



(10) **DE 10 2017 208 769 A1** 2018.11.29

(12) **Offenlegungsschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2017 208 769.2**
(22) Anmeldetag: **23.05.2017**
(43) Offenlegungstag: **29.11.2018**

(51) Int Cl.: **H02P 31/00 (2006.01)**
G10K 11/16 (2006.01)

(71) Anmelder:
**VOLKSWAGEN AKTIENGESELLSCHAFT, 38440
Wolfsburg, DE**

(72) Erfinder:
**Agca, Sezai, 34225 Baunatal, DE; Decker, Harald,
Dr., 34302 Guxhagen, DE; Kruse, Marcus, 34317
Habichtswald, DE; Eulert, Sebastian, 34121
Kassel, DE; Lührs, Georg-Friedrich, Dr., 34128
Kassel, DE**

(56) Ermittelter Stand der Technik:

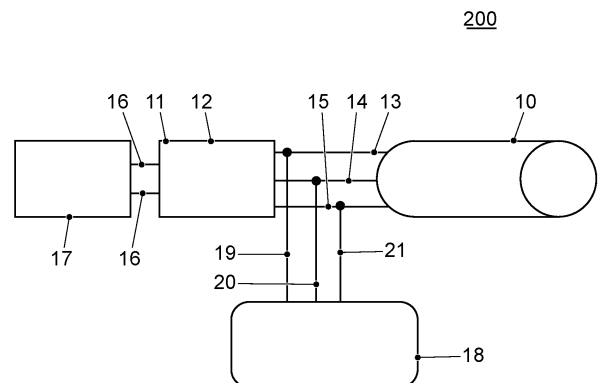
DE	10 2008 013 586	A1
DE	10 2008 024 102	A1
DE	10 2010 043 973	A1
DE	10 2010 049 359	A1
US	2005 / 0 073 280	A1
US	2012 / 0 274 251	A1

Rechercheantrag gemäß § 43 PatG ist gestellt.

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen.

(54) Bezeichnung: **Verfahren und Vorrichtung zur Beeinflussung der akustischen Abstrahlung einer elektrischen Maschine eines Kraftfahrzeuges**

(57) Zusammenfassung: Um ein Verfahren zur Beeinflussung der akustischen Abstrahlung einer elektrischen Maschine eines Kraftfahrzeuges bereitzustellen, welches über einen großen akustischen Frequenzbereich anwendbar ist und die Simulation verschiedenster Geräuschquellen ermöglicht, wird ein Verfahren (100) zur Beeinflussung der akustischen Abstrahlung einer elektrischen Maschine (10) eines Kraftfahrzeugs vorgeschlagen, wobei eine Schwingung mindestens einer vorbestimmten Frequenz eines Stators und/oder eines Rotors der elektrischen Maschine (10) durch Überlagerung eines Phasensignals mit einem die Schwingung der vorbestimmten Frequenz anregenden oder dämpfenden Steuersignal angeregt oder gedämpft wird, und wobei die Amplitude und/oder die Frequenz des Steuersignals unabhängig von der Amplitude und/oder der Frequenz des Phasensignals eingestellt wird.



Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zur Beeinflussung der akustischen Abstrahlung einer elektrischen Maschine eines Kraftfahrzeuges, wobei eine Schwingung mindestens einer vorbestimmten Frequenz eines Stators und/oder eines Rotors der elektrischen Maschine durch Überlagerung eines Phasensignals mit einem die Schwingung der vorbestimmten Frequenz anregenden oder dämpfenden Steuersignal angeregt oder gedämpft wird. Ferner betrifft die vorliegende Erfindung eine Vorrichtung zur Beeinflussung der akustischen Abstrahlung einer elektrischen Maschine eines Kraftfahrzeuges, wobei die Vorrichtung zur Durchführung eines Verfahrens zur Beeinflussung der akustischen Abstrahlung einer elektrischen Maschine eines Kraftfahrzeuges ausgebildet ist.

Stand der Technik

[0002] Hybridelektrofahrzeuge oder Elektrofahrzeuge sind gegenüber Kraftfahrzeugen mit Verbrennungsmotor ohne zusätzlichem Elektroantrieb mit einer elektrischen Maschine, insbesondere einem Elektromotor, ausgestattet, welche die Antriebsleistung einer Verbrennungskraftmaschine ergänzt oder ersetzt.

[0003] Aufgrund der Ansteuerung elektrischer Maschinen entstehen Kräfte, welche zu Schwingungen der elektrischen Maschinen und zu Geräuschen führen können. Derartige, meist hochfrequente Geräusche können von Personen als störend wahrgenommen werden. Bei geringen Fahrgeschwindigkeiten hingegen weisen Elektrofahrzeuge oder Hybridelektrofahrzeuge im Elektrobetrieb eine geringere Geräusentwicklung auf, welche es für Verkehrsteilnehmer schwierig machen kann, die Annäherung eines derartigen Fahrzeuges rechtzeitig wahrzunehmen.

[0004] Aus der US 2005/0073280 A1 ist ein Verfahren zur Reduzierung oder Veränderung der magnetischen Geräusentwicklung einer elektrischen Wechselstrommaschine bekannt. Ein die magnetische Geräusentwicklung reduzierender Strom der Ordnung n , dessen Frequenz die n -fache Frequenz der Fundamentalfrequenz des Mehrphasenwechselstroms ist, wird dem Mehrphasenwechselstrom überlagert, wodurch eine harmonische Schwingungskomponente der elektrischen Maschine mit einer Frequenz, welche dem $(n-1)$ -fachen der Frequenz der Fundamentalfrequenz entspricht, reduziert oder verändert wird.

[0005] Die US 2012/0274251 A1 offenbart ein Verfahren zur Regelung einer ersten Menge von Geräuschoberwellen einer elektronischen Vorrichtung, welche an eine Stromversorgung angeschlossen ist.

[0006] Die aus dem Stand der Technik bekannten Lösungen zur Reduktion oder Änderung von magnetischen Geräuschen bei elektrischen Maschinen sind stark drehzahlbegrenzt, da der für die Erzeugung eines Mehrphasenstroms aus einem Pulsweitenmodulationssignal benötigte Stromrichter aufgrund dessen Taktfrequenz keine sauberen hochfrequenten Schwingungen oder Frequenzen mehr erzeugen kann.

[0007] Darüber hinaus wird bei den aus dem Stand der Technik bekannten Verfahren nur eine spezifische Oberschwingung der Fundamentalfrequenz des Mehrphasenstroms reduziert oder verändert.

[0008] Es besteht daher der Bedarf an einem Verfahren, mit welchem durch Schwingungen eines Stators und/oder eines Rotors einer elektrischen Maschine erzeugte akustische Abstrahlungen auch jenseits bestimmter Oberschwingungen beeinflusst werden können und wobei zudem die Frequenzen der beeinflussbaren Schwingungen unabhängig von der Taktfrequenz eines Stromrichters sind.

Darstellung der Erfindung:
Aufgabe, Lösung, Vorteile

[0009] Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zur Beeinflussung der akustischen Abstrahlung einer elektrischen Maschine eines Kraftfahrzeuges bereitzustellen, welches über einen großen akustischen Frequenzbereich anwendbar ist und die Simulation verschiedenster Geräusquellen ermöglicht. Darüber hinaus ist es Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine Vorrichtung zur Beeinflussung der akustischen Abstrahlung einer elektrischen Maschine eines Kraftfahrzeuges bereitzustellen, mit welcher die vorgenannten Ziele erreicht werden.

[0010] Zur Lösung der Aufgabe wird ein Verfahren zur Beeinflussung der akustischen Abstrahlung einer elektrischen Maschine eines Kraftfahrzeuges vorgeschlagen, wobei eine Schwingung mindestens einer vorbestimmten Frequenz eines Stators und/oder eines Rotors der elektrischen Maschine durch Überlagerung eines Phasensignals mit einem die Schwingung der vorbestimmten Frequenz anregenden oder dämpfenden Steuersignal angeregt oder gedämpft wird, wobei erfindungsgemäß die Amplitude und/oder die Frequenz des Steuersignals unabhängig von der Amplitude und/oder der Frequenz des Phasensignals eingestellt wird.

[0011] Die Schwingung der mindestens einen vorbestimmten Frequenz kann eine radiale Schwingung sein.

[0012] Die Drehzahl einer elektrischen Maschine wird durch ein vorgegebenes Phasensignal gesteu-

ert, wobei das Phasensignal üblicherweise eine Wechselspannung vorgegebener Frequenz und Amplitude ist. Aufgrund des Phasensignals fließt in den Statorwicklungen der elektrischen Maschine ein elektrischer Strom, welcher ein magnetisches Wechselfeld erzeugt. Ein im Inneren des Stators angeordneter Rotor dreht sich aufgrund dessen Wechselwirkung mit dem magnetischen Wechselfeld und die Rotationsenergie des Rotors wird abtriebsseitig abgegriffen.

[0013] Konstruktionsbedingt entstehen im Stator magnetische Wechselfelder, welche diesen und/oder den Rotor zu Schwingungen anregen. Diesen Schwingungen kann durch Superposition oder Überlagerung des Phasensignals mit einem die Schwingungen anregenden oder dämpfenden Steuersignal, wobei das Steuersignal bevorzugt eine Wechselspannung ist, entgegengewirkt werden, oder die Schwingungen können verstärkt werden.

[0014] Mit besonderem Vorteil ist die Amplitude und/oder die Frequenz des Steuersignals unabhängig von der Amplitude und/oder der Frequenz des Phasensignals. Hierdurch wird erreicht, dass spezifische Frequenzen durch die Überlagerung des Phasensignals mit dem Steuersignal angeregt werden können. Ferner wird es auch möglich, die akustische Abstrahlung der elektrischen Maschine in einem bestimmten Frequenzbereich zu reduzieren oder zu verstärken. Darüber hinaus kann der Stator und/oder der Rotor der elektrischen Maschine durch entsprechende Ausbildung des Steuersignals ähnlich wie ein Lautsprecher angesteuert werden, sodass vorbestimmte akustische Signale von dem Stator und/oder dem Rotor erzeugt werden können, welche es beispielsweise einem Verkehrsteilnehmer leichter ermöglichen, die Annäherung eines mit der elektrischen Maschine ausgestatteten Fahrzeuges wahrzunehmen. Dies ist insbesondere bei niedrigen Fahrgeschwindigkeiten des Fahrzeuges von Vorteil. Auch kann es vorteilhaft sein, durch die freie Wahl der Amplitude und/oder der Frequenz des Steuersignals bestimmte einzelne Frequenzen oder größere Frequenzbereiche der akustischen Abstrahlung der elektrischen Maschine zu unterdrücken. Dies ist insbesondere bei hohen Geschwindigkeiten, wie beispielsweise auf der Autobahn, vorteilhaft, da durch die Reifenabrollgeräusche und die Windgeräusche bereits eine ausreichende Geräuschkulisse erzeugt wird, sodass unnötige Geräusche der elektrischen Maschine stören würden. Auch ist es möglich für die Fahrzeuginsassen ein gewünschtes Fahrzeuggeräusch zu erzeugen. Die akustischen Signale werden dabei insbesondere durch Kräfte im Stator oder im Rotor erzeugt, welche auf das Motorgehäuse übertragen werden. Die akustischen Signale werden dann von dem Motorgehäuse wie von einer Lautsprechermembran abgestrahlt.

[0015] Bevorzugt ist vorgesehen, dass das Phasensignal eine Drehzahl der elektrischen Maschine steuert, wobei das Phasensignal bevorzugt ein Mehrphasensignal, insbesondere ein Mehrphasenwechselstromsignal, ist, wobei das Mehrphasensignal insbesondere bevorzugt die U-Phase und die V-Phase und die W-Phase eines Dreiphasenwechselstroms umfasst.

[0016] Mit Vorteil ist das Verfahren zur Beeinflussung der akustischen Abstrahlung einer elektrischen Maschine eines Kraftfahrzeuges ohne zusätzliche Bauteile, sondern nur durch Einsatz von Software auf aus dem Stand der Technik bekannte Elektromaschinen anwendbar.

[0017] Weiter bevorzugt ist vorgesehen, dass die Schwingung des Stators und/oder des Rotors von dem Steuersignal zur Geräuscherzeugung angeregt wird, wobei die Geräuscherzeugung bevorzugt die Erzeugung eines akustischen Warnsignals und/oder eines Geräusches einer Verbrennungskraftmaschine und/oder einer Stimmausgabe ist.

[0018] Durch Wahl oder Einstellung der Amplitude und/oder der Frequenz des Steuersignals kann die elektrische Maschine, insbesondere der Stator der elektrischen Maschine, ähnlich einem Lautsprecher zur Geräuscherzeugung genutzt werden. Insbesondere kann mit besonderem Vorteil das Geräusch einer Verbrennungskraftmaschine simuliert werden. Es werden somit keine zusätzlichen Bauteile in einem Hybridelektrofahrzeug oder einem Elektrofahrzeug benötigt, um ein Geräusch einer Verbrennungskraftmaschine zu simulieren.

[0019] Die Erzeugung von akustischen Warnsignalen oder von einer Stimmausgabe kann zur Warnung von weiteren Verkehrsteilnehmern wie Fußgängern verwendet werden.

[0020] Vorteilhafterweise ist das Verfahren zur Beeinflussung der akustischen Abstrahlung einer elektrischen Maschine sowohl bei hohen als auch bei niedrigen Lastmomenten der elektrischen Maschine anwendbar. Dabei hat die Phasenlage des Steuersignals gegenüber dem Phasensignal einen großen Einfluss und muss mit der Drehzahl der elektrischen Maschine angepasst werden. Die Phase des Steuersignals ist entscheidend und wandert insbesondere sinusförmig um 360° .

[0021] Weiter bevorzugt ist vorgesehen, dass das Phasensignal mittels einer Steuervorrichtung, bevorzugt mittels eines Stromrichters, insbesondere bevorzugt mittels eines Wechselrichters, besonders bevorzugt aus einem Pulsweitenmodulationssignal, erzeugt wird.

[0022] Die Steuervorrichtung kann den Stromrichter umfassen oder aus diesem bestehen.

[0023] Aus einem Pulsweitenmodulationssignal kann durch Verwendung eines Stromrichters, insbesondere eines Wechselrichters, ein sinusförmiges Ausgangssignal oder eine sinusförmige Ausgangsspannung erzeugt werden, welche die U-Phase und die V-Phase oder die W-Phase eines Dreiphasenwechselstroms sein kann. Ferner kann auch das Steuersignal aus einem Pulsweitenmodulationssignal mittels eines Stromrichters erzeugt werden.

[0024] Weiter bevorzugt ist vorgesehen, dass als Steuersignal ein analoges Spannungssignal, insbesondere ein Wechselstromsignal, erzeugt wird, wobei das Steuersignal bevorzugt dem, insbesondere aus dem Pulsweitenmodulationssignal erzeugten, Phasensignal überlagert wird.

[0025] Mit Vorteil wird als Steuersignal ein analoges Spannungssignal erzeugt. Dies bedeutet, dass das Steuersignal nicht mittels eines Stromrichters oder eines Wechselstromrichters aus einem Pulsweitenmodulationssignal erzeugt wird. Hierdurch wird das Steuersignal hinsichtlich dessen Amplitude und/oder Phase unabhängiger von der Amplitude und/oder der Frequenz des Phasensignals. Dies ermöglicht eine selektive Beeinflussung bestimmter Frequenzen der Schwingungen des Stators und/oder gegebenenfalls des Rotors oder eine selektive Beeinflussung ganzer Frequenzbereiche. Darüber hinaus wird mit besonderem Vorteil die Frequenz des Steuersignals unabhängig von der Taktfrequenz des Stromrichters beziehungsweise des Wechselrichters. Bei einem Umrichter ist die maximal erzeugbare Frequenz des Phasensignals auf die halbe Pulsweitenmodulationsfrequenz begrenzt. Entsprechend wird durch die analoge Erzeugung des Steuersignals diese Begrenzung aufgehoben, sodass auch Schwingungen mit Frequenzen höher als die halbe Pulsweitenmodulationsfrequenz durch das Steuersignal angesteuert, das heißt gedämpft oder angeregt, werden können.

[0026] Bevorzugt wird das Steuersignal mittels einer, insbesondere analogen, Signalerzeugungsvorrichtung erzeugt.

[0027] Das Steuersignal kann durch einen elektrischen Generator erzeugt werden.

[0028] Weiter bevorzugt ist vorgesehen, dass die Frequenz des Steuersignals größer oder gleich der halben Frequenz, bevorzugt größer oder gleich der Frequenz, weiter bevorzugt größer oder gleich der doppelten Frequenz, des Pulsweitenmodulationssignals eingestellt wird.

[0029] Hierdurch lassen sich auch Schwingungen des Stators und/oder des Rotors mit Frequenzen grö-

ßer als der halben Pulsweitenmodulationsfrequenz verstärken oder dämpfen. Die Unabhängigkeit des Steuersignals von dem Pulsweitenmodulationssignal wird somit verbessert.

[0030] Weiter vorteilhaft kann vorgesehen sein, dass als Steuersignal eine harmonische Oberschwingung des Phasensignals, insbesondere die 11. und/oder die 13. Oberschwingung, gewählt wird.

[0031] Aus dem Stand der Technik ist es nur bekannt, z. B. zur Beeinflussung der 12. Oberschwingung des Phasensignals die 13. Oberschwingung des Phasensignals als Steuersignal auf das Phasensignal aufzumodulieren. Mit Vorteil wird durch die gleichzeitige Aufmodulation der 11. und der 13. Oberschwingung auf das Phasensignal eine verbesserte Beeinflussung der akustischen Abstrahlung der elektrischen Maschine erreicht.

[0032] Bevorzugt ist das Verfahren auf alle störenden oder zu synthetisierenden Motorordnungen einer elektrischen Maschine hin anwendbar.

[0033] Eine weitere Lösung der der Erfindung zugrundeliegenden Aufgabe besteht in der Bereitstellung einer Vorrichtung zur Beeinflussung der akustischen Abstrahlung einer elektrischen Maschine eines Kraftfahrzeugs, wobei die Vorrichtung zur Durchführung eines vorbeschriebenen Verfahrens ausgebildet ist, umfassend eine elektrische Maschine mit einem Stator und einem Rotor und eine Steuervorrichtung, wobei die Steuervorrichtung über Steuerleitungen mit der elektrischen Maschine verbunden ist, wobei die Steuervorrichtung zur Erzeugung eines in die Steuerleitungen einspeisbaren Phasensignals ausgebildet ist, wobei Mittel zur Erzeugung eines Steuersignals vorgesehen sind, wobei das Steuersignal ausgebildet ist, eine Schwingung des Stators und/oder des Rotors mindestens einer vorbestimmten Frequenz anzuregen oder zu dämpfen, wobei die Amplitude und/oder die Frequenz des Steuersignals unabhängig von der Amplitude und/oder der Frequenz des Phasensignals einstellbar sind.

[0034] Die Vorrichtung weist eine über Steuerleitungen mit der elektrischen Maschine verbundene Steuervorrichtung auf. Die Steuervorrichtung wird auch als Leistungselektronik bezeichnet. Die Steuervorrichtung ist insbesondere für jede der drei Phasen eines Dreiphasenwechselstroms, also für die U-, für die V- und für die W-Phase, über eine separate Steuerleitung mit Stromanschlüssen der elektrischen Maschine verbunden.

[0035] Durch Einstellen der Amplitude und/oder Frequenz des Steuersignals unabhängig von der Amplitude und/oder der Frequenz des Phasensignals können gezielt einzelne Frequenzen oder ganze Fre-

quenzbereiche der Schwingung des Stators und/oder des Rotors angeregt oder gedämpft werden.

[0036] Bevorzugt ist vorgesehen, dass die Steuervorrichtung einen Stromrichter, insbesondere einen Wechselrichter, zur Erzeugung des Phasensignals aus einem Pulsweitenmodulationssignals aufweist, und/oder dass die Steuervorrichtung das Mittel zur Erzeugung des Steuersignals umfasst, und/oder dass das Mittel zur Erzeugung des Steuersignals eine, insbesondere analoge, Signalerzeugungsvorrichtung ist, wobei die Signalerzeugungsvorrichtung mit den Steuerleitungen verbunden ist, und wobei die Signalerzeugungsvorrichtung ausgebildet ist, das Steuersignal in die Steuerleitung einzuspeisen und dem Phasensignal aufzomodulieren.

[0037] Besonders bevorzugt ist die Signalerzeugungsvorrichtung nicht identisch mit der Steuervorrichtung.

[0038] Weiter bevorzugt ist vorgesehen, dass das Steuersignal ausgebildet ist, die Schwingung der mindestens einen Frequenz des Stators und/oder des Rotors zur Geräuscherzeugung anzuregen, wobei die Geräuscherzeugung bevorzugt die Erzeugung eines Warnsignals und/oder eines Geräusches einer Verbrennungskraftmaschine ist.

[0039] Eine weitere vorteilhafte Ausgestaltung sieht vor, dass die Frequenz des Steuersignals größer oder gleich der halben Frequenz, bevorzugt größer oder gleich der Frequenz, weiter bevorzugt größer oder gleich der doppelten Frequenz, des Pulsweitenmodulationssignals ist.

[0040] Eine weitere Lösung der der Erfindung zugrundeliegenden Aufgabe liegt in der Bereitstellung eines Kraftfahrzeuges umfassend eine vorbeschriebene Vorrichtung zur Beeinflussung der akustischen Abstrahlung einer elektrischen Maschine eines Kraftfahrzeuges.

Figurenliste

[0041] Die Erfindung wird nachstehend anhand der Figuren näher erläutert.

[0042] Es zeigen

Fig. 1 ein Flussdiagramm für ein Verfahren zur Beeinflussung der akustischen Abstrahlung einer elektrischen Maschine eines Kraftfahrzeuges, und

Fig. 2 eine schematische Darstellung einer Vorrichtung zur Beeinflussung der akustischen Abstrahlung einer elektrischen Maschine.

Ausführliche Beschreibung der Figuren

[0043] In einem ersten Schritt **S1** des mit dem Flussdiagramm in **Fig. 1** dargestellten Verfahrens **100** zur Beeinflussung der akustischen Abstrahlung einer elektrischen Maschine **10** eines Kraftfahrzeuges wird mindestens eine Schwingung mindestens einer vorbestimmten Frequenz eines Stators und/oder eines Rotors einer elektrischen Maschine **10**, welche angeregt oder gedämpft werden soll, bestimmt. Die Anregung oder Dämpfung der mindestens einen Schwingung mindestens einer vorbestimmten Frequenz kann zur Geräuschreduktion oder zur Geräuscherzeugung, insbesondere zur Erzeugung eines akustischen Warnsignals oder eines Geräusches einer Verbrennungskraftmaschine, genutzt werden.

[0044] In einem zweiten Schritt **S2** werden die Amplitude und die Frequenz eines Steuersignals bestimmt, mit welchem die mindestens eine Schwingung der mindestens einen vorbestimmten Frequenz angeregt oder gedämpft werden kann. Dabei ist die Amplitude und oder die Frequenz des Steuersignals unabhängig von der Amplitude und der Frequenz eines zur Ansteuerung der elektrischen Maschine genutzten Phasensignals. Amplitude und Frequenz des Steuersignals können von einer Recheneinheit ermittelt werden.

[0045] Im dritten Verfahrensschritt **S3** wird das im Schritt **S2** bestimmte Steuersignal erzeugt und dem Phasensignal überlagert, was zu einer Anregung oder Dämpfung der mindestens einen Schwingung der mindestens einen vorbestimmten Frequenz des Stators und/oder des Rotors führt. Für die Erzeugung des Phasensignals ist eine Signalerzeugungsvorrichtung **18** vorgesehen.

[0046] **Fig. 2** zeigt eine schematische Darstellung einer Vorrichtung **200** zur Beeinflussung der akustischen Abstrahlung einer elektrischen Maschine **10** eines Kraftfahrzeuges. Die Vorrichtung **200** umfasst eine elektrische Maschine **10** sowie eine als Steuervorrichtung **11** ausgebildete Leistungselektronik **12**. Die Steuervorrichtung **11** ist über drei Steuerleitungen **13**, **14**, **15** mit der elektrischen Maschine **10** verbunden. Die Steuervorrichtung **11** legt auf jede der drei Steuerleitungen **13**, **14**, **15** eine Phase eines Mehrphasensignals, insbesondere die U-Phase, die V-Phase und die W-Phase, zur Ansteuerung der elektrischen Maschine **10**. Die Steuervorrichtung **11** ist über Stromleitungen **16** mit einer Batterie **17** verbunden. Die Steuervorrichtung **11** ist ausgebildet, ein Phasensignal zur Regelung der Drehzahl der elektrischen Maschine **10** zu erzeugen und in die Steuerleitungen **13**, **14**, **15** einzuspeisen. Das Phasensignal führt zur Anregung von Schwingungen des Stators sowie gegebenenfalls des Rotors der elektrischen Maschine **10**.

[0047] Ferner ist eine Signalerzeugungsvorrichtung **18** vorgesehen, welche zur Erzeugung von Steuersignalen ausgebildet ist. Die Signalerzeugungsvorrichtung **18** ist über Signalleitungen **19, 20, 21** mit den Steuerleitungen **13, 14, 15** verbunden, sodass die Signalerzeugungsvorrichtung **18** in jede der Steuerleitungen **13, 14, 15** ein Steuersignal einspeisen und auf das jeweilige Phasensignal aufmodulieren kann. Die Erzeugung des Steuersignals erfolgt dabei in analoger Weise, insbesondere nicht über einen Umrichter oder einen Wechselrichter. Da die Frequenz des Phasensignals aufgrund der Taktfrequenz der Steuervorrichtung **11** begrenzt ist, kann die insbesondere analoge Signalerzeugungsvorrichtung **18** ein Steuersignal beliebiger Frequenz und Amplitude erzeugen. Durch die Superposition oder Aufmodulierung von Phasensignal und Steuersignal können bestimmte Schwingungsfrequenzen oder Schwingungsfrequenzbereiche des Stators auch frequenzspezifisch angeregt werden, sodass diese Frequenzen oder Frequenzbereiche gedämpft oder verstärkt werden. Es wird ein Sounddesign möglich, durch welches der Stator beziehungsweise das durch den Stator zu Schwingungen angeregte Motorgehäuse und/oder der Rotor der elektrischen Maschine **10** im Wesentlichen die Funktion eines Lautsprechers übernimmt.

Bezugszeichenliste

100	Verfahren
200	Vorrichtung
10	Elektrische Maschine
11	Steuervorrichtung
12	Leistungselektronik
13	Steuerleitung
14	Steuerleitung
15	Steuerleitung
16	Stromleitung
17	Batterie
18	Signalerzeugungsvorrichtung
19	Signalleitung
20	Signalleitung
21	Signalleitung

ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde automatisiert erzeugt und ist ausschließlich zur besseren Information des Lesers aufgenommen. Die Liste ist nicht Bestandteil der deutschen Patent- bzw. Gebrauchsmusteranmeldung. Das DPMA übernimmt keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

Zitierte Patentliteratur

- US 2005/0073280 A1 [0004]
- US 2012/0274251 A1 [0005]

Patentansprüche

1. Verfahren (100) zur Beeinflussung der akustischen Abstrahlung einer elektrischen Maschine (10) eines Kraftfahrzeugs, wobei eine Schwingung mindestens einer vorbestimmten Frequenz eines Stators und/oder eines Rotors der elektrischen Maschine (10) durch Überlagerung eines Phasensignals mit einem die Schwingung der vorbestimmten Frequenz anregenden oder dämpfenden Steuersignal angeregt oder gedämpft wird, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Amplitude und/oder die Frequenz des Steuersignals unabhängig von der Amplitude und/oder der Frequenz des Phasensignals eingestellt wird.

2. Verfahren (100) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Phasensignal eine Drehzahl der elektrischen Maschine (10) steuert, wobei das Phasensignal bevorzugt ein Mehrphasensignal, insbesondere ein Mehrphasenwechselstromsignal, ist, wobei das Mehrphasensignal insbesondere bevorzugt die U-Phase und die V-Phase und die W-Phase eines Dreiphasenwechselstroms umfasst.

3. Verfahren (100) nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Schwingung des Stators und/oder des Rotors von dem Steuersignal zur Geräuscherzeugung angeregt wird, wobei die Geräuscherzeugung bevorzugt die Erzeugung eines akustischen Warnsignals und/oder eines Geräusches einer Verbrennungskraftmaschine und/oder einer Stimmabgabe ist.

4. Verfahren (100) nach einem der vorgenannten Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Phasensignal mittels einer Steuervorrichtung (11), bevorzugt mittels eines Stromrichters, insbesondere bevorzugt mittels eines Wechselrichters, besonders bevorzugt aus einem Pulsweitenmodulationssignal, erzeugt wird.

5. Verfahren (100) nach einem der vorgenannten Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass als Steuersignal ein analoges Spannungssignal, insbesondere ein Wechselstromsignal, erzeugt wird, wobei das Steuersignal bevorzugt dem, insbesondere aus dem Pulsweitenmodulationssignal erzeugten, Phasensignal überlagert wird.

6. Verfahren (100) nach Anspruch 4 oder 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Frequenz des Steuersignals größer oder gleich der halben Frequenz, bevorzugt größer oder gleich der Frequenz, weiter bevorzugt größer oder gleich der doppelten Frequenz, des Pulsweitenmodulationssignals eingestellt wird.

7. Verfahren (100) nach einem der vorgenannten Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass als Steuersignal eine harmonische Oberschwingung des

Phasensignals, insbesondere die 11. und/oder die 13. Oberschwingung, gewählt wird.

8. Vorrichtung (200) zur Beeinflussung der akustischen Abstrahlung einer elektrischen Maschine (10) eines Kraftfahrzeugs, wobei die Vorrichtung zur Durchführung eines Verfahrens nach einem der vorgenannten Ansprüche ausgebildet ist, umfassend eine elektrische Maschine (10) mit einem Stator und einem Rotor und eine Steuervorrichtung (11), wobei die Steuervorrichtung (11) über Steuerleitungen (13, 14, 15) mit der elektrischen Maschine (10) verbunden ist, wobei die Steuervorrichtung (11) zur Erzeugung eines in die Steuerleitungen (13, 14, 15) einspeisbaren Phasensignals ausgebildet ist, wobei ein Mittel zur Erzeugung eines Steuersignals vorgesehen ist, wobei das Steuersignal ausgebildet ist, eine Schwingung des Stators und/oder des Rotors mindestens einer vorbestimmten Frequenz anzuregen oder zu dämpfen, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Amplitude und/oder die Frequenz des Steuersignals unabhängig von der Amplitude und/oder der Frequenz des Phasensignals einstellbar sind.

9. Vorrichtung (200) nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Steuervorrichtung (11) einen Stromrichter, insbesondere einem Wechselrichter, zur Erzeugung des Phasensignals aus einem Pulsweitenmodulationssignal aufweist, und/oder dass die Steuervorrichtung (11) das Mittel zur Erzeugung des Steuersignals umfasst, und/oder dass das Mittel zur Erzeugung des Steuersignals eine, insbesondere analoge, Signalerzeugungsvorrichtung (18) ist, wobei die Signalerzeugungsvorrichtung (18) mit den Steuerleitungen (13, 14, 15) verbunden ist, und wobei die Signalerzeugungsvorrichtung (18) ausgebildet ist, das Steuersignal in die Steuerleitung (13, 14, 15) einzuspeisen und dem Phasensignal aufzumodulieren.

10. Vorrichtung (200) nach Anspruch 8 oder 9, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Steuersignal ausgebildet ist, die Schwingung der mindestens einen Frequenz des Stators und/oder des Rotors zur Geräuscherzeugung anzuregen, wobei die Geräuscherzeugung bevorzugt die Erzeugung eines Warnsignals und/oder eines Geräusches einer Verbrennungskraftmaschine ist.

Es folgt eine Seite Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

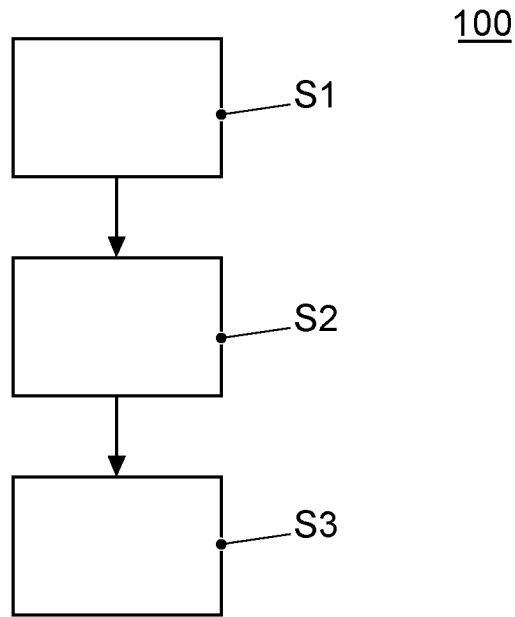


FIG. 1

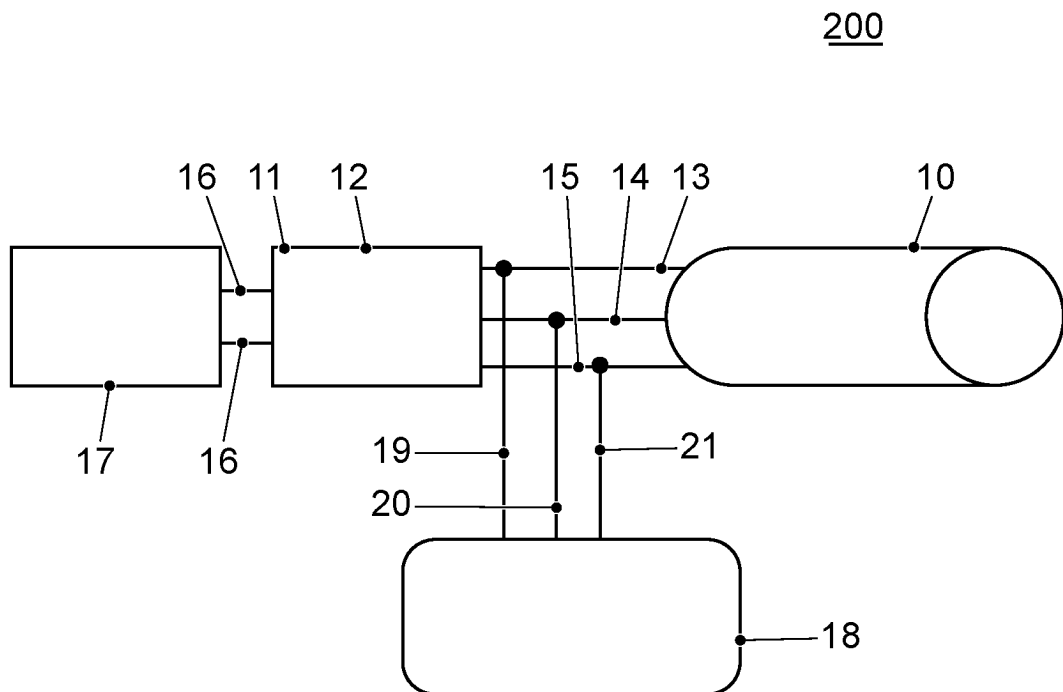


FIG. 2