



## ÖSTERREICH

(10) Nummer:

(12)

(51) Int. Cl.<sup>7</sup>:

(73) Patentinhaber:

NT-DESIGN FORSCHUNG & ENTWICKLUNG INH.  
SEIWALD ANDREAS  
A-6306 SÖLL, TIROL (AT).

(72) Erfinder:

UNTERBERGER JOHANN GEORG ING.  
WÖRGL, TIROL (AT).  
SEIWALD ANDREAS  
SÖLL, TIROL (AT).

(57)

Fig. 1

Die Erfindung betrifft eine Steuerelektronik einer Wirbelstrombremse mit einem induzierenden Teil, der zumindest eine Erregerspule aufweist, und einem induzierten Teil, wobei von einem Leistungsteil der Steuerelektronik eine gepulste Erregerspannung an die Erregerspule anlegbar ist.

Aufgrund der induktiven Last der Erregerspule wird bei herkömmlichen Wirbelstrombremsen durch das Pulsen der Erregerspannung eine hohe Störstrahlung erzeugt, welche andere elektrische Komponenten des Fahrzeuges negativ beeinflussen kann. Diese Wirbelstrombremsen verwenden eine Taktfrequenz der Erregerspannung von weit über 1000 Hz, beispielsweise 33 kHz. Eine Verringerung der Taktfrequenz der Erregerspannung würde zwar die Störstrahlung verringern bzw. die Abschirmung der Störstrahlung erleichtern, aufgrund der induktiven Last der Erregerspule würde es dadurch aber zu Eigenschwingungen im System und unzulässigen Spannungsspitzen kommen.

Aufgabe der Erfindung ist es, eine Steuerelektronik einer Wirbelstrombremse bereitzustellen, durch die die Störstrahlung wesentlich verringert wird. Erfindungsgemäß gelingt dies bei einer Steuerelektronik einer Wirbelstrombremse der eingangs genannten Art dadurch, daß zur Verringerung der beim jeweiligen Abschalten der Erregerspannung auftretenden, von der Erregerspule induzierten Spannungsspitzen eine parallel zur Erregerspule geschaltete, in Sperrichtung des Erregerstroms gepolte Löschdiode ein parallel zur Erregerspule geschalteter Kondensator sowie ein in Serie zum Kondensator geschalteter Widerstand vorgesehen sind.

Beim Schalten von induktiven Lasten werden auch herkömmlicherweise Dioden zum Abbau von beim Abschalten von induktiven Lasten auftretenden Spannungsspitzen eingesetzt, welche als Löschdioden bezeichnet werden. Aufgrund der Schaltverzögerung einer Diode kann aber die Induktionsspannung dennoch bis zum Ansprechen der Löschdiode ansteigen. Bei einer Steuerelektronik einer Wirbelstrombremse würde dies zur Erzeugung einer erheblichen Störstrahlung führen. Die Erfindung sieht daher zusätzlich parallel zur Löschdiode bzw. Erregerspule eine Kapazität vor, deren gespeicherte Ladung beim Abschalten der Erregerspannung der Erregerspule zugeführt wird, wobei die Zeit bis zum Durchschalten der Löschdiode überbrückt wird. Die Folge ist eine drastische Verringerung der störenden Induktionsspannungsspitzen beim jeweiligen Abschalten der Erregerspannung. Dadurch wird auch eine Ansteuerung der Erregerspule mit einer niedrigeren Taktfrequenz von unter 3000 Hz ermöglicht, was zu einer weiteren Verringerung der Störstrahlung führt.

Weitere Vorteile und Einzelheiten der Erfindung werden im folgenden anhand der beiliegenden Zeichnung erläutert. In dieser zeigen:

Fig. 1 eine schematische Darstellung der Wirbelstrombremse zusammen mit einem Blockschaltbild der Steuerelektronik;

Fig. 2 ein vereinfachtes Schaltbild des Leistungsteiles der Steuerelektronik mit einer daran angeschlossenen Erregerspule;

Fig. 3 ein schematisches Diagramm des Spannungsverlaufes der an der Erregerspule anliegenden Spannung, wenn eine Löschdiode ohne eine parallel geschaltete Kapazität vorgesehen ist und

Fig. 4 ein ebensolches Diagramm, wenn eine solche Kapazität vorgesehen ist.

Die in Fig. 1 schematisch dargestellte, von der erfindungsgemäßen Steuerelektronik angesteuerte Wirbelstrombremse 1 weist einen Stator 2 auf, an dem sich der induzierende Teil der Wirbelstrombremse mit der Erregerspule 3 befindet. Der Rotor weist als induzierten Teil die beidseitig des induzierenden Teils angeordneten Induktionsscheiben 4, 5 auf, welche auf einer Rotorwelle 6 angeordnet sind, die mit der abzubremsenden Welle bzw. Achse des Fahrzeuges in Verbindung steht.

Die Wirbelstrombremse 1 kann wassergekühlt sein, wobei Kühlwasseranschlüsse 7 mit einem Kühlwasserkreislauf des Fahrzeuges verbunden sind. Ein Temperatursensor 8 kann die Kühlwassertemperatur messen und ein der Temperatur entsprechendes Signal an die Steuerelektronik ausgeben, wobei dieses Signal direkt dem Leistungsteil 9 der Steuerelektronik oder dem Steuerteil 10 der Steuerelektronik zugeführt werden kann. Da die Kühlung der Wirbelstrombremse 1 nicht Gegenstand der Erfindung ist, wird darauf hier nicht näher eingegangen.

Die Bremsstärke der Wirbelstrombremse 1 ist über einen Handschalter 11 einstellbar, der mit dem Steuerteil 10 der Steuerelektronik verbunden ist. Der Steuerteil 10 steuert den Leistungsteil 9 an, wobei der Steuerteil 10 mit dem Leistungsteil 9 über Steuerleitungen 12 und Überwachungs-

leitungen 13 verbunden ist. Entsprechend der Stellung des Handschalters 11 wird vom Steuerteil 10 über eine Steuerleitung 12 ein gepulstes Steuersignal an den Leistungsteil 9 ausgegeben, wobei das Verhältnis zwischen Ein- und Auszeiten des Steuersignals der am Handschalter 11 eingestellten Bremsstärke entspricht. Im Leistungsteil 9 wird dieses gepulste Steuersignal in die gepulste Erregerspannung für die Erregerspule 3 der Wirbelstrombremse 1 umgesetzt.

Zur Spannungsversorgung der Steuerelektronik und der Wirbelstrombremse 1 ist einerseits die Fahrzeugbatterie 14, andererseits ein Generator 15 vorgesehen, der mit der Rotorwelle 6 der Wirbelstrombremse 1 verbunden ist und parallel zur Fahrzeugbatterie 14 geschaltet ist. Die vom Generator 15 erzeugte Wechselspannung wird vom Gleichrichter 16 gleichgerichtet. Der Generator 15 kann sowohl zur Unterstützung der Fahrzeugbatterie 14 bei der Stromversorgung der Wirbelstrombremse 1 als auch zum Aufladen der Fahrzeugbatterie 14 verwendet werden. Wie aus Fig. 3 ersichtlich ist, weist der Leistungsteil 9 ein Schaltelement 17 auf, in welchem eine Überwachungselektronik 18 integriert ist. Ein solches für Hochstromanwendungen geeignetes Schaltelement wird beispielsweise von der Firma Siemens unter der Produktbezeichnung "High Current PROFET" (Typen BTS 550P, BTS 555P, BTS 650P) vertrieben, wie im Datenblatt „PROFET Target Data Sheet BTS 550P“ vom 29.797 der Firma Siemens beschrieben.

Die Überwachungselektronik 18 stellt umfangreiche Schutzfunktionen bereit, beispielsweise eine Strombegrenzung des Schaltelementes 17 bei Kurzschluß, Temperatursensoren für einen Überhitzungsschutz und einen Schutz bei falscher Polung des Schaltelementes. Die Überwachungselektronik 18 weist weiters eine Strommeßeinrichtung auf, welche einen Meßstrom proportional dem vom Schaltelement 17 geschalteten Laststrom liefert. Dieser Meßstrom kann über eine Überwachungsleitung 13 einer Prozessorsteuerung des Steuerteils 10 zugeführt werden. Die Prozessorsteuerung kann feststellen, ob die Impulsfolge des Meßstroms mit dem vom Handschalter 11 eingestellten Wert der Bremsstärke korrespondiert oder ob der Meßstrom dem Kurzschlußstrom des Schaltelementes 17 entspricht. Wird von der Prozessorsteuerung ein fehlerhafter Betriebszustand der Steuerelektronik festgestellt, so öffnet diese das Relais 19 (vgl. Fig. 1) über eine Steuerleitung 27, so daß die Wirbelstrombremse 1 bei einer Störung der Steuerelektronik automatisch abgeschaltet wird.

Vom Schaltelement 17 wird die Erregerspannung an der Erregerspule 3 entsprechend dem gepulsten Signal auf der Steuerleitung 12 an- und abgeschaltet. Parallel zur Erregerspule 3 ist eine Löschdiode 20 vorgesehen, welche in Sperrichtung der an der Erregerspule 3 anliegenden Erregerspannung bzw. des durch die Erregerspule 3 fließenden Erregerstroms gepolt ist. Diese Löschdiode 20 soll die beim Abschalten der Erregerspannung von der Induktivität der Erregerspule 3 hervorgerufene Induktionsspannung kurzschließen, welche eine zur Erregerspannung entgegengesetzte Polarität aufweist. Da die Löschdiode 20 jedoch eine gewisse Schaltzeit aufweist, kommt es bis zum Durchschalten der Löschdiode 20 dennoch zu einer negativen Spannungsspitze. In Fig. 3 ist der Spannungsverlauf eines Spannungspulses schematisch dargestellt, wie er auftritt, wenn als einzige Maßnahme gegen die Induktionsspannung die Löschdiode 20 vorgesehen ist. Fig. 3 veranschaulicht, daß am Ende eines Spannungspulses der Erregerspannung, wenn die Erregerspannung vom Schaltelement 17 abgeschaltet wird, die Spannung bis auf einen hohen negativen Wert (-100 Volt in Fig. 3) abfällt, bevor die Löschdiode 20 durchschaltet und die Induktionsspannung kurzschließt. Durch eine rasche Abfolge von solchen Spannungspulsen (mit einer Taktfrequenz von beispielsweise 100 Hz) kommt es durch diese negativen Induktionsspannungsspitzen 29 zu einer starken Störstrahlung.

Es ist daher parallel zur Erregerspule 3 und zur Löschdiode 20 ein Kondensator 21 vorgesehen. Beim Einschalten der Erregerspannung zu Beginn eines Spannungspulses wird dieser über den in Serie zum Kondensator 21 liegenden Widerstand 22 geladen, wobei der Widerstand 22 den Ladestrom begrenzt, damit das Schaltelement 17 nicht überlastet wird. Parallel zum Widerstand 22 ist eine Sperrdiode 23 geschaltet, die in Sperrichtung des Ladestroms des Kondensators 21 gepolt ist. Sobald der Kondensator 21 über den Widerstand 22 aufgeladen ist, liegen beide Anschlüsse der Sperrdiode 23 auf dem gleichen Potential. Beim Ausschalten der Erregerspannung wird die Kondensatorladung bis zum Öffnen der Sperrdiode 23 zuerst über den Widerstand 22 an die Erregerspule abgeleitet. Die Sperrdiode 23 dient hauptsächlich zur Entlastung des Widerstandes 22. Dadurch wird die negative Induktionsspannung der Erregerspule 3 verzögert und die Löschdiode 20 kann in der Zwischenzeit öffnen. Ein Diagramm des nun auftretenden Spannungsverlaufes

eines Spannungspulses ist in Fig. 4 dargestellt. Nach dem Öffnen des Schaltelementes 17 fällt die an der Erregerspule anliegende Spannung exponentiell ab. Da in dieser Zeit die Löschdiode 20 durchschalten kann, bildet sich in der Folge nur eine sehr geringe negative Induktionsspannungsspitze 30 aus, welche unterhalb von 5 Volt liegt. Bei einer periodischen Abfolge von solchen Spannungspulsen kommt es daher nur zu einer geringen Störstrahlung. Diese Störstrahlung wird we-

ters durch eine Taktfrequenz der Erregerspannung unterhalb von 1000 Hz, vorzugsweise im Bereich von 50 bis 300 Hz, nochmals verringert und kann zudem durch die niedrige Taktfrequenz leichter abgeschirmt werden.

Eine nochmalige Verringerung der Störstrahlung wird durch eine abgeschrägte Schaltflanke des Schaltelementes 17 erreicht. Oberhalb von 20 Volt wird durch die abgeschrägte Schaltflanke ein abgeflachter Spannungsverlauf 28 beim Einschalten der Erregerspannung durch das Schaltelement 17 erreicht.

Zur Abschirmung der Störstrahlung ist die Erregerspule 3 bzw. die Wirbelstrombremse 1 vollständig von einem Gehäuse 24 aus einem leitenden Material umgeben. Dieses Gehäuse 24 ist mit Masse verbunden und von den elektrischen Teilen der Wirbelstrombremse 1 isoliert. Auch der Leistungsteil 9 und der Gleichrichter 16 der Steuerelektronik sind von einem Gehäuse geschildert.

Im Gegensatz zu herkömmlichen Wirbelstrombremsen ist der nichtgeschaltete Anschluß 26 der Erregerspule 3 nicht an den positiven Pol, sondern an den negativen Pol der Fahrzeugbatterie 14 angeschlossen. Bei einem Masseschluß beispielsweise in der Erregerspule 3 kommt es daher nicht zu einem hohen Stromfluß, auch bei ausgeschalteter Wirbelstrombremse, und damit zu einer Entladung der Fahrzeugbatterie.

Die erfindungsgemäße Steuerelektronik kann bei verschiedenen Typen von luftgekühlten und wassergekühlten Wirbelstrombremsen eingesetzt werden. Diese unterscheiden sich beispielsweise in der Anzahl der Erregerspulen. Auch können im Gegensatz zur hier beschriebenen Wirbelstrombremse der induzierende Teil der Wirbelstrombremse am Rotor und der induzierte Teil am Stator angeordnet sein.

#### PATENTANSPRÜCHE:

1. Steuerelektronik einer Wirbelstrombremse mit einem induzierenden Teil, der zumindest eine Erregerspule aufweist, und einem induzierten Teil, wobei von einem Leistungsteil der Steuerelektronik eine gepulste Erregerspannung an die Erregerspule anlegbar ist, dadurch gekennzeichnet, daß zur Verringerung der beim jeweiligen Abschalten der Erregerspannung auftretenden, von der Erregerspule (3) induzierten Spannungsspitzen eine parallel zur Erregerspule (3) geschaltete, in Sperrichtung des Erregerstroms gepolte Löschdiode (20), ein parallel zur Erregerspule (3) geschalteter Kondensator (21) sowie ein in Serie zum Kondensator (21) geschalteter Widerstand (22) vorgesehen sind.
2. Steuerelektronik nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß in Serie zum Kondensator (21) und parallel zum Widerstand (22) eine in Sperrichtung des Ladestroms des Kondensators (21) gepolte Sperrdiode (23) geschaltet ist.
3. Steuerelektronik nach Anspruch 1 oder Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß im Leistungsteil (9) der Steuerelektronik zumindest ein Schaltelement (17) zum Anlegen der Erregerspannung an die Erregerspule (3) vorgesehen ist, welches eine abgeflachte Schaltflanke zum Erzeugen eines abgeflachten Spannungsverlaufes (28) beim Schalten der Erregerspannung aufweist.
4. Steuerelektronik nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Taktfrequenz der gepulsten Erregerspannung der Erregerspule (3) unterhalb von 3000 Hz, vorzugsweise zwischen 50 Hz und 300 Hz, liegt.
5. Steuerelektronik nach einem der Ansprüche 1 bis 4, wobei die Steuerelektrode und die Wirbelstrombremse in einem Fahrzeug angeordnet sind, dadurch gekennzeichnet, daß ein Anschluß der Erregerspule (3) an den negativen Pol der Fahrzeugbatterie (14) angeschlossen ist, während der positive Pol der Fahrzeugbatterie (14) vom Leistungsteil (9) der Steuerelektronik an den anderen Anschluß der Erregerspule (3) anlegbar ist.
6. Steuerelektronik nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß die

Erregerspule (3) von einem Gehäuse (24) aus einem leitenden Material vollständig umgeben ist, wobei das Gehäuse (24) von der Erregerspule (3) elektrisch isoliert ist.

5

**HIEZU 2 BLATT ZEICHNUNGEN**

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

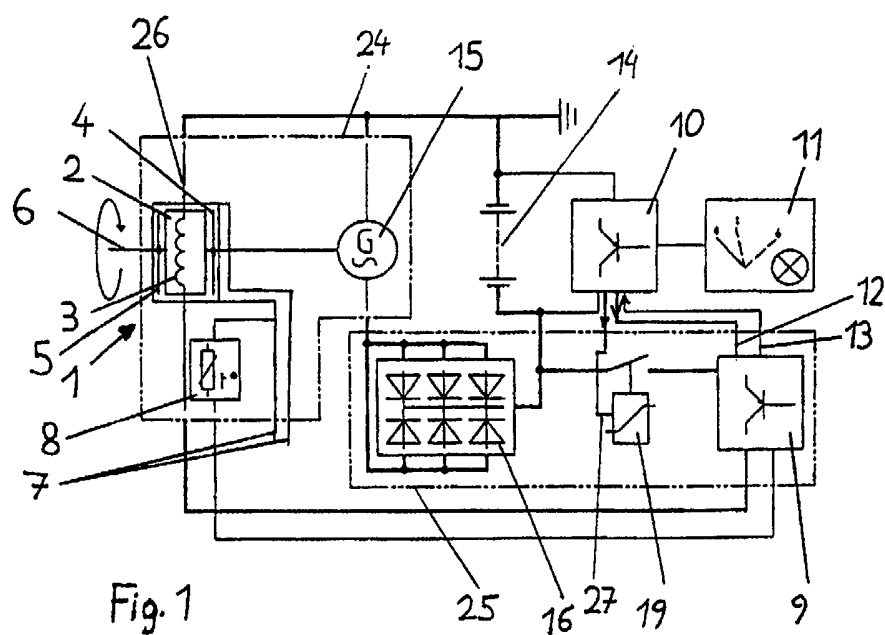


Fig. 1

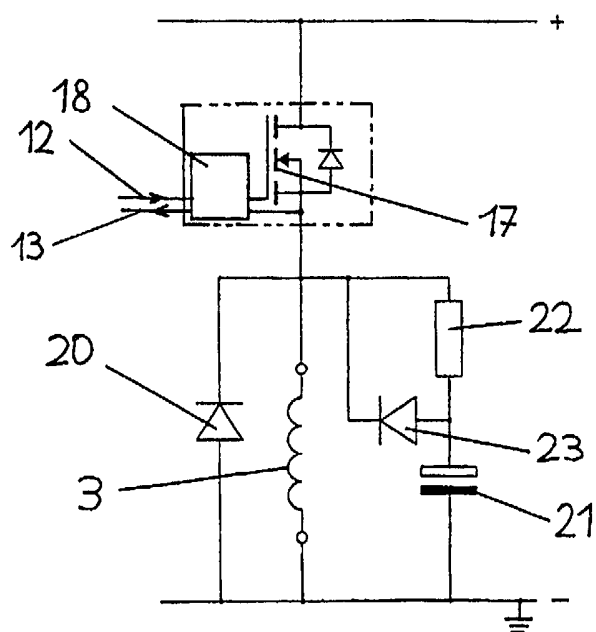


Fig. 2

