



(19)
 Bundesrepublik Deutschland
 Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 10 2008 056 577 A1** 2010.05.20

(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2008 056 577.6**

(22) Anmeldetag: **10.11.2008**

(43) Offenlegungstag: **20.05.2010**

(51) Int Cl.⁸: **H02P 31/00** (2006.01)

(71) Anmelder:
ebm-papst Landshut GmbH, 84030 Landshut, DE

(74) Vertreter:
**Patentanwälte Staeger & Sperling
 Partnerschaftsgesellschaft, 80469 München**

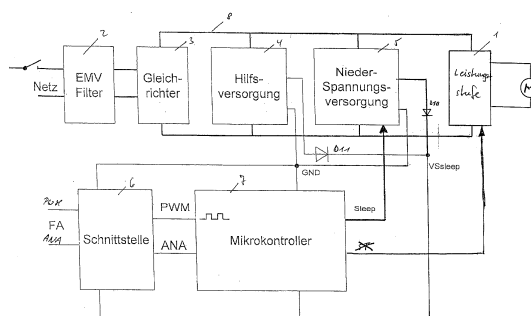
(72) Erfinder:
**Pfisterer, Hans-Jürgen, Prof. Dr., 49076
 Osnabrück, DE; Schumbrutzki, Walter, 94419
 Reisbach, DE; Givian, Frederik, 84034 Landshut,
 DE; Schwarzmann, Thomas, 84034 Landshut, DE;
 Gartner, Stefan, 85461 Bockhorn, DE**

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Elektromotor**

(57) Zusammenfassung: Die vorliegende Erfindung betrifft einen Elektromotor mit einer Motorlogik-Niederspannungsversorgung und einer Steuerung, die einen Mikrokontroller und ein elektronisches Schaltelement enthält, wobei mittels des elektronischen Schaltelementes die Motorlogik-Niederspannungsversorgung in Abhängigkeit von einem Sollwertsignal durch den Mikrokontroller aus- und einschaltbar ist.



Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft einen Elektromotor insbesondere einen elektronisch kommutierten Gleichstrommotor (EC-Motor) und vorzugsweise für ein Gebläse.

[0002] Aus der Praxis ist seit über 20 Jahren insbesondere für den Leistungsbereich bis 5 kW der elektronisch kommutierte (EC)-Motor bekannt. Es handelt sich um einen kollektor- oder bürstenlosen Gleichstrommotor mit sehr gutem Wirkungsgrad auch bei kleinen Leistungen. Eine deutliche Wirkungsgradverbesserung beim EC-Motor ist durch den Wegfall der Schlupfverluste des Rotors, der Magnetisierungsverluste und der reduzierten Kupferverluste begründet. EC-Motoren können sowohl als Innenläufer- wie auch als Außenläufermotoren gebaut werden. Aussenläufer-EC-Motoren bieten wegen ihrer kompakten Bauart günstige Voraussetzungen im Ventilatorbau. Sie können beispielsweise direkt ins Laufrad integriert werden. Damit kann die Forderung nach Wegfall der Riemenantriebe in die Tat umgesetzt werden.

[0003] Aus der DE 69308338 T2 ist eine Bereitschaftsschaltung bekannt, um die Stromzufuhr zu einer Ansteuerstufe für einen Gleichstrommotor zu steuern oder regeln, im besonderen zu einem bürstenlosen Motor, der keine Fühler besitzt, um die Winkelstellung des Rotors abzutasten. Dabei besitzt die Ansteuerstufe einen Eingang für ein Bedarfssignal, das die gewünschte Drehzahl des Motors angibt, wobei das Bedarfssignal ein lineares Analogsignal oder ein digitales Signal mit Impulsbreitenmodulation (PWM-Signal) sein kann. Ferner enthält die Bereitschaftsschaltung:

- einen Eingangsanschluss, der mit dem Eingang der Ansteuerstufe verbunden werden soll;
- einen Kondensator;
- einen ersten und zweiten Stromgenerator;
- eine Umschaltstufe, die dazu dient, um wahlweise den ersten oder zweiten Stromgenerator mit dem Kondensator zu verbinden,
- eine erste Vergleicherstufe, deren Eingang mit dem Eingangsanschluss verbunden ist, während ihr Ausgang so an der Umschaltstufe liegt, dass dann, wenn das am Eingangsanschluss anliegende Signal einen vorgegebenen Schwellwert überschreitet, die Umschaltstufe den Kondensator mit dem ersten Stromgenerator verbindet, um den Kondensator mit einem konstanten Strom zu laden, und dann, wenn das Signal kleiner als der Schwellwert ist, die Umschaltstufe den Kondensator vom ersten Stromgenerator trennt und ihn so mit dem zweiten Generator verbindet, dass dieser ihn mit einem konstanten Strom entlädt; und
- eine zweite Vergleicherstufe, die dazu dient, um an ihrem Ausgang ein Steuersignal abzugeben, das dazu dient, um eine Stromzufuhr zur Ansteuer-

stufe zu ermöglichen, wenn die am Kondensator entwickelte Spannung einen vorgegebenen Schwellwert überschreitet.

[0004] Aus der Praxis sind noch weitere Motor- oder Gebläseabschaltungen über ein Relais oder einen Schalter bekannt.

[0005] Es ist ein Ziel der vorliegenden Erfindung, die Stillstandsverluste, d. h. den Stromverbrauch, eines insbesondere elektronisch kommutierten Motors vorzugsweise eines Gebläses zu verringern.

[0006] Dieses Ziel wird mit einem Elektromotor nach dem Anspruch 1 erreicht.

[0007] Der Grundgedanke der Erfindung ist, die Niederspannungsversorgung eines insbesondere elektronisch kommutierten Motors beispielsweise eines Gebläses abschaltbar auszuführen und mittels eines Mikroprozessors das Sollwertsignal, wie beispielsweise ein analoges oder PWM-Signal, zu überwachen und die Niederspannungsversorgung bei einem Abschaltsollwert von beispielsweise Null und insbesondere nach einer vorgegebenen Zeit nach Erreichen und Beibehalten des Abschaltsollwertes abzuschalten und bei einem definierten Einschaltsollwert von größer Null einzuschalten.

[0008] Es ist von Vorteil, dass sich die Stillstandsleistung des Motors auf insbesondere zumindest annähernd 20% oder weniger verringert, wie beispielsweise von 1,85 Watt auf weniger als 0,35 Watt. Damit wird eine wesentliche Energieeinsparung erreicht und die Energieeffizienz des Motors und somit des Gebläses deutlich gesteigert.

[0009] Insbesondere, aber nicht darauf beschränkt, ist die Erfindung vorteilhaft als Standby- oder Bereitschaftsschaltung in Heizungsanlagen zum Anschalten oder Standby-/Bereithalten der Niederspannungsversorgung bei der Steuerung des Gebläses eines Gasbrenners, bei dem das Gebläse leistungsabhängig gesteuert wird.

[0010] Erfindungsgemäß enthält der Elektromotor eine Logik-Niederspannungsversorgung und eine Steuerung mit einem Mikrokontroller und einem elektronischen Schaltelement, mittels dem die Motorlogik-Niederspannungsversorgung in Abhängigkeit von einem Sollwertsignal durch einen Mikrokontroller aus- und einschaltbar ist.

[0011] Vorzugsweise handelt es sich bei dem Elektromotor um einen elektronisch kommutierten Gleichstrommotor.

[0012] Der Elektromotor ist insbesondere Bestandteil eines Gebläses.

[0013] Vorzugsweise ist der Mikrokontroller ausgelegt, das Sollwertsignal im Zeitverlauf derart auszuwerten, dass die Motorlogik-Niederspannungsversorgung dann, wenn das Sollwertsignal über eine vorgegebene Zeitdauer einen Vorgabewert unterschreitet, mittels des elektronischen Schaltelementes abgeschaltet wird.

[0014] Es kann mit Vorteil ferner vorgesehen werden, dass der Mikrokontroller ausgelegt ist, selbst in Abhängigkeit von dem Sollwertsignal in einen "Sleep-Modus" bzw. Standby-Zustand überzugehen. Dabei kann insbesondere weiter vorgesehen sein, dass der Mikrokontroller ferner ausgelegt ist, das Sollwertsignal im Zeitverlauf derart auszuwerten, dass der Mikrokontroller dann, wenn das Sollwertsignal über eine vorgegebene Zeitdauer einen Vorgabewert unterschreitet, selbst in den "Sleep-Modus" bzw. Standby-Zustand übergeht.

[0015] Ferner ist der Mikrokontroller bevorzugt so ausgelegt, um im Sleep-Modus oder Standby-Zustand bei einer Änderung des Sollwertsignals aus dem "Sleep-Modus" oder Standby-Zustand in einen Betriebszustand überzugehen, eine Betätigung des elektronischen Schaltelementes zu veranlassen und die Motorlogik-Niederspannungsversorgung wieder einzuschalten.

[0016] Eine weitere vorzugsweise Ausgestaltung besteht darin, dass weiterhin eine Schnittstelleneinrichtung zur Zuführung des Sollwertsignals zu dem Mikrokontroller vorgesehen ist.

[0017] Der Mikrokontroller und/oder ggf. die Schnittstelleneinrichtung wird/werden während des "Sleep-Modus" oder Standby-Zustandes des Mikrokontrollers durch eine Hilfsversorgung mit Energie versorgt. Vorzugsweise ist die Hilfsversorgung eine spezielle leistungsarme Hilfsniederspannungsversorgung, insbesondere mit höchstens einem Zehntel der Leistungsaufnahme der Motorlogik-Niederspannungsversorgung. Alternativ oder zusätzlich kann ferner für die Hilfsversorgung vorgesehen sein, dass sie mittels eines hochohmigen Spannungsteilers mit Zenerdiode realisiert ist, wobei mit Vorzug weiter vorgesehen sein kann, dass diese Schaltung gleichzeitig als Entladekreis eines Zwischenkreiskondensators fungiert.

[0018] Bevorzugt handelt es sich bei dem Sollwertsignal um ein analoges Signal oder ein pulsbreitenmoduliertes Signal.

[0019] Weiterhin kann mit Vorzug vorgesehen sein, dass die Motorlogik-Niederspannungsversorgung die komplette Versorgung des Betriebs der Steuerung übernimmt, die vorzugsweise auf einer Leiterplatte aufgebaut ist.

[0020] Es ist außerdem bevorzugt, wenn die Motorbetrieb-Niederspannungsversorgung als Phasenanschnittsschaltung, als Abwärtswandler, als Schaltenteil oder vergleichbare Topologie aufgebaut ist.

[0021] Weitere bevorzugte und/oder vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung und ihrer einzelnen Aspekte ergeben sich aus den Ansprüchen und deren Kombinationen sowie den gesamten vorliegenden Anmeldungsunterlagen.

[0022] Die Erfindung wird anhand von Ausführungsbeispielen nachfolgend unter Bezugnahme auf die Zeichnung lediglich exemplarisch näher erläutert, in der

[0023] [Fig. 1](#) ein schematisches Blockschaltbild einer ersten Ausführungsform der Steuerung des Elektromotors zeigt,

[0024] [Fig. 2](#) ein schematisches Blockschaltbild einer konkreten Anwendung der Steuerung des Elektromotors zeigt, und

[0025] [Fig. 3](#) ein detailliertes Blockschaltbild einer konkreten Ausführungsform der Steuerung des Elektromotors zeigt.

[0026] Anhand der nachfolgend beschriebenen und in den Zeichnungen dargestellten Ausführungs- und Anwendungsbeispiele wird die Erfindung lediglich exemplarisch näher erläutert, d. h. sie ist nicht auf diese Ausführungs- und Anwendungsbeispiele oder auf die Merkmalskombinationen innerhalb dieser Ausführungs- und Anwendungsbeispiele beschränkt. Verfahrens- und Vorrichtungsmerkmale ergeben sich jeweils analog auch aus Vorrichtungs- bzw. Verfahrensbeschreibungen.

[0027] Einzelne Merkmale, die im Zusammenhang mit einem konkreten Ausführungsbeispiel angegeben und/oder dargestellt sind, sind nicht auf dieses Ausführungsbeispiel oder die Kombination mit den übrigen Merkmalen dieses Ausführungsbeispiels beschränkt, sondern können im Rahmen des technisch Möglichen, mit jeglichen anderen Varianten, auch wenn sie in den vorliegenden Unterlagen nicht gesondert behandelt sind, kombiniert werden.

[0028] Gleiche Bezugszeichen in den einzelnen Figuren und Abbildungen der Zeichnung bezeichnen gleiche oder ähnliche oder gleich oder ähnlich wirkende Komponenten. Anhand der Darstellungen in der Zeichnung werden auch solche Merkmale deutlich, die nicht mit Bezugszeichen versehen sind, unabhängig davon, ob solche Merkmale nachfolgend beschrieben sind oder nicht. Andererseits sind auch Merkmale, die in der vorliegenden Beschreibung enthalten, aber nicht in der Zeichnung sichtbar oder dargestellt sind, ohne weiteres für einen Fachmann ver-

ständig.

[0029] Die [Fig. 1](#) beschreibt eine Ansteuerschaltung für einen kollektorlosen Gleichstrommotor (M), wie sie z. B. für ein Gebläse verwendet werden kann.

[0030] Der Motor (M) wird über eine Leistungsstufe (1) angesteuert und kommutiert und wird mit einer Motorspannung von ca. 325 V DC betrieben. Ferner enthält die Schaltung einen EMV-Filter (2), der eingangsseitig mit dem Wechselspannungsnetz, vorzugsweise über einen EIN/AUS-Schalter verbunden ist und ausgangsseitig an einen Gleichrichter (3) angeschlossen ist. Der Gleichrichter (3) erzeugt eine Ausgangsgleichspannung (8) von ca. 325 V und versorgt, wie oben bereits erwähnt, die Leistungsstufe (1) des Motors (M).

[0031] Weiterhin ist eine Hilfsversorgung (4) und eine Niederspannungsversorgung (5) an die Ausgangsgleichspannung (8) angeschlossen.

[0032] Die Niederspannungsversorgung (5) dient der Spannungsversorgung von Bauteilen der Kommutierungselektronik des Motors (M) in der Leistungsstufe (1) und beträgt ca. 12 V DC.

[0033] Die Hilfsversorgung (4) dient der Spannungsversorgung des Mikrokontrollers (7) und der Schnittstelle (6).

[0034] Die Schnittstelle (6) weist einen Eingangsanschluss (FA) auf, der dem Kunden als Steuerleitung zum Betrieb des Motors zur Verfügung gestellt wird. Hier kann der Kunde mittels eines pulsweitenmodulierten Signals PWM oder eines analogen Signals (ANA) die Geschwindigkeit des Motors bzw. Gebläses steuern. Ausgangsseitig ist die Schnittstelle (6) an einen Mikrokontroller (7) angeschlossen, der einen SLEEP-Ausgang aufweist und mit der Niederspannungsversorgung verbunden ist. Es kann aber auch kein spezieller SLEEP-Ausgang vorgesehen sein, wobei dann lediglich der Ausgangspegel (0 oder 1) zu Aktionen in der Schaltung führt.

[0035] Weiterhin weist der Mikrokontroller einen Ausgang ST auf, der mit der Leistungsstufe 1 verbunden ist und zur Drehzahleinstellung dient.

Funktionsweise:

[0036] Beim Betrieb des Motors liegt an der Schnittstelle (6) am Anschluss (FA) z. B. ein PWM-Signal, dessen Impulsbreite ein Maß für Drehzahl des Motors darstellt. Man spricht hier von 0 bis 100% PWM, wobei der Motor bei 100% PWM seine Maximal-Drehzahl einnimmt (oder umgekehrt) und bei ca. 0% abgeschaltet wird.

[0037] Die Schnittstelle (6) gibt dieses Signal even-

tuell in der Spannungshöhe angepasst an den Mikrokontroller (7) weiter, der die Kommutierung des Motors entsprechend dem Eingangs-PWM-Signal durchführt und damit die Drehzahl des Motors bzw. Gebläses steuert. Die Drehzahlsteuerung des Motors erfolgt über die Steuerleitung ST zur Leistungsstufe 1.

[0038] Die Eingangsspannung, die der Kunde an den Eingang FA der Schnittstelle anlegen kann, kann auch aus einem analogen Signal von z. B. 0 bis 10 V bestehen, das dann als analoges Signal an den Mikrokontroller weitergegeben wird. In diesem Falle bedeuten ca. 0 V Stillstand des Motors und 10 V die volle Drehzahl.

[0039] Bei Reduzierung des PWM-Signals auf ca. 0% PWM bzw. ca. 0 V bei analoger Spannung am Eingang FA der Schnittstelle (6) wird der Motor ausgeschaltet. Zu diesem Zeitpunkt werden zunächst noch alle Bauteile bzw. Logikelemente entsprechend dem derzeitigen Betriebszustand der Schaltung bestrahlt bzw. mit Spannung versorgt.

[0040] Nach Ablauf einer kurzen festgelegten Zeitdauer, innerhalb der sich an den Eingangsanschlüssen FA der Schnittstelle (6) keine Veränderungen mehr ergeben, d. h. PWM-Signal auf 0% bzw. ANA = 0 V, geht der Mikrokontroller (7) in einen derartigen Zustand, dass er an seinem SLEEP-Ausgang ein Signal abgibt, das die Niederspannungsversorgung (5) abschaltet. Dadurch werden die Bauteile von Niederspannungsversorgung (5) und Leistungsendstufe (1) stromlos – Mikrokontroller (7) und Schnittstelle (6) werden dabei von der Hilfsversorgung (4) mit Spannung versorgt. In diesem Zustand ist nun die Leistungsaufnahme mindestens 10-fach geringer als in einem Ruhezustand, bei dem die Abschaltung der Niederspannungsversorgung nicht erfolgt.

[0041] Ändert sich das Signal FA am Eingang der Schnittstelle (6), so wird dieses Signal an den Mikrokontroller (7) weitergeleitet. Dadurch wird der Mikrokontroller veranlasst, das SLEEP-Zustands-Signal an seinem Ausgang zu beenden. Dies führt zur Wiedereinschaltung der Niederspannungsversorgung und damit zur normalen Spannungsversorgung der Motorlogik.

[0042] In der [Fig. 3](#) ist die in den [Fig. 1](#) und [Fig. 2](#) dargestellte erfinderische Lösung konkretisiert und mit einem ingenieurmäßig korrekten Blockschalbild wiedergegeben.

[0043] Die Niederspannungsversorgung (5) erzeugt aus den 325 V vom Zwischenkreis (25) die Versorgungsspannung für den Logikkreis (13,5 V) und puffert diese in einen Elektrolytkondensator.

[0044] Die Hilfsversorgung (StandBy-Versorgung)

(4) erzeugt aus dem Zwischenkreis (25) auf einfachste und billigste Weise in Form einer Spannungsteilerschaltung mit z. B. Zenerdiode (12 V) die Versorgungsspannung für die restliche Logik, nämlich den Mikrocontroller (7) und die Schnittstelle (6), während der StandBy Phase.

[0045] Die Versorgung des Mikrocontrollers (7) und der Schnittstelle (6) besteht aus Pufferkondensatoren und einem Festspannungsregler, der zum einen aus der Logikspannung sowie aus der Spannung aus der Hilfsversorgung (4) die notwendigen 5 V erzeugt um den Mikrocontroller (7) sowie die restliche Logik inklusive der Schnittstelle (6) im Normalbetrieb sowie auch in der StandBy Phase zu versorgen.

[0046] Der Mikrocontroller (7) ist neben den regulären Steuerfunktionen im Normalbetrieb die Software derart ausgelegt, das er den Schaltungsblock zur Erzeugung der Logikspannung an Hand bestimmter Parameter abschaltet.

[0047] Die Erfindung ist anhand der Ausführungsbeispiele in der Beschreibung und in der Zeichnung lediglich exemplarisch dargestellt und nicht darauf beschränkt, sondern umfasst alle Variationen, Modifikationen, Substitutionen und Kombinationen, die der Fachmann den vorliegenden Unterlagen insbesondere im Rahmen des Anspruchs und der allgemeinen Darstellungen in der Einleitung dieser Beschreibung sowie der Beschreibung der Ausführungsbeispiele entnehmen und mit seinem fachmännischen Wissen sowie dem Stand der Technik kombinieren kann. Insbesondere sind alle einzelnen Merkmale und Ausgestaltungsmöglichkeiten der Erfindung und ihrer Ausführungsbeispiele kombinierbar.

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

- DE 69308338 T2 [\[0003\]](#)

Patentansprüche

1. Elektromotor mit einer Motorlogik-Niederspannungsversorgung und einer Steuerung, die einen Mikrokontroller und ein elektronisches Schaltelement enthält, **dadurch gekennzeichnet**, dass mittels des elektronischen Schaltelementes die Motorlogik-Niederspannungsversorgung in Abhängigkeit von einem Sollwertsignal durch den Mikrokontroller aus- und einschaltbar ist.

2. Elektromotor nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Elektromotor ein insbesondere elektronisch kommutierter Gleichstrommotor (EC-Motor) ist.

3. Elektromotor nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass der Elektromotor Bestandteil eines Gebläses ist.

4. Elektromotor nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Mikrokontroller ausgelegt ist, das Sollwertsignal im Zeitverlauf derart auszuwerten, dass die Motorlogik-Niederspannungsversorgung dann, wenn das Sollwertsignal über eine vorgegebene Zeitdauer einen definierten Vorgabewert unterschreitet, mittels des elektronischen Schaltelementes abgeschaltet wird.

5. Elektromotor nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Mikrokontroller ausgelegt ist, selbst in Abhängigkeit von dem Sollwertsignal in einen "Schlafzustand" oder Standby-Zustand überzugehen.

6. Elektromotor nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass der Mikrokontroller ferner ausgelegt ist, das Sollwertsignal im Zeitverlauf derart auszuwerten, dass der Mikrokontroller dann, wenn das Sollwertsignal über eine vorgegebene Zeitdauer einen Vorgabewert unterschreitet, selbst in den "Sleep-Modus" bzw. Standby-Zustand übergeht.

7. Elektromotor nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Mikrokontroller so ausgelegt ist, dass er im "Sleep-Modus" oder Standby-Zustand bei einer Änderung des Sollwertsignals aus dem "Sleep-Modus" oder Standby-Zustand in einen Betriebszustand übergeht, eine Betätigung des elektronischen Schaltelementes veranlasst und die Motorbetrieb-Niederspannungsversorgung wieder einschaltet.

8. Elektromotor nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass eine Schnittstelleneinrichtung zur Zuführung des Sollwertsignals zu dem Mikrokontroller vorgesehen ist.

9. Elektromotor nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Mi-

crokontroller und/oder ggf. die Schnittstelleneinrichtung während des "Sleep-Modus" bzw. Standby-Zustandes des Mikrokontrollers durch eine Hilfsversorgung mit Energie versorgt wird.

10. Elektromotor nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass die Hilfsversorgung eine spezielle leistungsarme Hilfsniederspannungsversorgung ist, insbesondere mit höchstens einem Zehntel der Leistungsaufnahme der Motorlogik-Niederspannungsversorgung.

11. Elektromotor nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, dass diese Schaltung gleichzeitig als Entladekreis eines Zwischenkreiskondensators fungiert.

12. Elektromotor nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass es sich bei dem Sollwertsignal um ein analoges Signal oder ein pulsweitenmoduliertes Signal (PWM) handelt.

13. Elektromotor nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Motorlogik-Niederspannungsversorgung die komplette Versorgung des Betriebs der Steuerung übernimmt, die vorzugsweise auf einer Leiterplatte aufgebaut ist.

14. Elektromotor nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Motorlogik-Niederspannungsversorgung als Phasenanschnittsschaltung, als Abwärtswandler, als Schaltenteil oder vergleichbare Topologie aufgebaut ist.

Es folgen 3 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

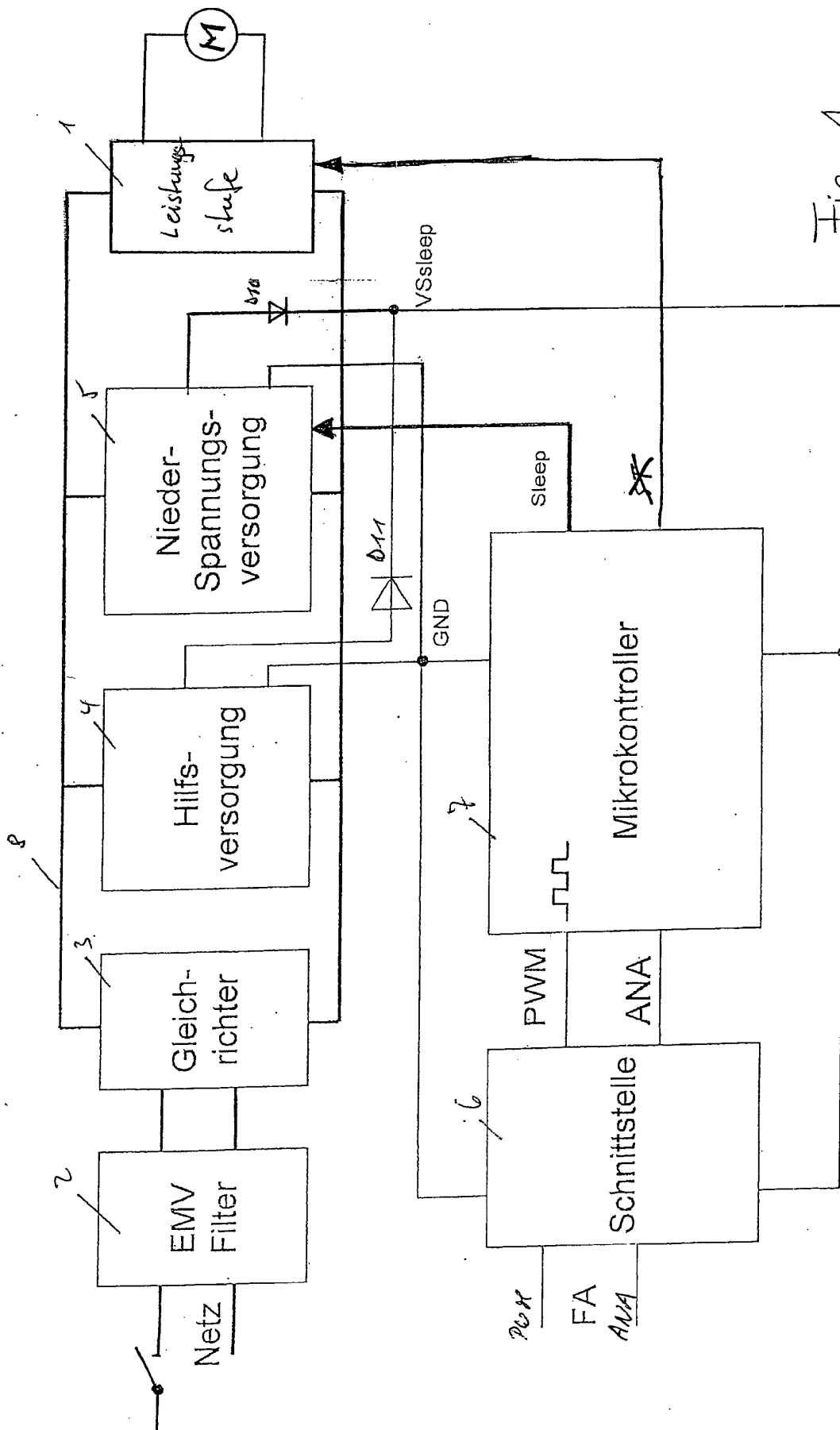


Fig. 1

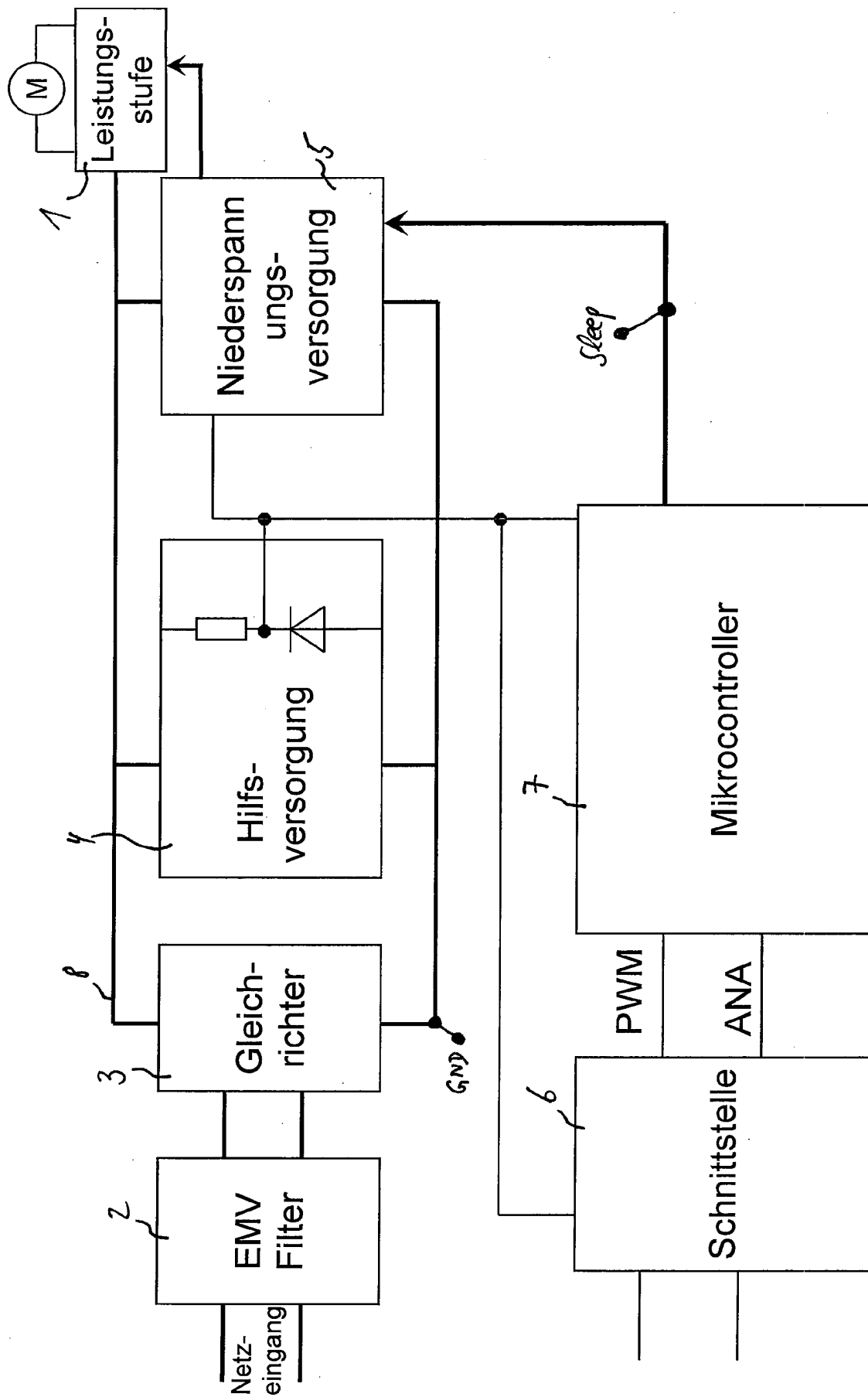


Fig. 2

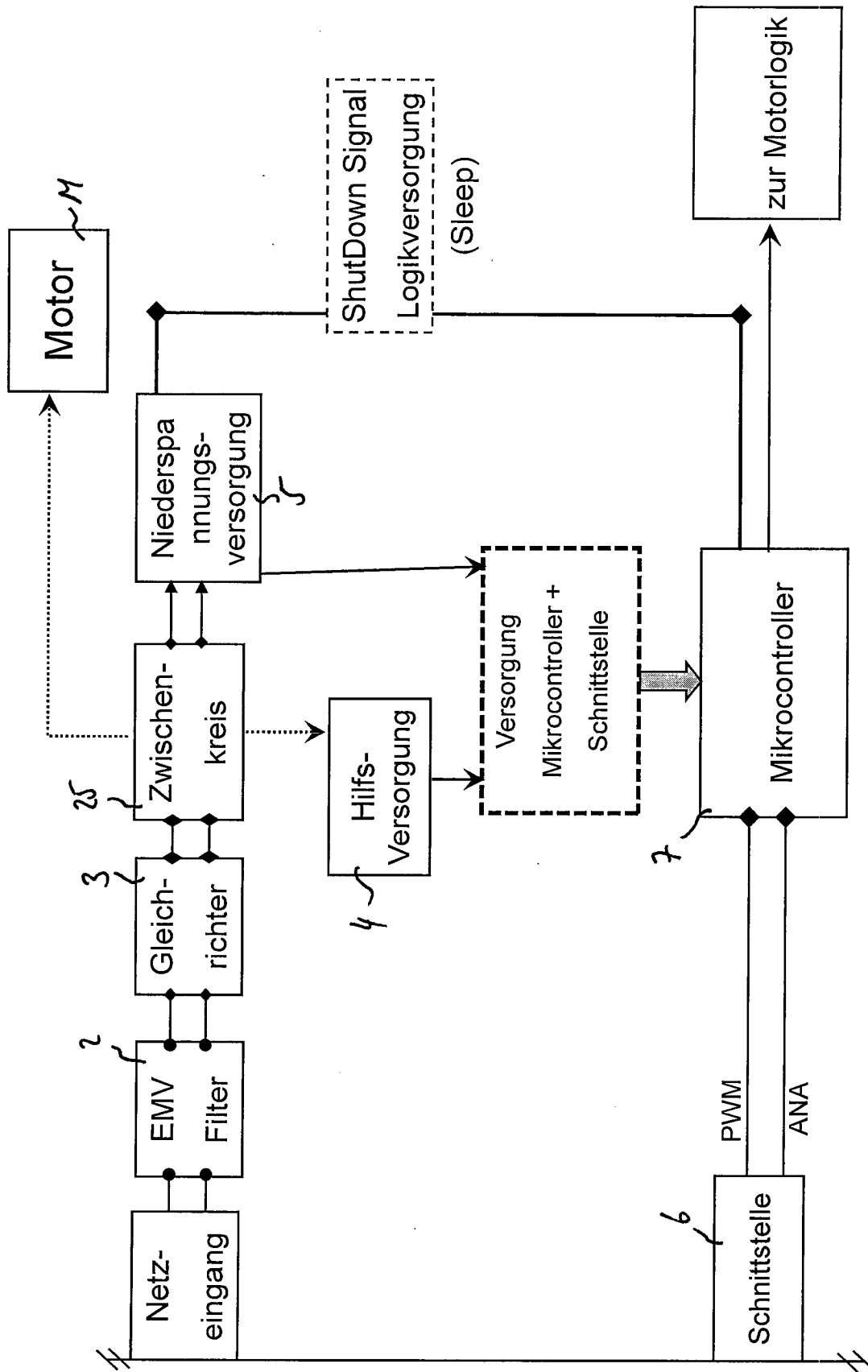


Fig. 3