, das mehrere Spannungsimpulse aufweist, der elektrische
10 Stromfluss durch die Wicklung so beeinflusst wird, dass dessen Stromstärke die Ausschaltstromstärke zuerst unterschreitet und danach während der Bewegung des Ventilstellelements von seiner zweiten Endposition in seine erste Endposition übersteigt. Diese Merkmale sind im Rahmen des zweiten Aspekts der vorliegenden
15 Erfindung zur Lösung der eingangs genannten Aufgabe in Verbindung mit den Merkmalen des Oberbegriffes von Anspruch 1 auch eigenständig von Bedeutung. Mittels der auch während der Rückbewegung des Ankers bzw. den Ventilstellelements aufrecht erhaltenen magnetischen Kraft kann die Beschleunigung und die
20 Endgeschwindigkeit verringert und dadurch die beim Auftreffen auf die Endlage entstehenden Geräusche minimiert werden.

Auch insofern bestehen zahlreiche Möglichkeiten zur bevorzugten Weiterbildung. Bevorzugt ist, dass der Betrag der auf das
25 Ventilstellelement übertragenen elektromagnetischen Kraft während der Bewegung des Ventilstellelements von seiner zweiten Endposition in seiner ersten Endposition innerhalb des Zeitintervalls, in dem die Stromstärke größer als die Ausschaltstromstärke ist, mittels des während dieser Bewegung an die
30 Wicklung angelegten pulsweitenmodulierten Spannungssignals so beeinflusst wird, dass er bis zum Ende dieses Zeitintervalls mehr als 50 Prozent, insbesondere mehr als 70 Prozent, insbesondere mehr als 90 Prozent des Betrags der auf das Ventilstellelement übertragenen Federkraft beträgt. Es besteht die Möglichkeit,
35 dass der Betrag der auf das Ventilstellelement übertragenen elektromagnetisch erzeugten Kraft während der Bewegung des Ventilstellelements von seiner zweiten Endposition in seiner ersten Endposition innerhalb des Zeitintervalls, in dem die

Stromstärke größer als die Ausschaltstromstärke ist, mittels des pulsweitenmodulierten Spannungssignals an einen Wert angenähert und dann auf diesem Wert gehalten wird, der mehr als 50 Prozent, insbesondere mehr als 70 Prozent, insbesondere mehr als 90

5 Prozent des Betrags der auf das Ventilstellelement übertragenen Federkraft beträgt. Als zweckmäßig wird angesehen, dass das erste pulsweitenmodulierte Spannungssignal und/oder das zweite pulsweitenmodulierte Spannungssignal und/oder das dritte pulsweitenmodulierte Spannungssignal und/oder das vierte

10 pulsweitenmodulierte Spannungssignal oder das pulsweitenmodulierte Spannungssignal gemäß dem zweiten Aspekt der Erfindung vorbestimmt sind. Bevorzugt ist, dass die Spannungsversorgungseinrichtung eine Steuereinrichtung aufweist zur Beaufschlagung der Wicklung mit dem oder den vorbestimmten puls-

15 weitenmodulierten Spannungssignal(en). Ein vorbestimmtes pulsweitenmoduliertes Spannungssignal kann vorzugsweise vor einer Ausübung des Verfahrens für individuelle Betriebsbedingungen wie bspw. für ein Schaltventil einer bestimmten Bauart, insbesondere für eine bestimmte Temperatur usw. in Versuchen

20 ermittelt und abgespeichert werden. Es besteht die Möglichkeit, dass die PWM-Rate (Pulsweitenmodulations-Rate) innerhalb des ersten pulsweitenmodulierten Spannungssignals und/oder des zweiten pulsweitenmodulierten Spannungssignals und/oder des dritten pulsweitenmodulierten Spannungssignals und/oder des

25 vierten pulsweitenmodulierten Spannungssignals oder des pulsweitenmodulierten Spannungssignals gemäß dem zweiten Aspekt der Erfindung konstant ist.

Es besteht die Möglichkeit, dass die Spannungsversorgungseinrichtung eine Regelungseinrichtung aufweist, dass die

30 Stromstärke des durch die Wicklung fließenden elektrischen Stroms gemessen, der Regelungseinrichtung als Signal zugeleitet und darin mit einer vorbestimmten, insbesondere zeitlich variablen, Stromstärke verglichen wird und dass das pulsweitenmodulierte Spannungssignal mittels dieses Vergleichs erzeugt

35 wird. Es besteht die Möglichkeit, dass die PWM-Rate (Pulsweitenmodulations-Rate) innerhalb des ersten pulsweitenmodulierten Spannungssignals und/oder des zweiten pulsweiten-

modulierten Spannungssignals und/oder des dritten pulsweitenmodulierten Spannungssignals und/oder des vierten pulsweitenmodulierten Spannungssignals oder des pulsweitenmodulierten Spannungssignals gemäß dem zweiten Aspekt der Erfindung
5 veränderlich ist. Vorzugsweise wird bei der Pulsweitenmodulation (PWM) eine konstante Periodendauer verwendet.

Bevorzugt ist, dass das Ventilstellelement in seiner ersten Endposition ein Öffnen des Schaltventils für Fluid und in seiner
10 zweiten Endposition ein Schließen des Schaltventils für Fluid bewirkt. Bevorzugt ist, dass ein Schaltventil in fluidischer Verbindung mit einer Kraftstoffhochdruckpumpe, insbesondere für Benzin- oder Dieselmotoren, verwendet wird.

15 Kurze Beschreibung der Zeichnungen

Ein bekanntes Verfahren zum Öffnen und Schließen eines Schaltventils und ein Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Verfahrens zum Öffnen und Schließen eines Schaltventils
20 werden mit Bezug auf die beigefügten Figuren beschrieben. Im Einzelnen zeigt:

Fig.1 in einer Schnittansicht ein Schaltventil, das zur Durchführung eines bekannten Verfahrens zum Öffnen und
25 Schließen eines Schaltventils und auch zur Durchführung eines erfindungsgemäßen Verfahrens zum Öffnen und Schließen eines Schaltventils geeignet ist, in geöffnetem Zustand mit einer angenommenen ersten Fluidströmungsrichtung;

30 Fig.2 in einer Schnittansicht das Schaltventil gemäß Figur 1 mit einer zu Fig. 1 entgegen gesetzten Fluidströmungsrichtung;

Fig. 3 in einer Schnittansicht das in den Figuren 1 und 2 gezeigte Schaltventil, jedoch in geschlossenem
35 Zustand;

Fig. 4 anhand von schematisch vereinfachten Diagrammen den Ablauf eines bekannten Verfahrens zum Öffnen und Schließen eines Schaltventils und

Fig. 5 anhand von Diagrammen den Ablauf eines erfindungs-
gemäßen Verfahrens zum Öffnen und Schließen eines
Schaltventils gemäß einem bevorzugten Ausführungs-
beispiel.

5

Beschreibung der Ausführungsformen

Figur 1 zeigt ein hydraulisches Schaltventil 1 für ein Fluid, wie
vorzugsweise Benzin oder Dieseldieselkraftstoff, das zum Beispiel in
10 Verbindung mit einer Kraftstoffhochdruckpumpe an einem Motor
Verwendung finden kann. Das Schaltventil 1 weist einen ersten
Fluidanschluss 2 und einen zweiten Fluidanschluss 3 auf, von
denen der eine einen Fluideinlass und der andere einen
Fluidauslass (je nach Betriebsbedingungen) bildet. Das
15 Schaltventil 1 umfasst ein aus mehreren Teilen gebildetes Gehäuse
4. Darin sind eine Wicklung 5 und ein Polkern 6 jeweils ortsfest
angeordnet. Die Wicklung 5 ist mittels elektrischer Leitungen 7
mit einem Anschluss 8 verbunden, der zum elektrischen Anschluss
einer in den Figuren nicht mit dargestellten
20 Spannungsversorgungseinrichtung dient. Ein in dem Gehäuse 4
angeordneter Anker ist mit 9 bezeichnet. An diesem ist eine Platte
10 und mittels dieser ein Schaft 11 befestigt, an dessen
entgegengesetztes Längsende sich ein in dem Beispiel
zylindrisches Ventilstellelement 12 anschließt. Dies ist in
25 einer zentralen Bohrung 13 einer Gehäuseplatte 14
längsverschieblich geführt. In dem Gehäuse 4 ist innerhalb eines
Hohlraumes 15, der sich anteilig in dem Polkern 6 und dem Anker
9 erstreckt, eine Feder 16 angeordnet. In dem Beispiel handelt
es sich um eine Zylinderdruckfeder. Deren Längsenden stützen sich
30 einerseits an dem Polkern 6 und andererseits an der Platte 10 ab.
In entspanntem Zustand der Feder 16 ist deren Längserstreckung
größer als der in Figur 1 gezeigte Abstand zwischen den
Abstützflächen, so dass die Feder 16 unter Druckspannung stehend
eingebaut ist.

35

Figur 1 zeigt einen Betriebszustand, bei welchem kein Strom durch
die Wicklung 5 fließt, so dass zwischen dem Polkern 6 und dem Anker
9 keine elektromagnetische Anziehungskraft wirkt. Demzufolge

drückt die Feder 16 den Schaft 11 in von dem Polkern 6 abgewandter Längsrichtung, bis der Schaft 11 mit seiner ringförmigen Stirnfläche 24 formschlüssig, d. h. wegbegrenzend, gegen die Gehäuseplatte 14 tritt. Dabei befindet sich das mit dem Schaft 11 fest verbundene Ventilstellelement 12 in seiner sog. ersten Endposition und steht mit einem freien Längsende 17 axial über eine Dichtung 18 über, die auf der dem Schaft 11 abgewandten Seite auf der Gehäuseplatte 14 angeordnet ist. Mit 19 ist ein elastisches, an seinem Außenrand in dem Gehäuse 4 angrenzend an die Dichtung 18 gehaltenes, elastisch verformbares Dichtplättchen bezeichnet. In unbelastetem Zustand (vgl. Figur 3) liegt dieses dichtend an der Dichtung 18 an. Andererseits wird das Dichtplättchen 19 in dem in Figur 1 gezeigten Betriebszustand mittels des Ventilstellelements 12 elastisch aus seiner Ruhelage ausgelenkt, so dass es mit der Dichtung 18 einen Spalt 20 berandet. Der Spalt 20 verbindet axial durch die Gehäuseplatte 14 und die Dichtung 18 führende Durchgangsbohrungen 21, 35 mit dazu seitlich versetzten Durchgangsbohrungen 22 in dem Dichtplättchen 19, so dass ein offener Fluidpfad zwischen dem ersten Fluidanschluss 2 und dem zweiten Fluidanschluss 3 gebildet ist, durch den ein Fluid (wie bspw. Benzin oder Dieselkraftstoff) hindurchströmen kann. Bei dem in Figur 1 gezeigten Betriebszustand ist durch Pfeile 23 angedeutet, dass Fluid durch den ersten Fluidanschluss 2 in das Schaltventil und durch den zweiten Fluidanschluss 3 aus dem Schaltventil 1 herausströmt. In dem gezeigten Betriebszustand ist das Schaltventil für Fluid somit offen. Dabei ist zwischen dem Polkern 6 und dem Anker 9 in axialer, d. h. zu einer geometrischen Längsmittelrichtung L paralleler Richtung ein Spalt S gebildet.

Die in Figur 2 gezeigte Situation unterscheidet sich von Figur 1, indem dort bei ebenfalls geöffnetem Schaltventil 1 eine umgekehrte Fluidströmungsrichtung (Pfeile 23') angenommen ist.

Die in Figur 3 gezeigte Situation unterscheidet sich von der in den Figuren 1 und 2 gezeigten Situation dadurch, dass sich das Schaltventil 1 in Figur 3 in seiner geschlossenen Position befindet. Dazu wurde die Wicklung 5 mittels eines elektrischen

Spannungssignals beaufschlagt, in dessen Folge die Wicklung 5 von einem elektrischen Strom durchflossen wird, dessen Stromstärke so groß ist, dass die mittels Wicklung 5, Polkern 6 und Anker 9 erzeugte elektromagnetische Kraft, die parallel zu der

5 geometrischen Längsmittelachse L auf das Ventilstellelement 12 übertragen wird, in Verbindung mit einer elastischen Rückstellkraft des Dichtplättchens 19 größer ist als die Summe der entgegengerichteten Kräfte, welche die auf das Ventilstellelement 12 übertragene Kraft der Feder 16, die

10 Trägheitskraft und die Reibungskraft einschließt. Das Ventilstellelement ist dadurch aus seiner in den Figuren 1 und 2 gezeigten ersten Endposition in seine zweite Endposition in Richtung zu dem Polkern 6 verschoben. Entsprechend zeigt Figur 3, dass der in den Figuren 1 und 2 vorhandene Spalt S zwischen

15 dem Polkern 6 und dem Anker 9 nicht mehr besteht. Stattdessen ist nun ein Spalt S von entsprechender Spaltweite zwischen der ringförmigen Stirnfläche 24 des Schaftes 11 und der Gehäuseplatte 14 gebildet. In diesem Gebrauchszustand steht das freie Längsende 17 nicht über die Dichtung 18 über, und das Dichtplättchen 19

20 liegt dichtend an der Dichtung 18 an. Die Durchgangsbohrungen 21 sind seitlich soweit von den Durchgangsbohrungen 22 beabstandet angeordnet, so dass der in den Figuren 1 und 2 gebildete Fluidpfad in Figur 3 geschlossen ist.

25 Das in den Figuren 1 bis 3 gezeigte Schaltventil 1 umfasst somit einen Schaltmagneten, bei dem die durch einen Kraft erzeugenden Luftspalt getrennten Bauteile, der Anker 9 und der Polkern 6, mittels einer Druckfeder auseinander gedrückt werden. Wird die Wicklung 5 mit elektrischem Strom aktiviert, wird in der Wicklung

30 5 ein Magnetfeld aufgebaut. Dieses wird in die umgebenden Metallbauteile induziert, so dass zwischen dem Anker 9 und dem Polkern 6 eine Magnetkraft aufgebaut wird. Ab einer gewissen Stromstärke wird die Federkraft durch die Magnetkraft überwunden und die mit dem Anker 9 gekoppelte Hydraulik 25 ausgehend von dem

35 in den Figuren 1 und 2 gezeigten Betriebszustand gesteuert. Wird der elektrische Stromfluss ausgehend von dem in Figur 3 gezeigten Betriebszustand beendet, sinkt die Magnetkraft, und die

Federkraft steuert die Hydraulik 25 in ihre in den Figuren 1 und 2 gezeigte Ausgangsstellung.

Mit Bezug auf Figur 4 wird ein bekanntes Verfahren zum Öffnen und
5 Schließen des in den Figuren 1 bis 3 gezeigten Schaltventils
anhand von zeitlichen Verläufen verschiedener Kenngrößen
beschrieben. Mit Bezug auf Figur 5 wird anschließend ein
Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Verfahrens
10 beschrieben. Darin bedeuten U die an der Wicklung 5 anliegende
elektrische Spannung, I der durch die Wicklung 5 fließende
elektrische Strom, M die mittels Wicklung 5, Polkern 6 und Anker
9 elektromagnetisch erzeugte Kraft, x die Positionsabweichung
des Ventilstellelements von seiner ersten Endposition und v die
15 Geschwindigkeit des Ventilstellelements 12. Mit t ist jeweils die
Zeit bezeichnet. Die jeweiligen Verläufe sind schematisch
vereinfacht dargestellt.

Bei dem mit Bezug auf Figur 4 beschriebenen bekannten Verfahren
wird ausgehend von dem in den Figuren 1 und 2 gezeigten
20 Betriebszustand, bei welchem sich das Ventilstellelement 12 in
seiner ersten Endposition befindet, während des gesamten
Einschaltzeitintervalles 26' ein ununterbrochener
Spannungsimpuls an die Wicklung 5 angelegt, d. h. der
Elektromagnet mit einer dauerhaften elektrischen Spannung
25 beaufschlagt. Der Strom steigt, und das Magnetfeld baut sich auf,
so dass auch die Magnetkraft ansteigt. In dem Diagramm der
Magnetkraft M ist mit der gestrichelten Linie die Größe der Kraft
der Feder 16 eingetragen. Gegebenenfalls zusätzlich wirkende
Kräfte, wie bspw. Reibungs- und Trägheitskräfte sowie ggf. eine
30 elastische (Rück-) Verformungskraft eines Dichtplättchens oder
dergleichen werden in den Diagrammen vereinfachend nicht
berücksichtigt. Erreicht die Stromstärke die
Einschaltstromstärke, besteht ein Gleichgewichtszustand
zwischen Magnetkraft und Federkraft, und der Anker 9 und die mit
35 ihm gekoppelten Bauteile, d. h. auch das Ventilstellelement 12,
werden beschleunigt. Dies ist an den Diagrammen für die
Positionsabweichung x und die Geschwindigkeit v erkennbar. Die
Geschwindigkeit steigt in Abhängigkeit von der Beschleunigung

bis zu einem Punkt, in dem der Anker 9 seine Endgeschwindigkeit erreicht hat und auf den Polkern 6 aufprallt. Innerhalb des Haltezeitintervalles 27' wird diese Position des Ankers 9 und somit die Position des Ventilstellelementes 12 gehalten.

5 Dadurch, dass die Magnetkraft abhängig von der Ankerposition ist und bei einem kleineren bzw. nicht mehr vorhandenen Abstand zwischen dem Polkern 6 und dem Anker 9 in der Endposition eine höhere Magnetkraft erzeugt wird, ist eine geringere Stromstärke zum Halten des Ankers 9 an dem Polkern 6 erforderlich. Die
10 Einschaltstromstärke ist somit aufgrund des vor dem Einschalten größeren Luftspalts zwischen dem Polkern 6 und dem Anker 9 höher als die zum Halten benötigte Stromstärke in der geschalteten Position mit geringem bzw. fehlendem Luftspalt. Bei dem bekannten Verfahren wird daher in dem Haltezeitintervall 27' mittels
15 Pulsweitemodulation des Spannungssignals der effektive Strom von einem Wert über der Einschaltstromstärke abgesenkt bis zu einer Stromstärke, die noch über der Ausschaltstromstärke liegt. In dem sog. Ausschaltzeitintervall 28' wird das Spannungssignal abgeschaltet. Der Anker 9 befindet sich zunächst noch in der
20 geschalteten Position mit geringem bzw. fehlendem Luftspalt zum Polkern 6. Die Stromstärke und damit der Betrag der Magnetkraft bauen sich ab. Ab dem Gleichgewichtspunkt Federkraft zu Magnetkraft, also im Bereich des Ausschaltstroms, beginnt sich der Anker 9 und somit das mit ihm gekoppelten Ventilstellelement
25 12 aus der in Figur 3 gezeigten Stellung in Richtung zu der in den Figuren 1 und 2 gezeigten Stellung zurückzubewegen. Der Elektromagnet schaltet, und die Ausgangsstellung wird erreicht. Am Ende des Einschaltzeitintervalls 26' entsteht durch den Aufprall des Ankers 9 auf den Polkern 6 ein Geräusch; am Ende des
30 Ausschaltzeitintervalls 28' entsteht ein Geräusch, wenn die ringförmige Stirnfläche 24 des Schafts 11 auf die Gehäuseplatte (hydraulische Referenz) aufprallt. Die Geräuschintensität ist von der jeweiligen Geschwindigkeit beim Aufprall bzw. von der jeweiligen Aufprallenergie abhängig. Die Schaltzeit ist von der
35 Induktivität der Wicklung 5 abhängig. Im Einschaltzeitintervall 26' ergibt sich die Dauer der Bewegung durch dauerhafte Spannungsbeaufschlagung der Wicklung 5. Damit ist die Einschaltzeit vorgegeben.

Mit Bezug auf Figur 5 wird ein bevorzugtes Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Verfahrens zum Öffnen und Schließen eines Schaltventils, bei welchem es sich zum Beispiel um das in den Figuren 1 bis 3 gezeigte Schaltventil 1 handeln kann, vorgestellt. Die Diagramme sind an ihren Achsen wie in Figur 4 bezeichnet. In dem Diagramm für die Stromstärke I sind die Einschaltstromstärke E und die Ausschaltstromstärke A als gestrichelte Linien eingezeichnet. In dem Diagramm für die Magnetkraft M bezeichnet F die Kraft der Feder. Das Einschaltzeitintervall ist insgesamt mit 26, das Haltezeitintervall mit 27 und das Ausschaltintervall insgesamt mit 28 bezeichnet.

Am Beginn des Einschaltzeitintervalls 26 befindet sich das Schaltventil 1 in dem in den Figuren 1 und 2 gezeigten Betriebszustand, d. h. das Ventilstellelement befindet sich in seiner sog. ersten Endposition. Innerhalb des Einschaltzeitintervalles 26 wird an die Wicklung 5 zuerst ein erstes pulsweitenmoduliertes Spannungssignal 31 und daran anschließend ein zweites pulsweitenmoduliertes Spannungssignal 32 angelegt. Jedes der beiden Spannungssignale 31, 32 weist jeweils mehrere Spannungsimpulse auf. Mittels des ersten Spannungssignals 31 wird ein durch die Wicklung 5 fließender elektrischer Strom erzeugt und im zeitlichen Verlauf so eingestellt, dass seine Stromstärke bei Beendigung des ersten pulsweitenmodulierten Spannungssignals 31 kleiner ist als die Einschaltstromstärke E . Folglich ist die mittels Wicklung 5, Polkern 6 und Anker 9 erzeugte Magnetkraft M am Ende des ersten Spannungssignals 31, also am Ende des Zeitintervalls 26.1, geringer als die Kraft F der vorgespannten Feder. Entsprechend verbleibt der Anker 9 und somit auch das Ventilstellelement 12 in der in Figur 1 dargestellten ersten Endposition.

Nach Beendigung des ersten pulsweitenmodulierten Spannungssignals 31 wird an die Wicklung 5 ein zweites pulsweitenmoduliertes Spannungssignal 32, welches ebenfalls mehrere Spannungsimpulse beinhaltet, angelegt. In Figur 5 ist

schematisch dargestellt, dass die Pulsweitenmodulations-Rate (sog. PWM-Rate, die auch als Tastgrad bezeichnet wird) in dem zweiten Spannungssignal 32 größer als in dem ersten Spannungssignal 31 ist. Das zweite pulsweitenmodulierte Spannungssignal 32 hat zur Folge, dass die Stromstärke des die Wicklung 5 durchfließenden elektrischen Stromes über die Einschaltstromstärke E angehoben wird. Der Zeitraum, innerhalb dessen das zweite pulsweitenmodulierte Spannungssignal 32 an die Wicklung 5 angelegt ist, ist in Figur 5 mit 26.2 bezeichnet. Mit dem vorzeitig erzeugten pulsweitenmodulierten Spannungssignal 31 wird die Stromstärke so eingestellt, dass sie kurz unterhalb der erforderlichen Einschaltstromstärke liegt. Dadurch liegt die Magnetkraft M kurz unter dem Gleichgewichtspunkt der Magnetkraft zu der Federkraft. Der die Wicklung 5, den Polkern 6 und den Anker 9 umfassende Elektromagnet wird dadurch "vorgespannt". Wirbelstromverluste werden minimiert, und ausgehend von dem Ende des Zeitintervalls 26.1 reicht eine nur kleine Erhöhung der Stromstärke in dem Zeitintervall 26.2, um den Startzeitpunkt für die Bewegung des Ankers 5 bzw. des Ventilstellelementes einzuleiten. In dem Beispiel wird in dem Zeitintervall 26.2 zum Start der Bewegung des Ankers 9 bzw. den Ventilstellelementes 12 die Stromstärke durch eine Erhöhung der PWM-Rate so eingestellt, dass sie kurz über der Einschaltstromstärke liegt. Der Anker 9 und die damit verbundenen Komponenten werden nur so viel beschleunigt, wie erforderlich. In der Bewegungsphase nimmt der Luftspalt zwischen dem Polkern 6 und dem Anker 9 ab, bzw. verschwindet praktisch vollständig. Zufolge der in dem Zeitintervall 26.1 erzielten "Vorspannung" des Magneten kann das für den eigentlichen Schaltvorgang benötigte Zeitintervall 26.2 kleiner als das im Stand der Technik (siehe Figur 4) auftretende Einschaltzeitintervall 26' sein. Hinzu kommt als Vorteil, dass die bei dem erfindungsgemäßen Verfahren am Ende des Zeitintervalls 26.2 auftretende maximale Bewegungsgeschwindigkeit des Ankers 9 und der mit ihm verbundenen Komponenten niedriger (siehe den Verlauf mit durchgezogener Linie) als bei dem bekannten Verfahren (siehe den gestrichelten Verlauf) ist. Am Ende des Einschaltzeitintervalls 26 befindet

sich das Ventilstellelement 12 gemäß Figur 3 in seiner zweiten Endposition.

Innerhalb des Haltezeitintervalls 27 wird an die Wicklung 5 ein
5 drittes pulsweitenmoduliertes Spannungssignal 33 angelegt, das
mehrere Spannungsimpulse umfasst. Figur 5 zeigt schematisch,
dass die PWM-Rate innerhalb des Spannungssignals 33 im zeitlichen
Verlauf variieren kann. Mittels des Spannungssignals 33 kann der
durch die Wicklung fließende Strom in dem Haltezeitintervall 27
10 so reduziert werden, dass er einen konstanten oder nahezu
konstanten Wert zwischen der Einschaltstromstärke E und der
Ausschaltstromstärke A, vorzugsweise nur geringfügig oberhalb
der Ausschaltstromstärke A, annimmt. Entsprechend kann auch die
Magnetkraft M konstant oder nahezu konstant bleiben und
15 vorzugsweise nur geringfügig über dem Gleichgewichtszustand zu
der Kraft F der Feder liegen. Am Ende des Haltezeitintervalls 27
liegt die Stromstärke in der Wicklung 5 nur geringfügig oberhalb
der Ausschaltstromstärke A, so dass der Anker 9 und das
Ventilstellelement 12 in der Schaltposition gehalten werden. Ein
20 kurzzeitiges Absenken der Stromstärke, so dass der Anker 9 und
das Ventilstellelement 12 aufgrund der Trägheit in der zweiten
Endposition bleiben, ist zulässig. Am Ende des
Haltezeitintervalls 27 befindet sich das Ventilstellelement 12,
wie Figur 3 zeigt, ebenfalls noch in der zweiten Endposition.

25 Davon ausgehend wird in dem sich anschließenden
Ausschaltzeitintervall 28 an die Wicklung 5 ein viertes
pulsweitenmoduliertes Spannungssignal 34, das mehrere
Spannungsimpulse aufweist, angelegt. Figur 5 zeigt schematisch,
30 dass die PWM-Rate innerhalb des Spannungssignals 34 zeitlich
variieren kann. Mittels des vierten Spannungssignals 34 wird der
elektrische Stromfluss durch die Wicklung 5 so beeinflusst, dass
dessen Stromstärke die Ausschaltstromstärke A während eines
Zeitraumes 28.2 unterschreitet und danach innerhalb eines
35 Zeitraumes 28.3, also noch während der Bewegung des
Ventilstellelements 12 von seiner zweiten Endposition in seine
erste Endposition, wieder übersteigt. Wie Figur 5 in den beiden
unteren Diagrammen veranschaulicht, erfolgt diese Bewegung des

Ventilstellelements 12 während der Zeitintervalle 28.2 und 28.3. Wie das Diagramm der magnetischen Kraft M veranschaulicht, wird die Kraft M in den Zeiträumen 28.3 und insbesondere auch bereits 28.2 nahezu konstant etwas unterhalb des Niveaus der Kraft F der Feder gehalten. Dadurch kann die Beschleunigung des Ankers 9 und des damit verbundenen Ventilstellelementes 12 während der Bewegung zurück in die erste Endposition begrenzt bzw. im Vergleich zu dem bekannten Verfahren verringert werden, so dass am Ende des Ausschaltzeitintervalls 28 eine im Vergleich zum Stand der Technik geringere Geschwindigkeit resultiert. Zum Vergleich ist in dem unteren Diagramm für die Geschwindigkeit v mit durchgezogener Linie der Verlauf für das erfindungsgemäße Verfahren und mit gestrichelter Linie der Verlauf für das bekannte Verfahren eingetragen. Zufolge der geringeren Endgeschwindigkeit können die Aufprallgeräusche bei dem erfindungsgemäßen Verfahren minimiert werden. Wie beschrieben, wird zur Einleitung der Ausschaltbewegung der Magnetstrom ein wenig unter die Ausschaltstromstärke A gesteuert, so dass die Bewegungsphase eingeleitet wird. Die Stromstärke wird anschließend wieder vergrößert. Da der Luftspalt zwischen dem Anker 9 und dem Polkern 6 während der Ausschaltbewegungsphase vergrößert wird, steigt der Strombedarf bei einer konstanten Magnetkraft. Da aber bei dieser Ansteuerung die Magnetkraft ein wenig unterhalb des Gleichgewichtspunktes Magnetkraft u Federkraft liegt, und die Magnetkraft konstant gehalten werden kann, wird entgegen der Federbeschleunigung eine optimale Gegenkraft erzeugt, um die Geschwindigkeit und damit die Geräusche zu minimieren.

Es versteht sich, dass die Ansteuerung der Wicklung 5 für die Einschaltphase (Einschaltintervall 26) und für die Ausschaltphase (Ausschaltzeitintervall 28) unabhängig voneinander durchgeführt werden kann.

Im Hinblick auf den beschriebenen zweiten Aspekt der vorliegenden Erfindung ist in Figur 5 das während des Ausschaltzeitintervalles 28 an der Wicklung 5 anliegende pulsweitenmodulierte

Spannungssignal 34 auch alternativ mit dem Bezugszeichen 30 bezeichnet.

Alle offenbarten Merkmale sind (für sich, aber auch in Kombination untereinander) erfindungswesentlich. Die Unteran-
5 sprüche charakterisieren mit ihren Merkmalen eigenständige erfinderische Weiterbildungen des Standes der Technik, insbesondere um auf Basis dieser Ansprüche Teilanmeldungen vorzunehmen.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Öffnen und Schließen eines Schaltventils (1), insbesondere eines hydraulischen Schaltventils (1) für Benzin
5 oder Dieselkraftstoff, umfassend die Verfahrensschritte:

- Bereitstellen eines Schaltventils (1), aufweisend ein Gehäuse (4), eine in dem Gehäuse (4) angeordnete Wicklung (5) und eine vorgespannte Feder (16), einen in dem Gehäuse (4) angebrachten Polkern (6), einen Anker (9) und ein mit dem Anker (9) verbundenes
10 oder daran ausgebildetes Ventilstellelement (12), wobei das Ventilstellelement (12) in dem Gehäuse (4) zwischen einer ersten Endposition und einer zweiten Endposition verschieblich ist und in seiner einen Endposition ein Öffnen und in seiner anderen Position ein Schließen des Schaltventils (1) für Fluid bewirkt,
15 wobei die auf das Ventilstellelement (12) übertragene Federkraft der vorgespannten Feder (16) in Richtung zu dessen erster Endposition wirkt und wobei in von elektrischem Strom durchflossenem Zustand der Wicklung (5) auf das Ventilstellelement (12) eine in Richtung zu seiner zweiten Endposition wirkende,
20 mittels Wicklung (5), Polkern (6) und Anker (9) elektromagnetisch erzeugte Kraft übertragen wird, und

- Anschließen einer zur Erzeugung von pulsweitenmodulierten (elektrischen) Spannungssignalen geeigneten Spannungsversorgungseinrichtung an die Wicklung (5), dadurch gekennzeichnet,
25 dass ausgehend von einem Betriebszustand, in dem sich das Ventilstellelement (12) in seiner ersten Endposition befindet, mittels Beaufschlagung der Wicklung (31) mit einem ersten pulsweitenmodulierten Spannungssignal (31), das mehrere Spannungsimpulse aufweist, durch die Wicklung (5) fließender elektrischer Strom so eingestellt wird, dass dessen Stromstärke
30 bei Beendigung des ersten pulsweitenmodulierten Spannungssignals kleiner ist als eine Einschaltstromstärke (E), bei der die elektromagnetisch erzeugte, auf das Ventilstellelement (12) übertragene Kraft (M) eine Verlagerung des Ventilstellelements
35 (12) in Richtung zu dessen zweiter Endposition bewirkt.

2. Verfahren gemäß dem vorangehenden Anspruch, dadurch gekennzeichnet, dass die Stromstärke am zeitlichen Ende des ersten

pulsweitenmodulierten Spannungssignals (31) zumindest 50 Prozent, insbesondere zumindest 70 Prozent, insbesondere zumindest 90 Prozent der Einschaltstromstärke (E) beträgt.

- 5 3. Verfahren gemäß einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Stromstärke des durch die Wicklung (5) fließenden elektrischen Stroms während der Dauer des ersten pulsweitenmodulierten Spannungssignals (31) einen zeitlich konstanten Wert erreicht oder sich diesem annähert.
- 10 4. Verfahren gemäß einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass nach, insbesondere direkt nach, Beendigung des ersten pulsweitenmodulierten Spannungssignals (31) die Stromstärke des durch die Wicklung (5) fließenden elektrischen
- 15 Stromes mittels Beaufschlagung der Wicklung (5) mit einem zweiten pulsweitenmodulierten Spannungssignal (32), das mehrere Spannungsimpulse aufweist, zumindest kurzzeitig oder dauerhaft über die Einschaltstromstärke angehoben wird.
- 20 5. Verfahren gemäß einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass nach, insbesondere direkt nach, Beendigung des zweiten pulsweitenmodulierten Spannungssignals (32) die Stromstärke des durch die Wicklung (5) fließenden elektrischen Stromes mittels Beaufschlagung der Wicklung (5) mit einem dritten
- 25 pulsweitenmodulierten Spannungssignal (33), das mehrere Spannungsimpulse aufweist, oberhalb einer Ausschaltstromstärke (A), bei der eine Bewegung des Ventilstellelements (12) in Richtung zu seiner ersten Endposition beginnt, gehalten wird, wobei insbesondere vorgesehen ist, dass die Stromstärke mittels
- 30 des dritten pulsweitenmodulierten Spannungssignals (33) während seines Zeitintervalls verringert wird.
6. Verfahren gemäß einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass ausgehend von einem Betriebszustand, in dem
- 35 die Wicklung (5) von Strom durchflossen ist und sich das Ventilstellelement (12) in seiner zweiten Endposition befindet, mittels Beaufschlagung der Wicklung (5) mit einem vierten pulsweitenmodulierten Spannungssignal (34), das mehrere

Spannungsimpulse aufweist, der elektrische Stromfluss durch die Wicklung (5) so beeinflusst wird, dass dessen Stromstärke die Ausschaltstromstärke (A) zuerst unterschreitet und danach noch während der Bewegung des Ventilstellelements (12) von seiner zweiten Endposition in seine erste Endposition übersteigt.

7. Verfahren zum Öffnen und Schließen eines Schaltventils (1), insbesondere eines hydraulischen Schaltventils (1) für Benzin oder Dieselkraftstoff, umfassend die Verfahrensschritte:

- Bereitstellen eines Schaltventils (1), aufweisend ein Gehäuse (4), eine in dem Gehäuse (4) angeordnete Wicklung (5) und eine vorgespannte Feder (16), einen in dem Gehäuse (4) angebrachten Polkern (6), einen Anker (9) und ein mit dem Anker (9) verbundenes oder daran ausgebildetes Ventilstellelement (12), wobei das Ventilstellelement (12) in dem Gehäuse (4) zwischen einer ersten Endposition und einer zweiten Endposition verschieblich ist und in seiner einen Endposition ein Öffnen und in seiner anderen Position ein Schließen des Schaltventils (1) für Fluid bewirkt, wobei die auf das Ventilstellelement (12) übertragene Federkraft der vorgespannten Feder (16) in Richtung zu dessen erster Endposition wirkt und wobei in von elektrischem Strom durchflossenem Zustand der Wicklung (5) auf das Ventilstellelement (12) eine in Richtung zu seiner zweiten Endposition wirkende, mittels Wicklung (5), Polkern (6) und Anker (9) elektromagnetisch erzeugte Kraft übertragen wird, und

- Anschließen einer zur Erzeugung von pulsweitenmodulierten (elektrischen) Spannungssignalen geeigneten Spannungsversorgungseinrichtung an die Wicklung (5), dadurch gekennzeichnet, dass ausgehend von einem Betriebszustand, in dem die Wicklung (5) von Strom durchflossen ist und sich das Ventilstellelement (12) in seiner zweiten Endposition befindet, mittels Beaufschlagung der Wicklung (5) mit einem pulsweitenmodulierten Spannungssignal (30), das mehrere Spannungsimpulse aufweist, der elektrische Stromfluss durch die Wicklung (5) so beeinflusst wird, dass dessen Stromstärke die Ausschaltstromstärke (A) zunächst unterschreitet und danach noch während der Bewegung des Ventilstellelements (12) von seiner zweiten Endposition in seine erste Endposition übersteigt.

8. Verfahren gemäß einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Betrag der auf das Ventilstellelement (12) übertragenen elektromagnetischen Kraft während der Bewegung des Ventilstellelements (12) von seiner zweiten Endposition in seine erste Endposition innerhalb des Zeitintervalls (28.3), in dem die Stromstärke größer als die Ausschaltstromstärke (A) ist, mittels des während dieser Bewegung an die Wicklung (5) angelegten pulsweitenmodulierten Spannungssignals (30, 34) so beeinflusst wird, dass er bis zum Ende dieses Zeitintervalls (28.3) mehr als 50 Prozent, insbesondere mehr als 70 Prozent, insbesondere mehr als 90 Prozent des Betrags der auf das Ventilstellelement (12) übertragenen Kraft der Feder (16) beträgt.

9. Verfahren gemäß einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Betrag der auf das Ventilstellelement (12) übertragenen elektromagnetisch erzeugten Kraft während der Bewegung des Ventilstellelements (12) von seiner zweiten Endposition in seine erste Endposition innerhalb des Zeitintervalls, in dem die Stromstärke größer als die Ausschaltstromstärke (A) ist, mittels des pulsweitenmodulierten Spannungssignals (30, 34) an einen Wert angenähert und dann auf diesem Wert gehalten wird, der mehr als 50 Prozent, insbesondere mehr als 70 Prozent, insbesondere mehr als 90 Prozent des Betrags der auf das Ventilstellelement (12) übertragenen Kraft der Feder (16) beträgt.

10. Verfahren gemäß einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das erste pulsweitenmodulierte Spannungssignal (31) und/oder das zweite pulsweitenmodulierte Spannungssignal (32) und/oder das dritte pulsweitenmodulierte Spannungssignal (33) und/oder das vierte pulsweitenmodulierte Spannungssignal (34) oder das pulsweitenmodulierte Spannungssignal (30) gemäß einem der Ansprüche 7 bis 9 vorbestimmt sind.

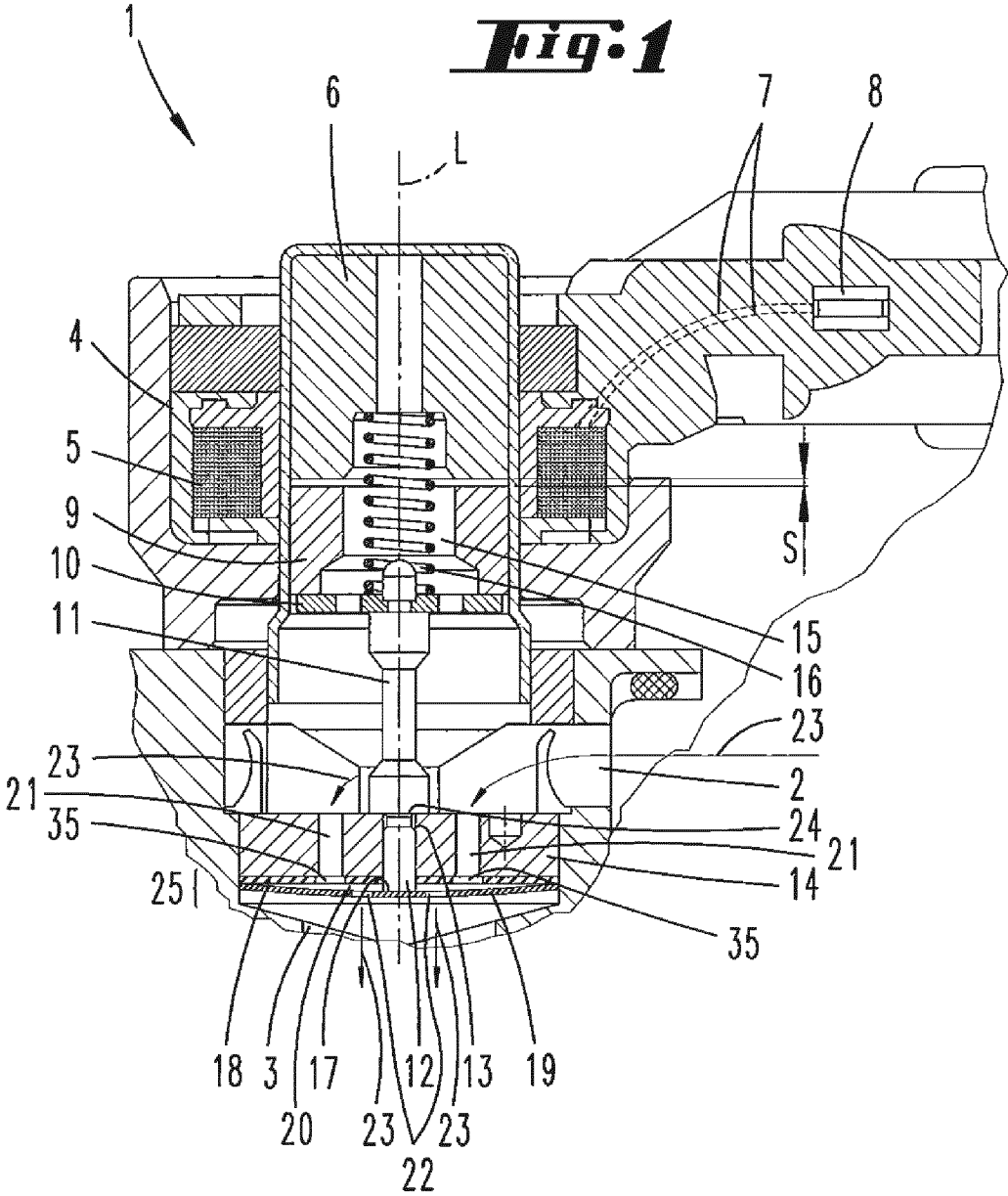
11. Verfahren gemäß einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch

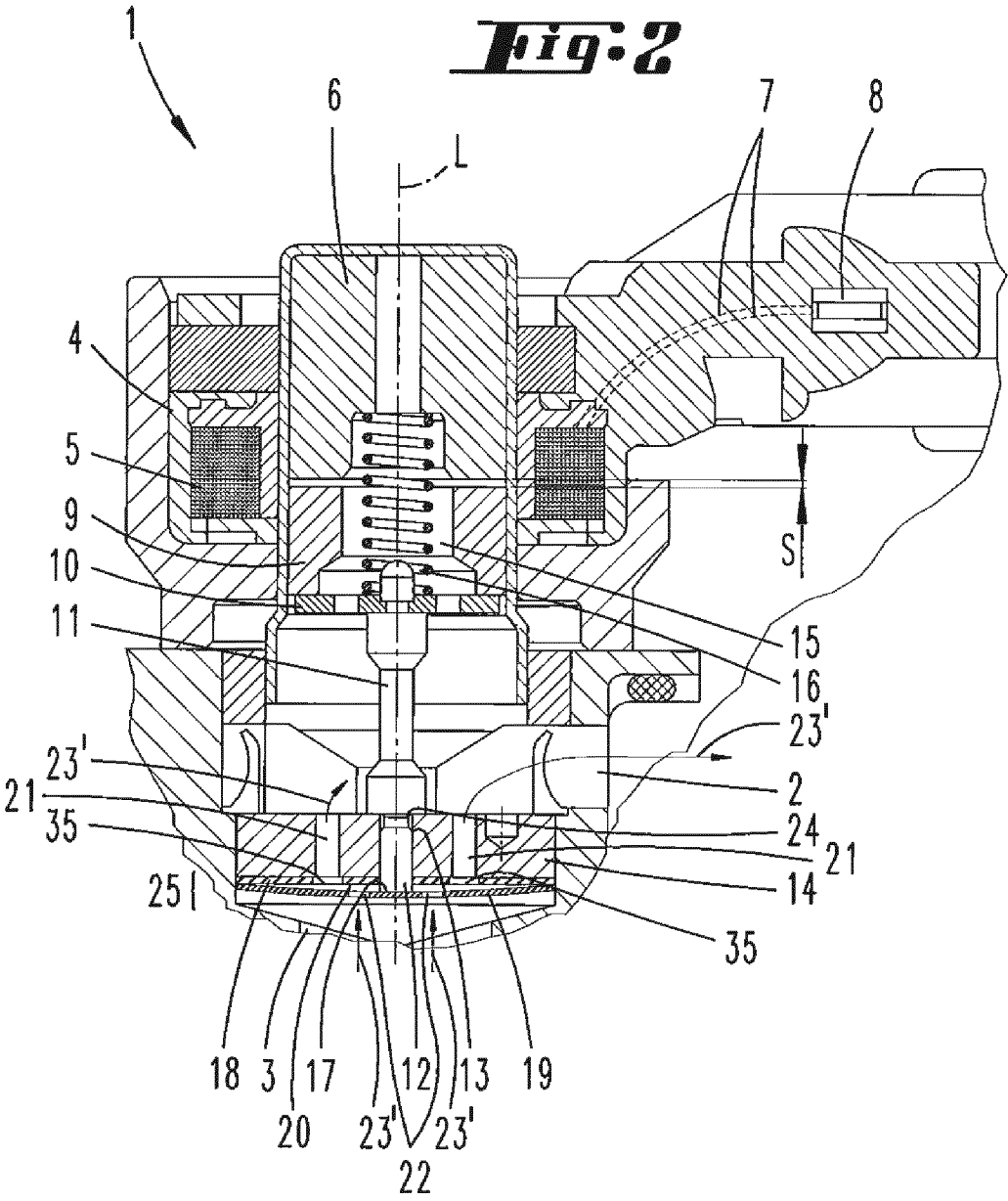
gekennzeichnet, dass die PWM-Rate (Pulsweitenmodulations-Rate) innerhalb des ersten pulsweitenmodulierten Spannungssignals (31) und/oder des zweiten pulsweitenmodulierten Spannungssignals (32) und/oder des dritten pulsweitenmodulierten Spannungssignals (33) und/oder des vierten pulsweitenmodulierten Spannungssignals (34) oder des pulsweitenmodulierten Spannungssignals (30) gemäß einem der Ansprüche 7 bis 10 konstant ist.

12. Verfahren gemäß einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Spannungsversorgungseinrichtung eine Regelungseinrichtung aufweist, dass die Stromstärke des durch die Wicklung (5) fließenden elektrischen Stroms gemessen, der Regelungseinrichtung als Signal zugeleitet und darin mit einer vorbestimmten, insbesondere zeitlich variablen, Stromstärke verglichen wird und dass zumindest ein pulsweitenmoduliertes Spannungssignal (30, 31, 32, 33, 34) mittels dieses Vergleichs erzeugt wird.

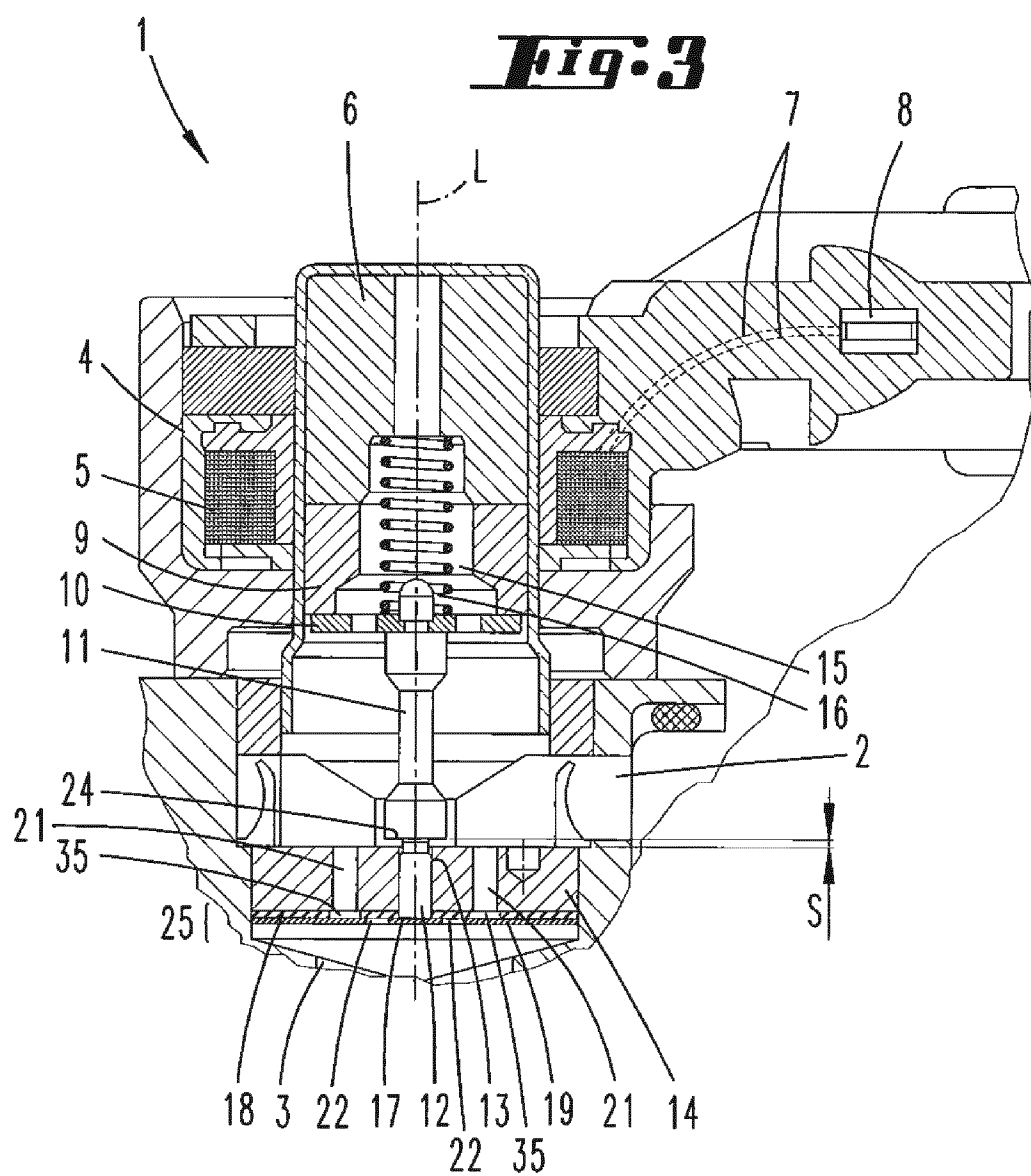
13. Verfahren gemäß einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die PWM-Rate (Pulsweitenmodulations-Rate) innerhalb des ersten pulsweitenmodulierten Spannungssignals (31) und/oder des zweiten pulsweitenmodulierten Spannungssignals (32) und/oder des dritten pulsweitenmodulierten Spannungssignals (33) und/oder des vierten pulsweitenmodulierten Spannungssignals (34) oder des pulsweitenmodulierten Spannungssignals (30) gemäß einem der Ansprüche 7 bis 12 veränderlich ist.

14. Verfahren gemäß einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Ventilstellelement (12) in seiner ersten Endposition ein Öffnen des Schaltventils (1) für Fluid und in seiner zweiten Endposition ein Schließen des Schaltventils (1) für Fluid bewirkt.



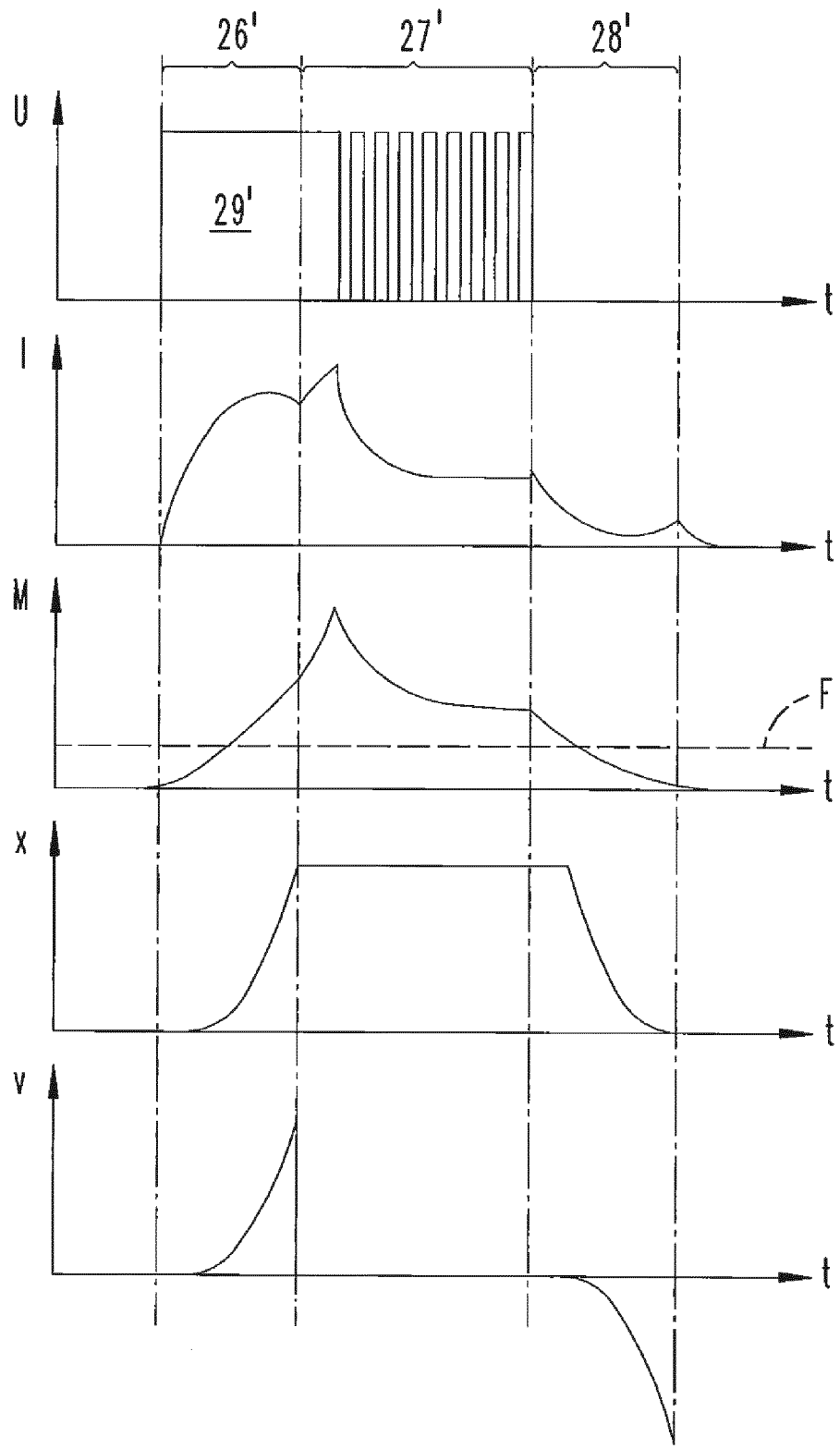


3/5



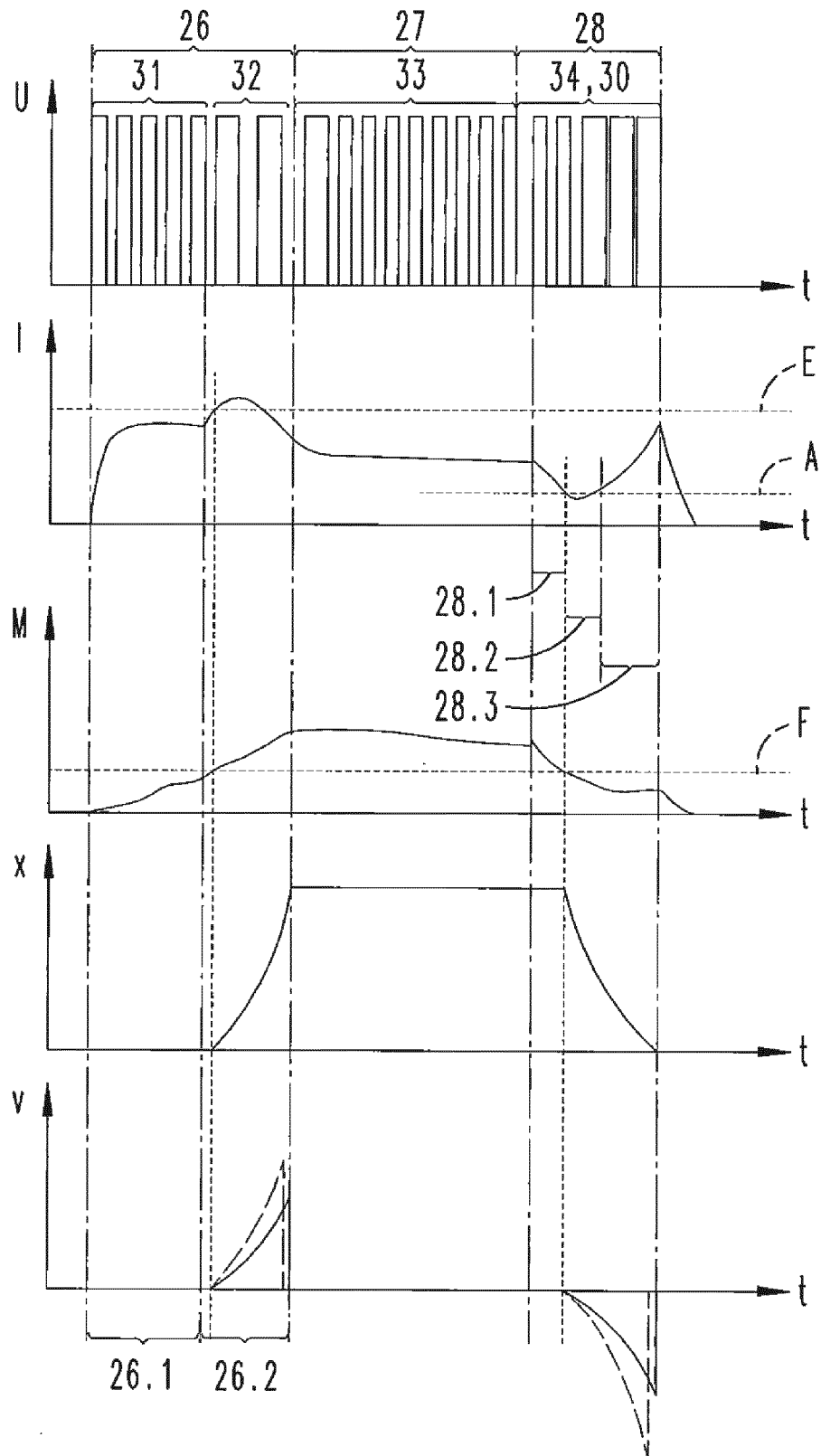
4/5

Fig. 4



5/5

Fig. 5



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2017/056840

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. H01F7/18 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)
H01F F02D

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)

EP0-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y X	EP 1 909 009 A2 (DENSO CORP [JP]) 9 April 2008 (2008-04-09) abstract page 2, paragraph 5 page 4, paragraph 18 - page 7, paragraph 37 figures 1-5 ----- DE 10 2014 202428 A1 (SCHAEFFLER TECHNOLOGIES AG [DE]) 13 August 2015 (2015-08-13) page 2, paragraph 2 - page 5, paragraph 28; figures 1,2a-f ----- -/--	1,2,4,5, 10-13 5,6 1,2,4-14



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 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

16 June 2017

Date of mailing of the international search report

04/07/2017

Name and mailing address of the ISA/

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

Authorized officer

Kardinal, Ingrid

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2017/056840

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	DE 10 2007 045513 A1 (CONTINENTAL AUTOMOTIVE GMBH [DE]) 23 April 2009 (2009-04-23) abstract; figures 1-3 page 3, paragraph 21 - page 4, paragraph 26 -----	1-5, 10-13
X	JP H11 107882 A (UNISIA JECS CORP) 20 April 1999 (1999-04-20) abstract; figures 1,2 -----	1-5, 10-13
X	DE 198 33 830 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 3 February 2000 (2000-02-03) column 2, line 17 - column 5, line 57; figures 1,2 -----	1-5, 10-13
X	EP 1 489 731 A1 (FIAT RICERCHE [IT]) 22 December 2004 (2004-12-22) column 3, paragraph 30 - column 4, paragraph 35 figures 1,2 -----	1-5, 10-13
X	EP 2 453 122 A1 (HITACHI LTD [JP]) 16 May 2012 (2012-05-16)	7-14
Y	abstract column 1, paragraph 1 - column 4, paragraph 13 column 14, paragraph 46 - column 20, paragraph 65 column 22, paragraph 74 - column 25, paragraph 81 figures 1-9,14-17 -----	5,6

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/EP2017/056840

Box No. II Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of item 2 of first sheet)

This international search report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:

1. ☐ Claims Nos.:
because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:

2. ☐ Claims Nos.:
because they relate to parts of the international application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful international search can be carried out, specifically:

3. ☐ Claims Nos.:
because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).

Box No. III Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 3 of first sheet)

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:

see supplemental sheet

1. ☐ As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims.
2. ☒ As all searchable claims could be searched without effort justifying additional fees, this Authority did not invite payment of additional fees.
3. ☐ As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:

4. ☐ No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.:

Remark on Protest

- ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest and, where applicable, the payment of a protest fee.
- ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest but the applicable protest fee was not paid within the time limit specified in the invitation.
- ☐ No protest accompanied the payment of additional search fees.

The International Searching Authority has found that the international application contains multiple (groups of) inventions, as follows:

1. Claims 1-14

Method for the pulse-width-modulated control of a switching valve.

1.1. Claims 1-5, 10-14

Method for the pulse-width-modulated control of a switching valve, wherein a pre-energization or pre-magnetization is generated by an effective current which is smaller than a switching current;

1.2. Claims 1, 6-14

Method for the pulse-width-modulated control of a switching valve, wherein a post-energization is generated by an effective current which is greater than a holding or switch-off current, in which the magnetic armature is pulled by a spring to the de-energized operating position.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2017/056840

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
EP 1909009 A2	09-04-2008	CN 101158408 A	09-04-2008
		EP 1909009 A2	09-04-2008
		JP 2008095521 A	24-04-2008
		US 2008087254 A1	17-04-2008

DE 102014202428 A1	13-08-2015	NONE	

DE 102007045513 A1	23-04-2009	DE 102007045513 A1	23-04-2009
		KR 20090031654 A	27-03-2009
		US 2009078799 A1	26-03-2009

JP H11107882 A	20-04-1999	NONE	

DE 19833830 A1	03-02-2000	DE 19833830 A1	03-02-2000
		EP 0985814 A2	15-03-2000
		JP 2000054932 A	22-02-2000
		US 6250286 B1	26-06-2001

EP 1489731 A1	22-12-2004	EP 1489731 A1	22-12-2004
		JP 2005012809 A	13-01-2005
		US 2005017583 A1	27-01-2005

EP 2453122 A1	16-05-2012	CN 102465765 A	23-05-2012
		EP 2453122 A1	16-05-2012
		JP 5687158 B2	18-03-2015
		JP 2012102723 A	31-05-2012
		US 2012118271 A1	17-05-2012

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2017/056840

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
INV. H01F7/18 F02D41/20
ADD.

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

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherhierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
H01F F02D

Recherhierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherhierten Gebiete fallen

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

EP0-Internal, WPI Data

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	EP 1 909 009 A2 (DENSO CORP [JP]) 9. April 2008 (2008-04-09)	1,2,4,5, 10-13
Y	Zusammenfassung Seite 2, Absatz 5 Seite 4, Absatz 18 - Seite 7, Absatz 37 Abbildungen 1-5	5,6
X	DE 10 2014 202428 A1 (SCHAEFFLER TECHNOLOGIES AG [DE]) 13. August 2015 (2015-08-13) Seite 2, Absatz 2 - Seite 5, Absatz 28; Abbildungen 1,2a-f	1,2,4-14
X	DE 10 2007 045513 A1 (CONTINENTAL AUTOMOTIVE GMBH [DE]) 23. April 2009 (2009-04-23) Zusammenfassung; Abbildungen 1-3 Seite 3, Absatz 21 - Seite 4, Absatz 26	1-5, 10-13
	-/--	



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" 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

16. Juni 2017

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

04/07/2017

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

Bevollmächtigter Bediensteter

Kardinal, Ingrid

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2017/056840

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	JP H11 107882 A (UNISIA JECS CORP) 20. April 1999 (1999-04-20) Zusammenfassung; Abbildungen 1,2 -----	1-5, 10-13
X	DE 198 33 830 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 3. Februar 2000 (2000-02-03) Spalte 2, Zeile 17 - Spalte 5, Zeile 57; Abbildungen 1,2 -----	1-5, 10-13
X	EP 1 489 731 A1 (FIAT RICERCHE [IT]) 22. Dezember 2004 (2004-12-22) Spalte 3, Absatz 30 - Spalte 4, Absatz 35 Abbildungen 1,2 -----	1-5, 10-13
X	EP 2 453 122 A1 (HITACHI LTD [JP]) 16. Mai 2012 (2012-05-16)	7-14
Y	Zusammenfassung Spalte 1, Absatz 1 - Spalte 4, Absatz 13 Spalte 14, Absatz 46 - Spalte 20, Absatz 65 Spalte 22, Absatz 74 - Spalte 25, Absatz 81 Abbildungen 1-9,14-17 -----	5,6

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2017/056840

Feld Nr. II Bemerkungen zu den Ansprüchen, die sich als nicht recherchierbar erwiesen haben (Fortsetzung von Punkt 2 auf Blatt 1)

Gemäß Artikel 17(2)a) wurde aus folgenden Gründen für bestimmte Ansprüche kein internationaler Recherchenbericht erstellt:

1. ☐ Ansprüche Nr.
weil sie sich auf Gegenstände beziehen, zu deren Recherche diese Behörde nicht verpflichtet ist, nämlich
2. ☐ Ansprüche Nr.
weil sie sich auf Teile der internationalen Anmeldung beziehen, die den vorgeschriebenen Anforderungen so wenig entsprechen, dass eine sinnvolle internationale Recherche nicht durchgeführt werden kann, nämlich
3. ☐ Ansprüche Nr.
weil es sich dabei um abhängige Ansprüche handelt, die nicht entsprechend Satz 2 und 3 der Regel 6.4 a) abgefasst sind.

Feld Nr. III Bemerkungen bei mangelnder Einheitlichkeit der Erfindung (Fortsetzung von Punkt 3 auf Blatt 1)

Diese Internationale Recherchenbehörde hat festgestellt, dass diese internationale Anmeldung mehrere Erfindungen enthält:

siehe Zusatzblatt

1. ☐ Da der Anmelder alle erforderlichen zusätzlichen Recherchegebühren rechtzeitig entrichtet hat, erstreckt sich dieser internationale Recherchenbericht auf alle recherchierbaren Ansprüche.
2. ☒ Da für alle recherchierbaren Ansprüche die Recherche ohne einen Arbeitsaufwand durchgeführt werden konnte, der zusätzliche Recherchegebühr gerechtfertigt hätte, hat die Behörde nicht zur Zahlung solcher Gebühren aufgefordert.
3. ☐ Da der Anmelder nur einige der erforderlichen zusätzlichen Recherchegebühren rechtzeitig entrichtet hat, erstreckt sich dieser internationale Recherchenbericht nur auf die Ansprüche, für die Gebühren entrichtet worden sind, nämlich auf die Ansprüche Nr.
4. ☐ Der Anmelder hat die erforderlichen zusätzlichen Recherchegebühren nicht rechtzeitig entrichtet. Dieser internationale Recherchenbericht beschränkt sich daher auf die in den Ansprüchen zuerst erwähnte Erfindung; diese ist in folgenden Ansprüchen erfasst:

Bemerkungen hinsichtlich eines Widerspruchs

- ☐ Der Anmelder hat die zusätzlichen Recherchegebühren unter Widerspruch entrichtet und die gegebenenfalls erforderliche Widerspruchsgebühr gezahlt.
- ☐ Die zusätzlichen Recherchegebühren wurden vom Anmelder unter Widerspruch gezahlt, jedoch wurde die entsprechende Widerspruchsgebühr nicht innerhalb der in der Aufforderung angegebenen Frist entrichtet.
- ☐ Die Zahlung der zusätzlichen Recherchegebühren erfolgte ohne Widerspruch.

WEITERE ANGABEN

PCT/ISA/ 210

Die internationale Recherchenbehörde hat festgestellt, dass diese internationale Anmeldung mehrere (Gruppen von) Erfindungen enthält, nämlich:

1. Ansprüche: 1-14

Verfahren zur pulsweitenmodulierten Ansteuerung eines Schaltventils

1.1. Ansprüche: 1-5, 10-14

Verfahren zur pulsweitenmodulierten Ansteuerung eines Schaltventils, wobei eine Vorbestromung oder Vormagnetisierung durch einen Effektivstrom erzeugt wird, der kleiner ist als ein Schaltstrom;

1.2. Ansprüche: 1, 6-14

Verfahren zur pulsweitenmodulierten Ansteuerung eines Schaltventils, wobei eine Nachbestromung durch einen Effektivstrom erzeugt wird, der größer ist als ein Halte- oder Ausschaltstrom, bei dem der Magnetanker durch eine Feder in die unbestromte Betriebsstellung gezogen wird;

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2017/056840

Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 1909009 A2	09-04-2008	CN 101158408 A	09-04-2008
		EP 1909009 A2	09-04-2008
		JP 2008095521 A	24-04-2008
		US 2008087254 A1	17-04-2008

DE 102014202428 A1	13-08-2015	KEINE	

DE 102007045513 A1	23-04-2009	DE 102007045513 A1	23-04-2009
		KR 20090031654 A	27-03-2009
		US 2009078799 A1	26-03-2009

JP H11107882 A	20-04-1999	KEINE	

DE 19833830 A1	03-02-2000	DE 19833830 A1	03-02-2000
		EP 0985814 A2	15-03-2000
		JP 2000054932 A	22-02-2000
		US 6250286 B1	26-06-2001

EP 1489731 A1	22-12-2004	EP 1489731 A1	22-12-2004
		JP 2005012809 A	13-01-2005
		US 2005017583 A1	27-01-2005

EP 2453122 A1	16-05-2012	CN 102465765 A	23-05-2012
		EP 2453122 A1	16-05-2012
		JP 5687158 B2	18-03-2015
		JP 2012102723 A	31-05-2012
		US 2012118271 A1	17-05-2012
