



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) **EP 1 400 684 A2**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
24.03.2004 Patentblatt 2004/13

(51) Int Cl.7: **F02M 25/08**

(21) Anmeldenummer: **03015410.8**

(22) Anmeldetag: **09.07.2003**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR
HU IE IT LI LU MC NL PT RO SE SI SK TR**
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL LT LV MK

(30) Priorität: **20.09.2002 DE 10243956**

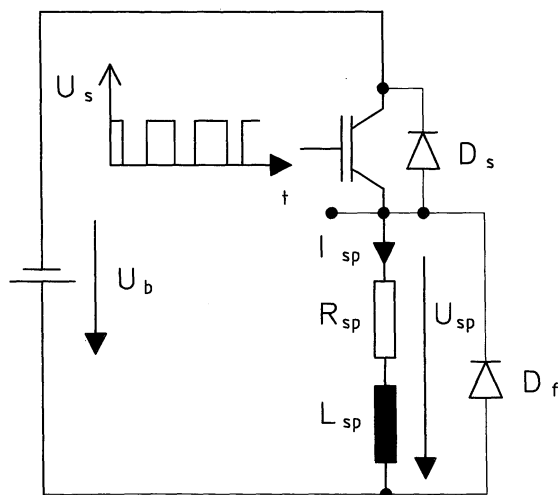
(71) Anmelder: **Carl Freudenberg KG
69469 Weinheim (DE)**

(72) Erfinder:
• **Gerlich, Torsten
64625 Bensheim (DE)**
• **Klatt, Christopher
69118 Heidelberg (DE)**
• **Heinrich, Ralf
69469 Weinheim (DE)**
• **Klesen, Christof
64397 Modautal (DE)**

(54) **Schaltungsanordnung für ein pulsweitenmoduliert ansteuerbares elektromagnetisches Regenerierventil zur Tankentlüftung eines Kraftfahrzeugs**

(57) Es wird eine Schaltungsanordnung für ein pulsweitenmoduliert ansteuerbares elektromagnetisches Regenerierventil zur Tankentlüftung eines Kraftfahrzeugs beschrieben, welche eine Spannungsquelle zur Versorgung der Magnetspule des Regenerierventils mit elektrischer Energie, eine Steuereinheit zur Erzeugung pulsweitenmodulierter Signale sowie eine Schalteinrichtung über welche die Magnetspule mit den pulsweitenmodulierten Signalen der Steuereinheit beaufschlagbar ist, umfasst. Gemäß der Erfindung sind Mittel zur Unterdrückung hoher Induktionsspannungen der Magnetspule vorgesehen. Durch diese Maßnahme lässt sich die Geräuschentwicklung beim Betrieb des Regenerierventils sowohl im getakteten als auch im Proportionalbetrieb erheblich reduzieren.

Fig.1



EP 1 400 684 A2

Beschreibung

Technisches Gebiet

[0001] Die Erfindung betrifft eine Schaltungsanordnung für ein pulsweitenmoduliert ansteuerbares elektromagnetisches Regenerierventil zur Tankentlüftung eines Kraftfahrzeugs, umfassend eine Spannungsquelle zur Versorgung der Magnetspule des Regenerierventils mit elektrischer Energie, eine Steuereinheit zur Erzeugung pulsweitenmodulierter Signale sowie eine Schalteinrichtung über welche die Magnetspule mit den pulsweitenmodulierten Signalen der Steuereinheit beaufschlagbar ist.

Stand der Technik

[0002] Es ist bekannt, die in der Tankanlage eines Kraftfahrzeugs befindlichen flüchtigen Kraftstoffdämpfe aufzufangen und zu speichern und schließlich dosiert dem Saugrohr der Verbrennungskraftmaschine des Kraftfahrzeugs zuzuführen. Als Einrichtung zum Auffangen und Speichern der Kraftstoffdämpfe wird in der Regel ein Aktivkohlebehälter verwendet. Aktivkohle bindet (absorbiert) den Kraftstoffdampf und gibt ihn bei entsprechender Belüftung wieder frei. Im Fahrbetrieb wird daher durch den Motor Frischluft durch den Aktivkohlebehälter gesaugt, die den Kraftstoff aufnimmt und dem Motor zuführt. Die Zudosierung des Luft-Kraftstoffgemischs erfolgt über ein sogenanntes Regenerierventil. Bei einem Regenerierventil handelt es sich üblicherweise um ein elektromagnetisch angetriebenes Ventil, das eine Magnetspule, einen Anker mit Dichtelement, einen Dichtsitz sowie eine Rückstellfeder (Schließfeder) umfasst. Im bestromten Zustand hebt der Anker durch die Magnetkraft der Spule das Dichtelement gegen die Federkraft der Schließfeder vom Dichtsitz ab und gibt dadurch die Durchflussöffnung frei. Das Ventil befindet sich in seiner Öffnungsposition. Im unbestromten Zustand wird das Dichtelement durch die Schließfeder auf den Dichtsitz gepresst, das Ventil befindet sich in Schließposition.

[0003] Die Ansteuerung des Regenerierventils erfolgt über die Motorsteuerung, die entsprechend dem jeweiligen Lastzustand der Verbrennungskraftmaschine den jeweils maximal zudosierbaren Luft-Kraftstoff-Massenstrom ermittelt und in ein entsprechendes Steuersignal umsetzt. Das Regenerierventil wird dabei in der Regel getaktet (pulsweitenmoduliert) angesteuert und gibt, abhängig von dem von der Motorsteuerung jeweils vorgegebenen Tastverhältnis, unterschiedliche Dosiermengen diskontinuierlich ab. Unter Tastverhältnis wird in diesem Zusammenhang das Verhältnis zwischen der Gesamtperiodendauer, d. h. der Periodendauer des geöffneten und geschlossenen Ventils, zur Periodendauer des geöffneten Ventils verstanden.

[0004] Um die oszillierende Bewegung des Magnetankers mit dem Dichtelement zwischen der Öffnungs-

und Schließposition, was verschiedene Nachteile mit sich bringt, zu vermeiden, ist es auch bekannt, beispielsweise aus der WO 99/06893, das getaktete Regenerierventil im sogenannten Proportionalbetrieb zu betreiben. Hierbei wird die Taktfrequenz so hoch gewählt werden, dass das Ventil der oszillierenden Anregung nicht mehr folgen kann und stattdessen jeweils in einer Position verharrt, die dem jeweiligen mittleren Spulenstrom entspricht.

[0005] Nachteilig an den bekannten Regenerierventilen der oben beschriebenen Art ist, dass es sowohl im getakteten als auch im pulsweitenmodulierten Proportionalbetrieb zu einer unerwünschten Geräuscentwicklung kommt, die bisher noch nicht verhindert werden konnte.

Darstellung der Erfindung

[0006] Aufgabe der Erfindung ist, eine Schaltungsanordnung für ein elektromagnetisches Regenerierventil zur Tankentlüftung eines Kraftfahrzeugs bereitzustellen, mittels welcher sich die Geräuscentwicklung sowohl im getakteten als auch im Proportionalbetrieb erheblich reduzieren lässt.

[0007] Diese Aufgabe wird gelöst mit einer Schaltungsanordnung mit allen Merkmalen des Anspruchs 1. Vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen beschrieben.

[0008] Gemäß der Erfindung sind bei einer Schaltungsanordnung für ein pulsweitenmoduliert ansteuerbares elektromagnetisches Regenerierventil zur Tankentlüftung eines Kraftfahrzeugs, welche eine Spannungsquelle zur Versorgung der Magnetspule des Regenerierventils mit elektrischer Energie, eine Steuereinheit zur Erzeugung pulsweitenmodulierter Signale sowie eine Schalteinrichtung, über welche die Magnetspule mit den pulsweitenmodulierten Signalen der Steuereinheit beaufschlagbar ist, umfasst, Mittel zur Unterdrückung hoher Induktionsspannungen an der Magnetspule vorgesehen. Im einfachsten Fall handelt es sich bei diesen Mitteln um eine sogenannte Freilaufdiode, die der Magnetspule parallel geschaltet wird.

[0009] Es hat sich in überraschender Weise gezeigt, dass sich bei Parallelschaltung einer Freilaufdiode zur Magnetspule eine erhebliche Reduzierung der Ventilgeräusche erzielen lässt. Der Einsatz von Freilaufdioden ist in der Ventiltechnik an sich bekannt und dient üblicherweise dazu, die den Spulenstrom steuernden Leistungsschalter vor den beim Schalten des Ventils auftretenden hohen Induktionsspannungen zu schützen. Ebenso ist bekannt, dass diese Maßnahme zu einer unerwünschten Verlängerung der Spulenreaktionszeit führt. Die DE 196 52 391 sieht daher Maßnahmen zur Wiederherstellung der schnellen Spulenreaktion vor. Hieraus resultiert aber offensichtlich eine Beruhigung der Ankerbewegung des Magnetventils, die ausreicht, die sonst übliche massive Geräuscentwicklung deutlich zu reduzieren. Dies gilt sowohl für den Proportional-

betrieb als auch für den getakteten Betrieb des Ventils.

[0010] Vorzugsweise wird das Regenerierventil bei der erfindungsgemäßen Schaltungsanordnung im Proportionalbetrieb mit einer Pulsfrequenz zwischen 20 Hz und 200 Hz angesteuert. Es hat sich gezeigt, dass bei den üblicherweise verwendeten getakteten Proportionalventilen die Ventilkennlinie (Massenfluss in Abhängigkeit von Pulsdauer) bei einer Erhöhung der Pulsfrequenz steiler und nichtlinearer wird, was zu einer Verschlechterung der Dosiergenauigkeit führt. Dieses Verhalten lässt sich damit erklären, dass zum einen durch die Induktivität der Spule der Stromaufbau in der Spule verlangsamt wird und zum anderen die Trägheit der zu bewegend Masse zu überwinden ist. Mit zunehmender Pulsfrequenz ist somit ein höherer Spulenstrom zur Öffnung des Ventilspalts erforderlich. Vorzugsweise beträgt die Pulsfrequenz im Proportionalbetrieb etwa 50 Hz. Es hat sich gezeigt, dass diese Frequenz bereits ausreicht, um einen quasi-proportionalen Betrieb, bei dem immer ein Spulenstrom fließt und somit der Ventilanker nicht anschlägt, zu gewährleisten.

[0011] Die erfindungsgemäße Schaltungsanordnung hat den Vorteil, dass die derzeit in Kraftfahrzeugen vorhandene ansteuerseitige Elektronik belassen werden kann, was als deutlicher Kostenvorteil zu bewerten ist, da einem Einsatz der Schaltungsanordnung in bestehende Serien nichts entgegensteht. Die erfindungsgemäße Schaltungsanordnung ist sowohl für den getakteten als auch für den Proportionalbetrieb einsetzbar.

[0012] Nachfolgend wird die Erfindung anhand der Figuren näher erläutert.

[0013] Es zeigen:

Figur 1 ein Blockschaltbild einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung;

Figur 2 den Stromverlauf der Magnetspule bei einer Pulsfrequenz von 50 Hz und verschiedenen Einschalt Dauern mit und ohne Freilaufdiode.

Figur 3 die zugehörige Ankerbewegung zu den Diagrammen aus Fig. 1.

[0014] Fig. 1 zeigt das Blockschaltbild der Ansteuerung des Regenerierventils. Der magnetische Kreis des Ventils wird durch den Widerstand R_{Sp} und die Induktivität L_{Sp} repräsentiert. Parallel dazu ist die erfindungsgemäß eingesetzte Freilaufdiode D_f dargestellt. Der Leistungstransistor, in den zu Schutzzwecken eine Diode D_s integriert ist, wird mit Steuerpulsen konstanter Frequenz und variabler Pulsweite angesteuert und schaltet damit die Batterie bzw. Bordnetzspannung U_b auf das Ventil auf. Die Steuerung erfolgt in der Regel über die Motorsteuerung. Die Pulsweitenmodulierte Ansteuerung eines Magnetventils und insbesondere auch in einem Kraftfahrzeug ist an sich bekannt und vielfach beschrieben, weshalb an dieser Stelle nicht weiter darauf eingegangen wird.

[0015] Fig. 2 zeigt exemplarisch den Verlauf des Stroms in der Magnetspule bei einer Pulsfrequenz von 50 Hz im Proportionalbetrieb und a) ohne Freilaufdiode bei einer Einschaltdauer von 20 %, b) mit Freilaufdiode bei einer Einschaltdauer von 20 % und c) bei einer Einschaltdauer von 90 % mit Freilaufdiode. Man erkennt, dass der Stromabbau mit Freilaufdiode deutlich verlangsamt ist. Bei einer Einschaltdauer von 90 % ist der Spulenstrom sogar immer größer als 0. Die Auswirkungen auf die Ankerbewegung zeigt Fig. 3. Bei einer Einschaltdauer von 20 % a) ohne Freilaufdiode ist das Verhalten gegenüber dem mit Freilaufdiode b) deutlich ruppiger. Insbesondere kehrt der Anker sehr schnell in die Ruhelage zurück, worauf offensichtlich die massive Geräuschentwicklung zurückzuführen ist. Es zeigt sich sogar bei der Ausführungsform mit Diode ein ausgesprochen sanftes Schließverhalten des Ventils, die Geräuschentwicklung ist deutlich reduziert. Bei einer Einschaltdauer von 90 % mit Freilaufdiode c) kommt es gar nicht mehr zum Schließen des Ventils. Dies führt zu einer völligen Geräuschfreiheit.

[0016] Aus dem obigen folgt, dass die erfindungsgemäße Schaltungsanordnung nicht nur im Proportionalbetrieb bei hohen Pulsfrequenzen zu einer deutlichen Geräuschreduzierung führt, sondern aufgrund des langsamen Stromabbaus nach einem Puls auch im getakteten Betrieb.

Patentansprüche

1. Schaltungsanordnung für ein pulswidenmoduliert ansteuerbares elektromagnetisches Regenerierventil zur Tankentlüftung eines Kraftfahrzeugs, umfassend eine Spannungsquelle zur Versorgung der Magnetspule des Regenerierventils mit elektrischer Energie, eine Steuereinheit zur Erzeugung pulswidenmodulierter Signale sowie eine Schalteinrichtung über welche die Magnetspule mit den pulswidenmodulierten Signalen der Steuereinheit beaufschlagbar ist, **dadurch gekennzeichnet, dass** Mittel zur Unterdrückung hoher Induktionsspannungen an der Magnetspule vorgesehen ist.
2. Schaltungsanordnung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Mittel eine Freilaufdiode umfassen, welche der Magnetspule parallel geschaltet ist.
3. Schaltungsanordnung nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Regenerierventil im Proportionalbetrieb mit einer Pulsfrequenz zwischen 20 Hz und 200 Hz ansteuerbar ist.
4. Schaltungsanordnung nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Regenerierventil mit einer Pulsfrequenz von etwa 50 Hz ansteuerbar ist.

5. Schaltungsanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Spannungsquelle das Kraftfahrzeug-Bordnetz umfasst.
6. Schaltungsanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** Die Steuereinheit die Motorsteuerung umfasst. 5
7. Schaltungsanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Schalteinrichtung einen Leistungstransistor umfasst. 10
8. Schaltungsanordnung nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** dem Leistungstransistor eine Diode parallelgeschaltet ist. 15

20

25

30

35

40

45

50

55

Fig.1

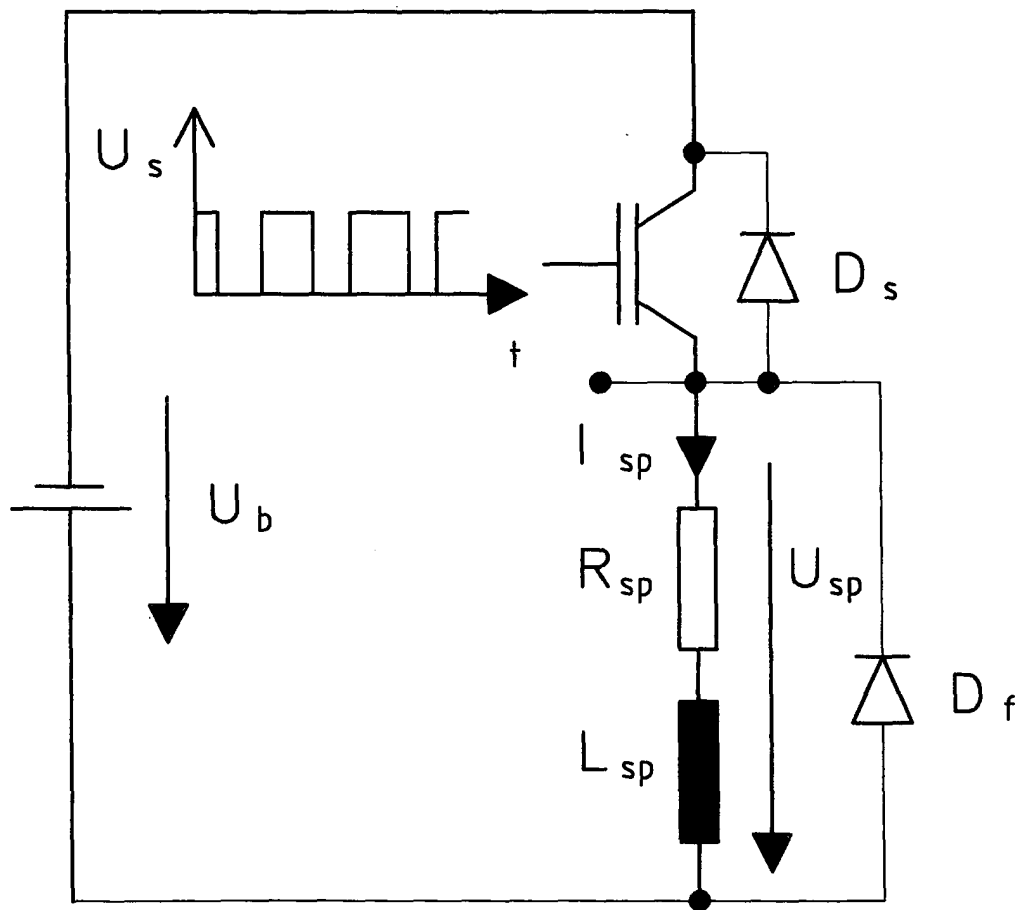


Fig.2

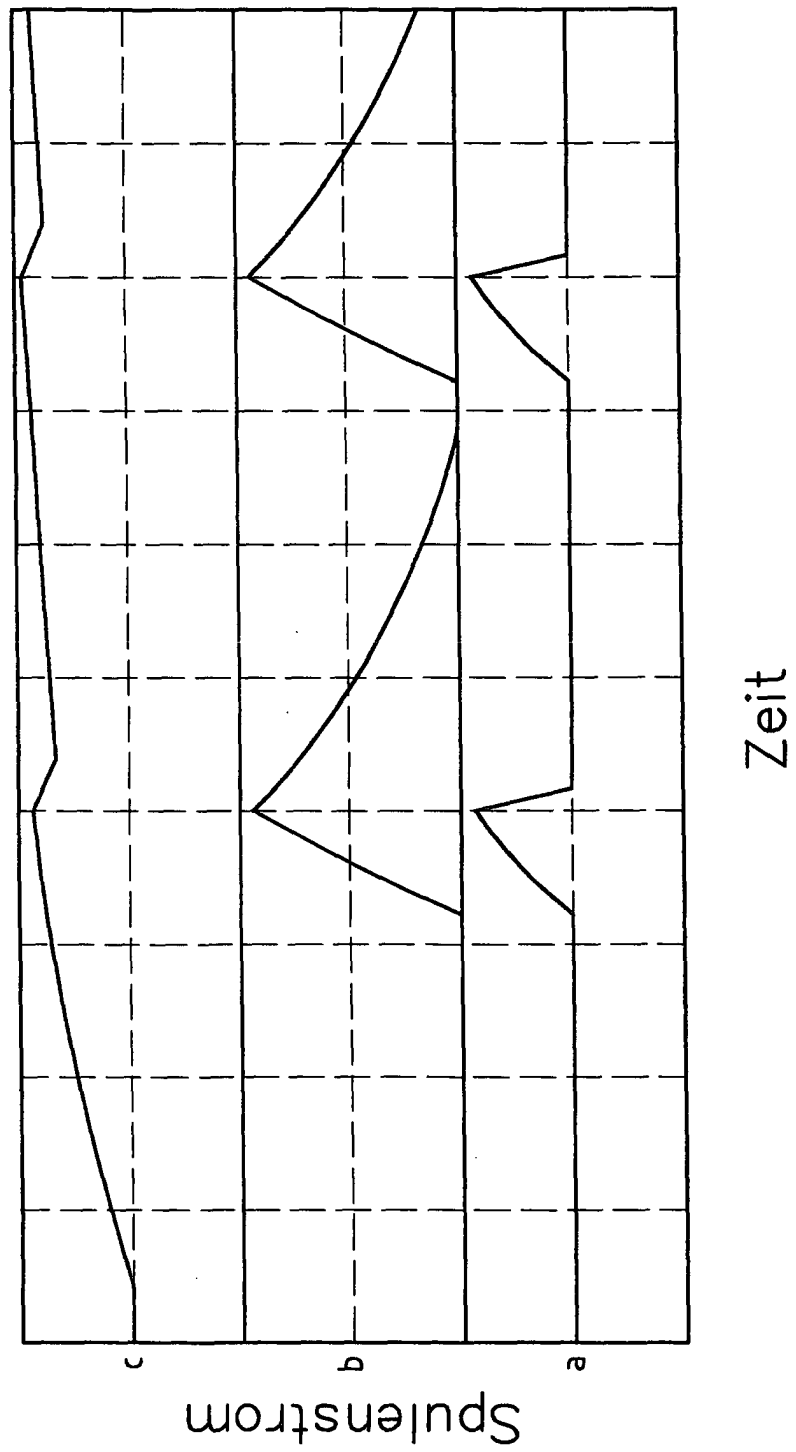


Fig.3

