



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
30.03.2016 Patentblatt 2016/13

(51) Int Cl.:
F02D 41/02 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **15183231.8**

(22) Anmeldetag: **01.09.2015**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR
Benannte Erstreckungsstaaten:
BA ME
Benannte Validierungsstaaten:
MA

- **König, Dr., Ralf**
21365 Adendorf (DE)
- **Schwab, Markus**
23879 Mölln (DE)
- **Grothe, Wolfgang**
21244 Buchholz (DE)
- **Lundelius, Jens**
22929 Schönberg (DE)

(30) Priorität: **04.09.2014 DE 102014112738**

(71) Anmelder: **STILL GmbH**
22113 Hamburg (DE)

(72) Erfinder:
• **Natrop, Britta**
20253 Hamburg (DE)

(74) Vertreter: **Geirhos, Johann**
Geirhos & Waller Partnerschaft
Patent- und Rechtsanwälte
Landshuter Allee 14
80637 München (DE)

(54) **VERFAHREN ZUR STEUERUNG EINER VERBRENNUNGSMOTORISCH ANGETRIEBENEN MOBILEN ARBEITSMASCHINE MIT RUßPARTIKELFILTER**

(57) Bei einem Verfahren zur Steuerung einer durch einen Dieselmotor (2) angetriebenen mobilen Arbeitsmaschine mit einem Rußpartikelfilter, mit einer Motorsteuerung, mit einer Fahrzeugsteuerung (8) und Erfassungsmitteln für einen Füllstand des Rußpartikelfilters sowie der Rußpartikelfiltertemperatur, überwacht die Fahrzeugsteuerung (8) den Füllstand des Rußpartikelfilters und die Rußpartikelfiltertemperatur, beurteilt die Notwendigkeit einer Rußpartikelfilterregeneration und, wenn die Motorsteuerung die Randbedingungen für eine Rußpartikelfilterregeneration nicht erreichen kann, insbesondere die Rußpartikelfiltertemperatur zu niedrig ist, erzeugt durch Ansteuerung von leistungsaufnehmenden Komponenten der mobilen Arbeitsmaschine eine Zusatzlast für den Dieselmotor (2).

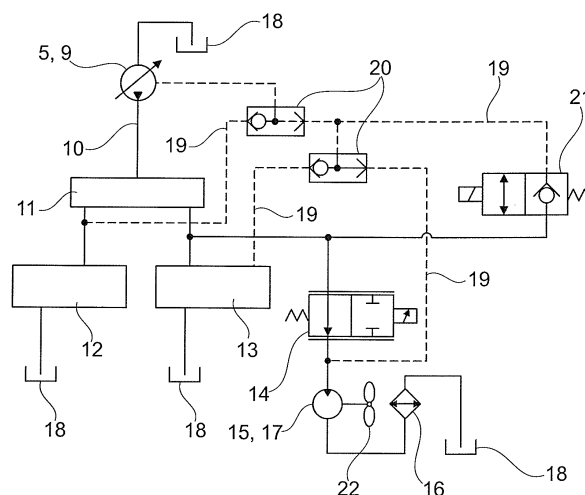


Fig. 2

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Steuerung einer durch einen Dieselmotor angetriebenen mobilen Arbeitsmaschine mit Rußpartikelfilter. Insbesondere betrifft die Erfindung ein Verfahren zur Steuerung einer durch einen Dieselmotor angetriebenen mobilen Arbeitsmaschine mit einem Rußpartikelfilter, mit einer Motorsteuerung, mit einer Fahrzeugsteuerung und Erfassungsmitteln für einen Füllstand des Rußpartikelfilters sowie der Rußpartikelfiltertemperatur sowie eine entsprechende mobile Arbeitsmaschine.

[0002] Mobile Arbeitsmaschinen und als Ausführungsform insbesondere Flurförderzeuge werden oftmals durch einen Verbrennungsmotor angetrieben. Unter den Verbrennungsmotoren sind neben in seltenen Fällen mit Benzin betriebenen und treibgasbetriebenen Verbrennungsmotoren vor allem Dieselmotoren üblich. Um die bestehenden und zukünftig zu erwartende Abgasnormen zu erfüllen, müssen diese Dieselmotoren Abgasreinigungssysteme aufweisen, beispielsweise einen Rußpartikelfilter.

[0003] Ein Beispiel für häufig zum Einsatz kommende Rußpartikelfilter sind permanent regenerierende (continuously regenerating trap bzw. CRT) die den angesammelten Ruß auf Basis chemischer Reaktionen in CO₂ umsetzen. Dabei ist in dem Rußpartikelfilter zumeist eine katalytische Beschichtung vorhanden, die die Funktion erfüllt, CO und HC zu oxidieren sowie weiterhin NO zu NO₂ und CO zu CO₂. permanent regenerierende Systeme bzw. CRT-Systeme können vor allem bei Nutzfahrzeugmotoren eingesetzt werden, die in der Nähe des maximalen Drehmoments, somit bei vergleichsweise hohen Stickoxid (NO_x)-Emissionen betrieben werden. Beispielsweise ist NO₂ ein aktiveres Oxidationsmittel als O₂ und bei solchen Systemen kann daher bereits bei relativ niedrigen Temperaturen eine Reaktion des Rußes mit NO₂ erreicht werden. Hierfür kann beispielsweise ein Oxidationskatalysator stromaufwärts des Rußpartikelfilters angeordnet werden, der NO zu NO₂ oxidiert. Nachteilig an diesem Stand der Technik ist jedoch, dass insbesondere bei Flurförderzeugen als Ausführungsbeispiel einer mobilen Arbeitsmaschine es vorkommen kann, dass die Einsatzbedingungen nur eine so extrem niedrige Auslastung des Flurförderzeugs verursachen, dass dieser chemische Prozess zum Rußabbau nicht stattfinden kann und der Rußpartikelfilter sich bis zur Beladungsgrenze füllt. In einem solchen Fall müssen die Flurförderzeuge dann abgestellt werden und es muss ein Prozess zur Reinigung des Rußpartikelfilters durchgeführt werden. Dadurch entstehen Ausfallzeiten und eventuell muss auch Arbeitszeit eingesetzt werden, um in einem speziellen Regenerationsbetrieb beispielsweise festgelegte Drehzahlen und eine Mindestbetriebstemperatur des Motors zu erreichen, die zu einem Freibrennen des Rußpartikelfilters führen.

[0004] Dieselmotoren für mobile Arbeitsmaschinen werden zumeist von den Motorenherstellern als komplet-

te Einheiten einschließlich aller Nebenaggregate und insbesondere auch der Motorsteuerung verkauft, beispielsweise als sogenannte Industriemotoren. Diese Steuerungen weisen Steuerzyklen auf, die nach unterschiedlichen Konzepten, abhängig von dem jeweiligen Hersteller des Dieselmotors, den Betrieb des Dieselmotors so steuern, dass eine Regeneration des Rußpartikelfilters möglich wird. Insbesondere wird die Abgastemperatur durch die motoreigenen Steuerungen angehoben, etwa durch die Gemischregelung. Allerdings ist es bei allen bekannten Systemen so, dass bei extrem niedriger Auslastung die physikalischen Grenzen erreicht werden und es den Motorsteuerungen nicht mehr gelingt, die Randbedingungen für eine Regeneration des Rußpartikelfilters zu erfüllen.

[0005] Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zur Steuerung einer verbrennungsmotorisch angetriebenen mobilen Arbeitsmaschine mit einem Rußpartikelfilter sowie eine entsprechende mobile Arbeitsmaschine zur Verfügung zu stellen, die die oben genannten Nachteile vermeiden und mit denen ein kontinuierlicher Betrieb des Rußpartikelfilters möglich ist.

[0006] Diese Aufgabe wird durch ein Verfahren mit den Merkmalen des unabhängigen Patentanspruchs 1 sowie eine mobile Arbeitsmaschine mit den Merkmalen des neben geordneten Anspruchs 18 gelöst. Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen angegeben.

[0007] Die Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, dass bei einem Verfahren zur Steuerung einer durch einen Dieselmotor angetriebenen mobilen Arbeitsmaschine mit einem Rußpartikelfilter, mit einer Motorsteuerung, mit einer Fahrzeugsteuerung und Erfassungsmitteln für einen Füllstand des Rußpartikelfilters sowie der Rußpartikelfiltertemperatur, die Fahrzeugsteuerung den Füllstand des Rußpartikelfilters und die Rußpartikelfiltertemperatur überwacht, die Notwendigkeit einer Rußpartikelfilterregeneration beurteilt und wenn die Motorsteuerung die Randbedingungen für eine Rußpartikelfilterregeneration nicht erreichen kann, insbesondere die Rußpartikelfiltertemperatur zu niedrig ist, durch Ansteuerung von leistungsaufnehmenden Komponenten der mobilen Arbeitsmaschine eine Zusatzlast für den Dieselmotor erzeugt.

[0008] Dadurch kann auch bei einer sehr geringen Auslastung der mobilen Arbeitsmaschine erreicht werden, dass die Motorsteuerung mit ihren Regelungszyklen den Rußpartikelfilter regenerieren kann, insbesondere auch in einem permanenten Regenerierungsverfahren betreiben kann. Vor allem bei Flurförderzeugen, wie etwa Gabelstaplern, wird verhindert, dass beim Betrieb im Winter im Außengelände sowie in Kühlhäusern bei gleichzeitig nur geringer Belastung die Randbedingungen für eine Rußpartikelfilterregeneration durch die Motorsteuerung nicht erreicht werden, insbesondere die Betriebstemperatur und vor allem die Abgastemperatur zu niedrig ist. Die Fahrzeugsteuerung überwacht dabei per-

manent den Füllstand des Rußpartikelfilters, dessen Temperatur und bewertet, ob eine Notwendigkeit für eine Regeneration des Rußpartikelfilters besteht. Wenn eine Notwendigkeit einer Regeneration besteht, wird die für den Dieselmotor notwendige Zusatzlast bestimmt, so dass die Motorsteuerung unter Randbedingungen arbeiten kann, in denen diese eine Regenerierung des Rußpartikelfilters durchführen kann, vor allem jedoch notwendige Abgastemperaturen erreicht werden können. Dieser Prozess findet andauernd statt und die Fahrzeugsteuerung passt eine Zusatzlast für den Dieselmotor kontinuierlich an den Bedarf an. Für die Bestimmung der Regenerationsnotwendigkeit wird vor allem auch die noch darstellbare Fahrzeugeinsatzzeit herangezogen. Dabei wird möglichst im Hinblick auf die Zusatzlast eine Minimierung hinsichtlich Größe und Zeitdauer angestrebt, da hierdurch ein erhöhter Kraftstoffverbrauch entsteht. Die leistungsaufnehmenden Komponenten der mobilen Arbeitsmaschine können dabei alle Arten von Arbeitsvorrichtungen sowie der Fährantrieb sein, bei denen durch entsprechende Schaltung und/oder spezielle Einrichtungen eine erhöhte Verlustleistung erzeugt wird bzw. die Möglichkeit einer Leistungsaufnahme besteht, ohne dass unerwünschte Effekte auftreten.

[0009] In einer vorteilhaften Ausgestaltung des Verfahrens beurteilt die Fahrzeugsteuerung weitere Regenerationsrandbedingungen, insbesondere ein bisheriges Einsatzprofil der mobilen Arbeitsmaschine.

[0010] Dies ermöglicht eine weitere Präzisierung der Steuerung der Zusatzlast.

[0011] Die Fahrzeugsteuerung kann den Füllstand des Rußpartikelfilters und/oder die Rußpartikelfiltertemperatur und/oder die Notwendigkeit einer Rußpartikelfilterregeneration von der Motorsteuerung abfragen.

[0012] Die genannten Parameterwerte stehen in der Motorsteuerung regelmäßig zur Verfügung. Soweit die Daten aus der Motorsteuerung über eine Schnittstelle abgefragt werden können, kann auf einfache Art und Weise die Fahrzeugsteuerung diese Parameterwert erhalten. Vorteilhaft lässt sich dann das beschriebene Verfahren allein durch Software ohne zusätzliche Bauelemente umsetzen, soweit keine Anpassung der leistungsaufnehmenden Komponenten erforderlich ist. Dies ist beispielsweise bei einem verbrennungsmotorisch-elektrischen Antriebsstrang möglich, bei dem durch einen Generator elektrische Energie erzeugt wird, die elektrischen Fahrmotoren zugeführt wird. Bei letzteren ist es möglich, ohne weitere mechanische Anpassung eine Verlustleistung zu erzeugen. Ebenfalls denkbar ist die Nutzung eines bereits vorhandenen Bremswiderstands für eine elektrische Bremse über die Fahrmotoren.

[0013] Die Zusatzlast kann durch eine Erhöhung des hydraulischen Drucks einer Hydraulikanlage erzeugt werden.

[0014] Vorteilhaft wird durch ein parallel zu hydraulischen Verbrauchern angeordnetes Schaltventil bei einer Load-Sensing-Regelung der Pumpendruck auf die Load-Sensing-Steuerleitung von der Fahrzeugsteuerung ge-

schaltet.

[0015] Bei einem klassischen Load-Sensing-System (LS-System), beispielsweise in Closed-Center Bauweise, wird der maximale Lastdruck aller hydraulischen Verbraucher an die Pumpe bzw. eine Lastdruckwaage zur Ansteuerung der Pumpe gemeldet. Im Leerlauf des Dieselmotors und wenn alle hydraulischen Verbrauchern keine Leistung abrufen, werden die LS-Drücke über die einzelnen Verbraucher entlastet und die Hydraulikpumpe wird auf die Regeldruckdifferenz der Lastdruckwaage als Ausgangsdruck zurück geschwenkt. Durch das Schaltventil wird der Ausgangsdruck der Hydraulikpumpe unmittelbar auf den LS-Steuerdruck geschaltet. Durch diese unmittelbare Addition der Regeldruckdifferenz wird der Ausgangsdruck der Hydraulikpumpe bis zum maximalen Systemdruck erhöht.

[0016] Ein hydraulischer Verbraucher kann ein Lüftermotor sein.

[0017] Der Lüftermotor für einen Motorkühler bzw. beispielsweise auch einen Hydraulikkühler muss bei einer mobilen Arbeitsmaschine und insbesondere bei einem Flurförderzeug im Regelfall während des Betriebs laufen, da kein nennenswerter Fahrtwind für einen Kühlluftstrom zur Verfügung steht. Der Lüftermotor kann beispielsweise ein hydraulischer Zahnradmotor sein, der durch ein Druckminderventil angesteuert wird. Der Lastdruck des Lüftermotors kann dann über eine Kaskade von Wechselventilen in die LS-Leitung geleitet werden zur Ansteuerung der Hydraulikpumpe.

[0018] In einer günstigen Ausgestaltung des Verfahrens wird ein Schaltventil in einer Load-Sensing-Leitung eines Lüftermotors in eine Sperrstellung von der Fahrzeugsteuerung geschaltet.

[0019] Der Druck der Hydraulikpumpe kann auf den maximalen Systemdruck erhöht werden, da die LS-Entlastung über den Verbraucher des Elektromotors bei gesperrtem Schaltventil nicht möglich ist.

[0020] In beiden zuvor beschriebenen Fällen kann die Zusatzlast in dem Hydrauliksystem weiter gesteigert werden, indem der Lüftermotor bei einer höheren Drehzahl betrieben wird, als für den Kühlzweck erforderlich wäre. Dadurch wird der Volumenstrom der Hydraulikpumpe erhöht und ergibt sich eine größere Zusatzlast, die durch das Produkt aus Druck und Volumenstrom bestimmt wird.

[0021] Vorteilhaft wird die Zusatzlast durch eine Erhöhung der hydraulischen Verlustleistung einer Hydraulikanlage erzeugt.

[0022] Es kann parallel zu einer Arbeitshydraulik eine Blende angeordnet sein, über die Hydraulikfluid in einen Tank abströmen kann.

[0023] Die Blende wird dabei als ein weiterer Verbraucher, an dem eine Verlustleistung entsteht. Diese Verlustleistung bildet die Zusatzlast und ist proportional zu dem Produkt aus Druck und Volumenstrom an der Blende.

[0024] Die Blende kann regelbar sein.

[0025] Ein Ventil zur Betätigung der Blende bzw. dass

die Blende bildet, kann dabei als Schalt- oder Proportionalventil ausgeführt sein

[0026] In günstiger Ausführungsform erzeugt die Blende einen Steuerdruck auf einer Load-Sensing-Leitung.

[0027] Dies ist umsetzbar mit einem Proportionalventil und einer entsprechenden LS-Rückführung und ermöglicht die Steuerung der hydraulischen Verlustleistung und somit der Zusatzlast. Bei nicht betätigtem Proportionalventil wird die LS-Leitung zu einem Tank hin entlastet.

[0028] Vorteilhaft ist parallel mit der Blende ein Lüftermotor angeordnet ist und das Hydraulikfluid aus beiden wird über einen Kühler in einen Tank abgeleitet, wobei an einem Zulauf von der Blende zu dem Kühler und von dem Lüftermotor zu dem Kühler jeweils ein Rückschlagventil angeordnet ist.

[0029] Wenn das Hydraulikfluid nach der Blende über einen Kühler zum Tank zurückgeführt werden soll, so sind zwei Rückschlagventile notwendig, um Wechselwirkungen mit dem zweiten Rücklauf des Lüftermotors zu dem Tank zu vermeiden.

[0030] Die Zusatzlast kann durch eine Erhöhung der elektrischen Verlustleistung eines verbrennungsmotorisch-elektrischen Fahrtriebs erzeugt werden.

[0031] Bei einem verbrennungsmotorisch-elektrischen Fahrtrieb erzeugt ein mit den Dieselmotor in Verbindung stehender Generator, bevorzugt ein dreiphasiger Drehstromgenerator, elektrischen Strom, der über einen Gleichrichter, einen Gleichspannungszwischenkreis und einen Umrichter an im Regelfall Drehstrommotoren als Fahrtriebsmotoren übertragen wird. Eine Zusatzlast lässt sich daher leicht erzeugen, wenn über elektrische Regelungen eine Belastung des Generators verursacht wird und vermehrt elektrische Leistung abgerufen wird, die einer Energiesenke zugeleitet wird.

[0032] Der Fahrmotor der mobilen Arbeitsmaschine kann eine Drehfeldmaschine sein und die elektrische Verlustleistung kann durch eine Erhöhung eines Fahrmotorenlängsfeldes erfolgen.

[0033] Bei einer Ausführung des Fahrmotors oder der Fahrmotoren als Drehfeldmaschine, wie etwa beispielsweise als asynchronem Drehstrommotor, ist eine Erhöhung der Feldstärke eines Längsfeldes in Bezug auf eine Achse des Fahrmotors ohne Einfluss auf die Drehmomentbildung. Diese erhöhten Staplerströme führen zu einer quadratisch zunehmenden Verlustleistung in den Statorwicklungen. Die dabei entstehende Abwärme wird über das für die Fahrmotoren vorgesehenen Kühlsystem abgeführt, etwa durch eine Luft- oder Flüssigkeitskühlung.

[0034] In einer Ausgestaltung des Verfahrens ist ein Fahrmotor der mobilen Arbeitsmaschine eine Drehfeldmaschine und erfolgt die elektrische Verlustleistung durch hochfrequente Fahrmotorquerfelder.

[0035] Die mechanischen Komponenten des Fahrtriebs einschließlich einer Torsionsfederwirkung der Reifen weist einen Dämpfungscharakter auf. Insgesamt ergibt sich ein Tiefpasscharakter der Achsmechanik, so dass hochfrequente Drehschwingungen des Fahr-

triebs kein Bewegungsmoment auf das Fahrzeug bewirken.

[0036] Vorteilhaft erfolgt die elektrische Verlustleistung durch eine Aufschaltung eines Bremswiderstandes.

[0037] Bei vielen mobilen Arbeitsmaschinen und insbesondere Flurförderzeugen steht eine elektrische Bremse zur Verfügung, indem elektrische Fahrtriebsmotoren in einem Generatorbetrieb elektrischer Leistung erzeugen. Diese Leistung wird oftmals in einem Bremswiderstand als Energiesenke vernichtet. Dabei wird der in den Drehstrommotoren entstehende Drehstrom über einen Frequenzumrichter, auch bezeichnet als Bremschopper, dem Bremswiderstand zugeleitet. Vorteilhaft kann der Bremswiderstand auch für die Erzeugung einer Zusatzlast für den Dieselmotor eingesetzt werden und ist insbesondere keine mechanische Änderung der mobilen Arbeitsmaschine oder des Flurförderzeugs erforderlich.

[0038] Die elektrische Verlustleistung kann durch Zuführung elektrischer Leistung zu einem elektrischen Energiespeicher eines Hybridsystems erfolgen, insbesondere einer Hochvoltbatterie und/oder eines Doppelkondensatorspeichers.

[0039] Wenn es sich bei der mobilen Arbeitsmaschine, insbesondere einem Flurförderzeug, um ein Hybridsystem handelt, dass neben dem Dieselmotor mit Generator zur Erzeugung von elektrischer Leistung auch Speichermöglichkeiten für die elektrische Leistung aufweist, so kann vorteilhaft der Gesamtwirkungsgrad verbessert werden und muss die Zusatzleistung nicht in reine Verlustleistung umgesetzt werden.

[0040] Es ist auch denkbar, eine Zusatzlast durch den bei einem Dieselmotor vorgesehenen Generator zum Aufladen der Starterbatterie, auch bezeichnet als Lichtmaschine, zu erzeugen. Auch bei dieser kann durch eine entsprechende elektrische Last eine Zusatzlast erzeugt werden.

[0041] Die Aufgabe wird auch gelöst durch eine mobile Arbeitsmaschine mit einem Antrieb durch einen Dieselmotor mit einem Rußpartikelfilter, mit einer Motorsteuerung, sowie mit einer Fahrzeugsteuerung, bei der die Fahrzeugsteuerung durch ein parallel zu hydraulischen Verbrauchern angeordnetes Schaltventil bei einer Load-Sensing-Regelung den Pumpendruck auf die Load-Sensing-Steuerleitung schalten kann, oder ein Schaltventil in einer Load-Sensing-Leitung eines Lüftermotors in eine Sperrstellung schalten kann, oder eine regelbare Blende parallel zu einer Arbeitshydraulik ansteuern kann, insbesondere eine Blende, die einen Steuerdruck auf einer Load-Sensing-Leitung erzeugen kann.

[0042] Die Mobile Arbeitsmaschine weist die bereits zuvor genannten Vorteile auf. Durch die verschiedenen, alternativen Möglichkeiten der Erzeugung einer zusätzlichen Last für den Dieselmotor kann das zuvor beschriebene Verfahren durchgeführt werden. Grundsätzlich ist es auch denkbar, dass die alternativ dargestellten Möglichkeiten auch alle drei gleichzeitig oder je zwei zugleich zum Einsatz kommen.

[0043] Vorteilhaft sind Erfassungsmitteln für einen Füllstand des Rußpartikelfilters sowie die Rußpartikelfiltertemperatur vorhanden sind und führt die Fahrzeugsteuerung ein zuvor beschriebenes Verfahren durch.

[0044] Bei den zuvor genannten Varianten mit einem verbrennungsmotorisch-elektrischen Antriebsstrang ist dann keine mechanische Anpassung erforderlich und kann das beschriebene Verfahren bzw. die beschriebene mobile Arbeitsmaschine allein durch eine softwaremäßige Anpassung umgesetzt werden.

[0045] Die mobile Arbeitsmaschine kann ein Flurförderzeug sein.

[0046] Gerade bei Flurförderzeugen ergeben sich durch die Erfindung große Vorteile. Abhängig von der jeweiligen Einsatzsituation in einem Betriebsgelände werden Gabelstapler teilweise nur mit sehr geringer Auslastung bei Bedarf eingesetzt. Wenn dies auch noch in einem Kühlhaus oder im Winter in einem Freigelände der Fall ist, kann durch die Erfindung dennoch eine kontinuierliche Regeneration des Rußpartikelfilters sichergestellt werden und ergeben sich keine Beeinträchtigungen des Betriebs oder Ausfallzeiten. Es wird auch die Gefahr von Schäden des Rußpartikelfilters vermieden.

[0047] Durch die Erfindung werden Ausfallzeiten eines Flurförderzeugs bzw. einer mobilen Arbeitsmaschine vermieden. Durch eine optimierte Aufprägung einer Zusatzlast kommt es zu einer Minimierung des für eine sichere Rußpartikelfilterregeneration notwendigen Kraftstoffmeherverbrauchs. Es ergibt sich auch kein Einfluss der Rußpartikelfilterregeneration auf die Einsetzbarkeit des Flurförderzeugs. In der Regel ist davon auszugehen, dass von einem Fahrer die Durchführung des Verfahrens nicht oder nur minimal wahrgenommen wird und daher auch von einer großen Akzeptanz bei den Fahrern auszugehen ist.

[0048] Weitere Vorteile und Einzelheiten der Erfindung werden anhand der in den schematischen Figuren dargestellten Ausführungsbeispiele näher erläutert. Hierbei zeigt

Fig. 1 schematisch den Leistungsfluss bei einer mobilen Arbeitsmaschine, bei der das erfindungsgemäße Verfahren zum Einsatz kommt,

Fig. 2 schematisch einen hydraulischen Schaltplan einer erfindungsgemäßen mobilen Arbeitsmaschine,

Fig. 3 schematisch einen hydraulischen Schaltplan einer weiteren erfindungsgemäßen mobilen Arbeitsmaschine,

Fig. 4 schematisch einen hydraulischen Schaltplan einer weiteren erfindungsgemäßen mobilen Arbeitsmaschine,

Fig. 5 schematisch einen hydraulischen Schaltplan einer weiteren erfindungsgemäßen mobilen Ar-

beitsmaschine und

Fig. 6 schematisch einen verbrennungsmotorisch elektrischen Antriebsstrang einer weiteren erfindungsgemäßen mobilen Arbeitsmaschine.

[0049] Die Fig. 1 zeigt schematisch den Leistungsfluss bei einer mobilen Arbeitsmaschine, bei der das erfindungsgemäße Verfahren zum Einsatz kommt. Ein Verbrennungsmotor 1 als Dieselmotor 2 treibt einen Fahrtrieb 3 an, der wiederum die Antriebsräder 4 einer Antriebsachse antreibt. Daneben wird von dem Dieselmotor 2 auch mindestens eine Hydraulikpumpe 5 angetrieben, die eine Arbeitshydraulik 6 mit Hydraulikfluid versorgt, beispielsweise einen Hubmast 7 im Falle eines Flurförderzeugs als Beispiel einer mobilen Arbeitsmaschine. Der Dieselmotor 2 weist dabei eine eigene Motorsteuerung auf, die grundsätzlich auch die Rußpartikelfilterregenerierung steuert.

[0050] Eine Fahrzeugsteuerung 8 erhält Daten und Parameterwerte von dem Dieselmotor 2 bzw. dessen Motorsteuerung und von dem Fahrtrieb 3 wie auch der Hydraulikpumpe 5 bzw. der Hydraulik. Die Fahrzeugsteuerung 8 erzeugt durch Ansteuerung von leistungsaufnehmenden Komponenten der mobilen Arbeitsmaschine eine Zusatzlast für den Dieselmotor 2, wenn die Randbedingungen nicht mehr gegeben sind, unter denen die Motorsteuerung eine Rußpartikelfilterregenerierung durchführen kann und wenn eine Rußpartikelfilterregenerierung erforderlich ist.

[0051] Die Fig. 2 zeigt schematisch einen hydraulischen Schaltplan einer erfindungsgemäßen mobilen Arbeitsmaschine. Das System der Arbeitshydraulik besteht aus einem Load-Sensing-System (LS-System) in Closed Center Bauweise. Die Hydraulikpumpe 5 in Form einer Verstellpumpe 9 führt über eine Förderleitung 10 den Förderdruck zunächst einem Prioritätsventil 11 zu, das bevorzugt den Förderdruck einer Lenkung 12 der mobilen Arbeitsmaschine bzw. des Flurförderzeugs zuführt. Weiterhin wird über das Prioritätsventil 11 eine Arbeitshydraulik 13 mit Hydraulikfluid versorgt. Ebenfalls wird von dem Prioritätsventil 11 über ein zur Steuerung dienendes Druckminderventil 14 ein Lüftermotor 15 mit Hydraulikfluid versorgt, der zum Antrieb eines Lüfters 22 dient. Durch den Lüfter 22 wird ein Kühler 16, in dem vorliegenden Ausführungsbeispiel ein Hydraulikfluidkühler, mit einem Kühlluftstrom versorgt. Der Kühler 16 kann auch noch kombiniert sein mit einem Kühler für das Motorkühlmittel oder allein aus diesem bestehen. Von dem Lüftermotor 15, der als hydraulischer Zahnradmotor 17 ausgebildet ist, fließt das Hydraulikfluid über den Kühler 16 in einen Tank 18 ab.

[0052] Von der Lenkung 12, der Arbeitshydraulik 13 und dem Lüftermotor 15 wird jeweils der Lastdruck abgegriffen und über eine LS-Leitung 19 und eine Kaskade aus Wechselventilen 20 einer nicht näher dargestellten LS-Steuerung der Verstellpumpe 9 zugeführt.

[0053] Durch ein Schaltventil 21, dass parallel zu der

Arbeitshydraulik 13 und dem Lüftermotor 15 angeordnet ist, wird bei einer Zusatzlast der Förderdrucks direkt auf die LS-Leitung 19 geschaltet. Wenn das Schaltventil 21 nicht geschaltet ist, findet ein Normalbetrieb statt mit der bekannten LS-Regelung, bei der im Leerlauf des Dieselmotors die einzelnen LS-Drücke über die einzelnen Verbraucher entlastet werden. Die Verstellpumpe 9 wird auf die Regeldruckdifferenz zurück geregelt und geschwenkt. Wird das Schaltventil 21 geschaltet, so wird der anstehende Förderdruck der Verstellpumpe 9 über die LS-Leitung 19 und die Wechselventile 20 an die LS-Steuerung zurückgemeldet. Dadurch wird die Regeldruckdifferenz auf den LS-Druck als Rückführgröße der Regelung unmittelbar aufaddiert und die Verstellpumpe 9 bis zur Förderung des maximalen Systemdrucks aufgeschwenkt.

[0054] Die Zusatzlast kann weiter gesteigert werden, indem der Lüftermotor 15 mit einer höheren Drehzahl betrieben wird, um den Volumenstrom des Hydraulikfluids zu erhöhen. Dies kann erfolgen, indem das Druckregelventil 14 weiter geöffnet wird.

[0055] Die Fig. 3 zeigt schematisch einen hydraulischen Schaltplan einer weiteren erfindungsgemäßen mobilen Arbeitsmaschine. Bauteile und Komponenten, die mit denjenigen des vorherigen Ausführungsbeispiels übereinstimmen, sind mit denselben Bezugszeichen versehen. Das System der Arbeitshydraulik besteht aus dem Load-Sensing-System (LS-System) in Closed Center Bauweise. Die Hydraulikpumpe 5 als Verstellpumpe 9 führt über die Förderleitung 10 den Förderdruck dem Prioritätsventil 11 zu, das bevorzugt den Förderdruck der Lenkung 12 zuführt und nachrangig der Arbeitshydraulik 13. Über das der Drehzahlregelung dienende Druckminderventil 14 wird der Lüftermotor 15 zum Antrieb des Lüfters 22 für den Kühler 16 mit Hydraulikfluid versorgt. Von den Kühler 16 fließt das Hydraulikfluid in den Tank 18 ab.

[0056] Der Lastdruck der Lenkung 12, der Arbeitshydraulik 13 und des Lüftermotors 15 wird über die LS-Leitung 19 und die Kaskade aus den Wechselventilen 20 einer nicht näher dargestellten LS-Steuerung der Verstellpumpe 9 zugeführt.

[0057] Ein Schaltventil 22 ist in einer LS-Leitung 23 des Lüftermotors 15 angeordnet. Der Förderdrucks der Verstellpumpe 9 kann auf den maximalen Systemdruck erhöht werden, da die LS-Entlastung über den Verbraucher Lüftermotor 15 nicht möglich ist.

[0058] Auch bei diesem Ausführungsbeispiel kann über das Druckregelventil 14 die Zusatzlast weiter gesteigert werden, indem der Lüftermotor 15 mit einer höheren Drehzahl und damit erhöhtem Volumenstrom betrieben wird.

[0059] Die Fig. 4 zeigt schematisch einen hydraulischen Schaltplan einer weiteren erfindungsgemäßen mobilen Arbeitsmaschine. Das System der Arbeitshydraulik besteht aus dem Load-Sensing-System (LS-System) in Closed Center Bauweise. Die Hydraulikpumpe 5 als Verstellpumpe 9 führt über die Förderleitung 10 den Förderdruck dem Prioritätsventil 11 zu, das bevorzugt

den Förderdruck der Lenkung 12 zuführt und nachrangig der Arbeitshydraulik 13. Über das der Drehzahlregelung dienende Druckminderventil 14 wird der Lüftermotor 15 zum Antrieb des Lüfters 22 für den Kühler 16 mit Hydraulikfluid versorgt. Von den Kühler 16 fließt das Hydraulikfluid in den Tank 18 ab.

[0060] Der Lastdruck der Lenkung 12, der Arbeitshydraulik 13 und des Lüftermotors 15 wird über die LS-Leitung 19 und die Kaskade aus den Wechselventilen 20 der LS-Steuerung der Verstellpumpe 9 zugeführt.

[0061] Parallel zu der Arbeitshydraulik 13 und dem Lüftermotor 15 ist eine Blende 24 angeordnet, die als Proportionalventil 25 ausgebildet ist, das mit zunehmender Drosselung einen Steuerdruck für eine LS-Leitung 26 erzeugt. Von der Blende 24 strömt das Hydraulikfluid in den Tank 18.

[0062] Wenn das Proportionalventil 25 zunehmend geschlossen wird und die Blende 24 eine ansteigende Drosselwirkung erzeugt, entsteht eine Zusatzlast für den Dieselmotor 2. Diese Zusatzlast wird noch dadurch verstärkt, dass über die LS-Regelung die Leistung der Verstellpumpe 9 erhöht wird, die gegen die Blende 24 arbeitet.

[0063] Die Fig. 5 zeigt schematisch einen hydraulischen Schaltplan einer weiteren erfindungsgemäßen mobilen Arbeitsmaschine. Der Aufbau entspricht dabei demjenigen der Fig. 4 mit, Hydraulikpumpe 5 als Verstellpumpe 9, Förderleitung 10, Prioritätsventil 11, Lenkung 12, Arbeitshydraulik 13, Druckminderventil 14, Lüftermotor 15 zum Antrieb des Lüfters 22 und dem Kühler 16, von dem das Hydraulikfluid in den Tank 18 abfließt.

[0064] Der Lastdruck der Lenkung 12, der Arbeitshydraulik 13 und des Lüftermotors 15 wird über die LS-Leitung 19 und die Kaskade aus den Wechselventilen 20 der LS-Steuerung der Verstellpumpe 9 zugeführt. Parallel zu der Arbeitshydraulik 13 ist die Blende 24 als Proportionalventil 25 angeordnet mit der LS-Leitung 26.

[0065] Gegenüber der Ausführungsform der Fig. 4 ist zusätzlich nach der Blende 24 das Hydraulikfluid über den Kühler 16 geführt. Deshalb sind zwei Rückschlagventile 27 in der Zulaufleitung 28 von dem Lüftermotor 15 und in der Zulaufleitung 29 von der Blende 24 angeordnet, um Wechselwirkungen zu vermeiden.

[0066] Die Fig. 6 zeigt schematisch einen verbrennungsmotorisch-elektrischen Antriebsstrang einer weiteren erfindungsgemäßen mobilen Arbeitsmaschine. Der Dieselmotor 2 ist mit der Hydraulikpumpe 5, die als Verstellpumpe 9 ausgeführt ist, und mit einem Generator 30 verbundenen, die er antreibt. Die von dem Generator 30, der ein Drehstromgenerator 31 ist, erzeugte elektrische Leistung wird durch einen Gleichrichter 32 in einen Gleichspannungszwischenkreis 33 gespeist. Aus dem Gleichspannungszwischenkreis 33 wird ein Umrichter 34 mit elektrischer Energie versorgt, der einen Fahrmotor 35 als Fahrentrieb 3 ansteuert. Der Fahrmotor 35 ist als Drehfeldmaschine 36 ausgebildet und treibt die Antriebsräder 37 an.

[0067] Mit dem Gleichspannungszwischenkreis 33

kann ein Bremswiderstand 38 über einen Bremsschalter 39 verbunden werden. Ebenso kann über einen weiteren Umrichter 40 ein Doppelkondensatorspeicher 41 oder Ultracup-Speicher mit dem Gleichspannungszwischenkreis 33 verbunden werden.

[0068] Die Fahrzeugsteuerung 8 kann, um eine Zusatzlast zu erzeugen, das Längsfeld der Statorwicklungen der Drehfeldmaschine 36 erhöhen. Alternativ oder zusätzlich kann auch das Querfeld der Statorwicklungen der Drehfeldmaschine 36 mit einem hochfrequenten Strom beschaltet werden.

[0069] Ebenso ist es möglich, eine Zusatzlast zu erzeugen, indem über den Bremsschalter 39 der Bremswiderstand 38 eingeschaltet wird und in dem Bremswiderstand 38 elektrische Energie in Wärme umgewandelt wird. Um Leistungsverluste zu vermeiden, ist es bei dem hier dargestellten Hybridsystem auch möglich, über den weiteren Umrichter 40 elektrische Energie in dem Doppelkondensatorspeicher 41 zu laden und dadurch eine Zusatzlast zu erzeugen.

[0070] In allen vorgenannten Fällen in steht die Zusatzlast für den Dieselmotor 2 dadurch, dass der Generator 30 ein größeres Lastmoment aufweist.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Steuerung einer durch einen Dieselmotor (2) angetriebenen mobilen Arbeitsmaschine mit einem Rußpartikelfilter, mit einer Motorsteuerung, mit einer Fahrzeugsteuerung (8) und Erfassungsmitteln für einen Füllstand des Rußpartikelfilters sowie der Rußpartikelfiltertemperatur, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Fahrzeugsteuerung (8) den Füllstand des Rußpartikelfilters und die Rußpartikelfiltertemperatur überwacht, die Notwendigkeit einer Rußpartikelfilterregeneration beurteilt und, wenn die Motorsteuerung die Randbedingungen für eine Rußpartikelfilterregeneration nicht erreichen kann, insbesondere die Rußpartikelfiltertemperatur zu niedrig ist, durch Ansteuerung von leistungsaufnehmenden Komponenten der mobilen Arbeitsmaschine eine Zusatzlast für den Dieselmotor (2) erzeugt.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Fahrzeugsteuerung weitere Regenerationsrandbedingungen beurteilt, insbesondere ein bisheriges Einsatzprofil der mobilen Arbeitsmaschine.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Fahrzeugsteuerung den Füllstand des Rußpartikelfilters und/oder die Rußpartikelfiltertemperatur und/oder die Notwendigkeit einer Rußpartikelfilterregeneration von der Motorsteuerung ab-

fragt.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Zusatzlast durch eine Erhöhung des hydraulischen Drucks einer Hydraulikanlage erzeugt wird.
5. Verfahren nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** durch ein parallel zu hydraulischen Verbrauchern angeordnetes Schaltventil (21) bei einer Load-Sensing-Regelung der Pumpendruck auf die Load-Sensing-Steuerleitung (19) von der Fahrzeugsteuerung (8) geschaltet wird.
6. Verfahren nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein hydraulischer Verbraucher ein Lüftermotor (15) ist.
7. Verfahren nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein Schaltventil (22) in einer Load-Sensing-Leitung (23) eines Lüftermotors (15) in eine Sperrstellung von der Fahrzeugsteuerung (8) geschaltet wird.
8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Zusatzlast durch eine Erhöhung der hydraulischen Verlustleistung einer Hydraulikanlage erzeugt wird.
9. Verfahren nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** parallel zu einer Arbeitshydraulik (13) eine Blende (24) angeordnet ist, über die Hydraulikfluid in einen Tank (18) abströmen kann.
10. Verfahren nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Blende (24) regelbar ist.
11. Verfahren nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Blende (24) einen Steuerdruck auf einer Load-Sensing-Leitung (26) erzeugt.
12. Verfahren nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** parallel mit der Blende (24) ein Lüftermotor (15) angeordnet ist und das Hydraulikfluid aus beiden über einen Kühler (16) in einen Tank (18) abgeleitet wird, wobei an einem Zulauf (18) von der Blende (24) zu dem Kühler (16) und von dem Lüftermotor (15) zu dem Kühler (16) jeweils ein Rückschlagventil (27) angeordnet ist.

13. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 10,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Zusatzlast durch eine Erhöhung der elektrischen Verlustleistung eines verbrennungsmotorisch-elektrischen Fahrtriebs erzeugt wird. 5
14. Verfahren nach Anspruch 13,
dadurch gekennzeichnet,
dass ein Fahrmotor (35) der mobilen Arbeitsmaschine eine Drehfeldmaschine (36) ist und die elektrische Verlustleistung durch eine Erhöhung eines Fahrmotorlängsfeldes erfolgt. 10
15. Verfahren nach Anspruch 13 oder 14,
dadurch gekennzeichnet,
dass ein Fahrmotor (35) der mobilen Arbeitsmaschine eine Drehfeldmaschine (36) ist und die elektrische Verlustleistung durch hochfrequente Fahrmotorquerfelder erfolgt. 15
20
16. Verfahren nach einem der Ansprüche 13 bis 15,
dadurch gekennzeichnet,
dass die elektrische Verlustleistung durch eine Aufschaltung eines Bremswiderstandes (38) erfolgt. 25
17. Verfahren nach einem der Ansprüche 13 bis 16,
dadurch gekennzeichnet,
dass die elektrische Verlustleistung durch Zuführung elektrischer Leistung zu einem elektrischen Energiespeicher eines Hybridsystems erfolgt, insbesondere einer Hochvoltbatterie und/oder einem Doppelkondensatorspeicher (41). 30
18. Mobile Arbeitsmaschine mit einem Antrieb durch einen Dieselmotor mit einem Rußpartikelfilter, mit einer Motorsteuerung, sowie mit einer Fahrzeugsteuerung (8),
dadurch gekennzeichnet,
dass die Fahrzeugsteuerung (8) durch ein parallel zu hydraulischen Verbrauchern angeordnetes Schaltventil (21) bei einer Load-Sensing-Regelung den Pumpendruck auf die Load-Sensing-Steuerleitung (19) schalten kann, oder ein Schaltventil (22) in einer Load-Sensing-Leitung (23) eines Lüftermotors (15) in eine Sperrstellung schalten kann, oder eine regelbare Blende (24) parallel zu einer Arbeitshydraulik(13) ansteuern kann, insbesondere eine Blende (24), die einen Steuerdruck auf einer Load-Sensing-Leitung (26) erzeugen kann. 35
40
45
50
19. Mobile Arbeitsmaschine nach Anspruch 18,
dadurch gekennzeichnet,
dass Erfassungsmitteln für einen Füllstand des Rußpartikelfilters sowie die Rußpartikelfiltertemperatur vorhanden sind und die Fahrzeugsteuerung (8) ein Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 12 durchführt. 55
20. Mobile Arbeitsmaschine nach Anspruch 18 oder 19,
dadurch gekennzeichnet,
dass die mobile Arbeitsmaschine ein Flurförderzeug ist.

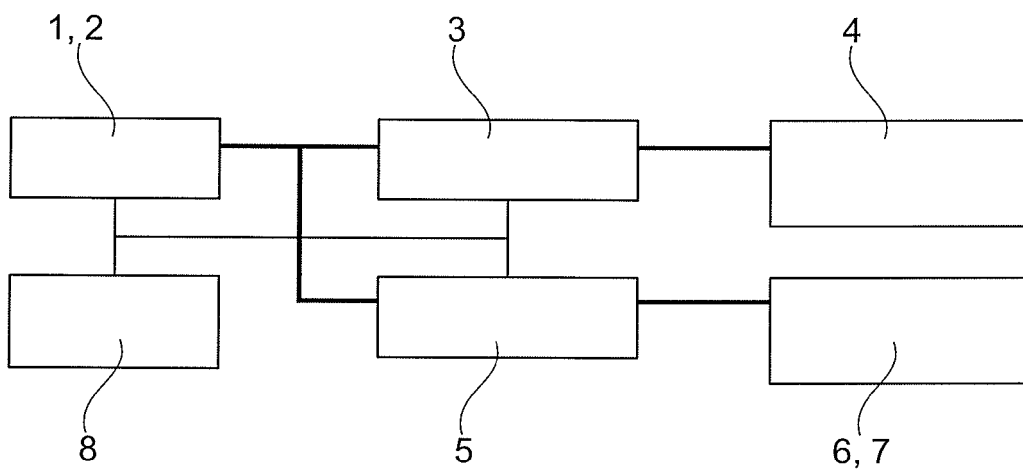


Fig. 1

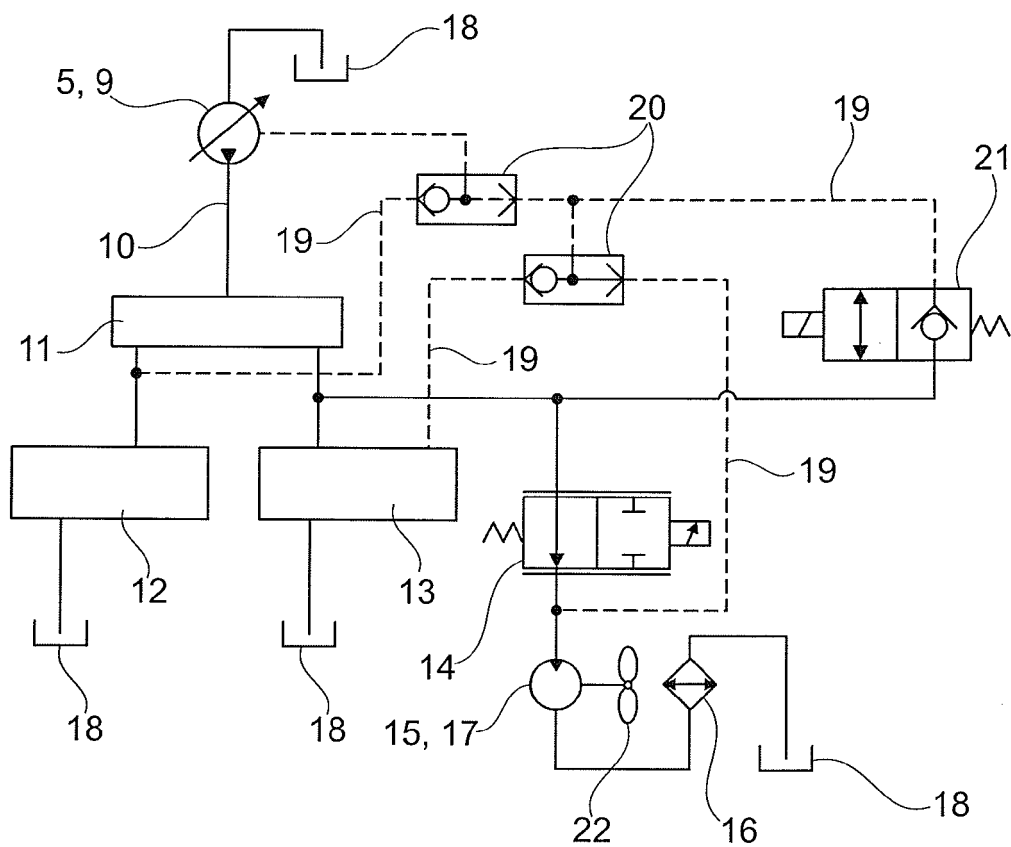


Fig. 2

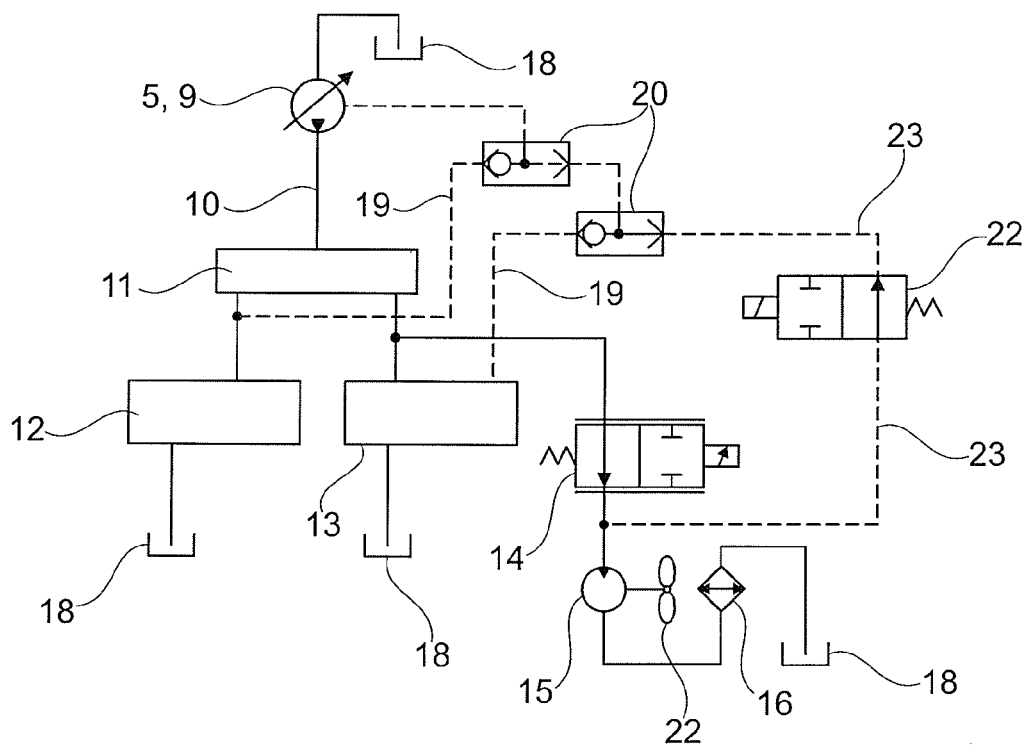


Fig. 3

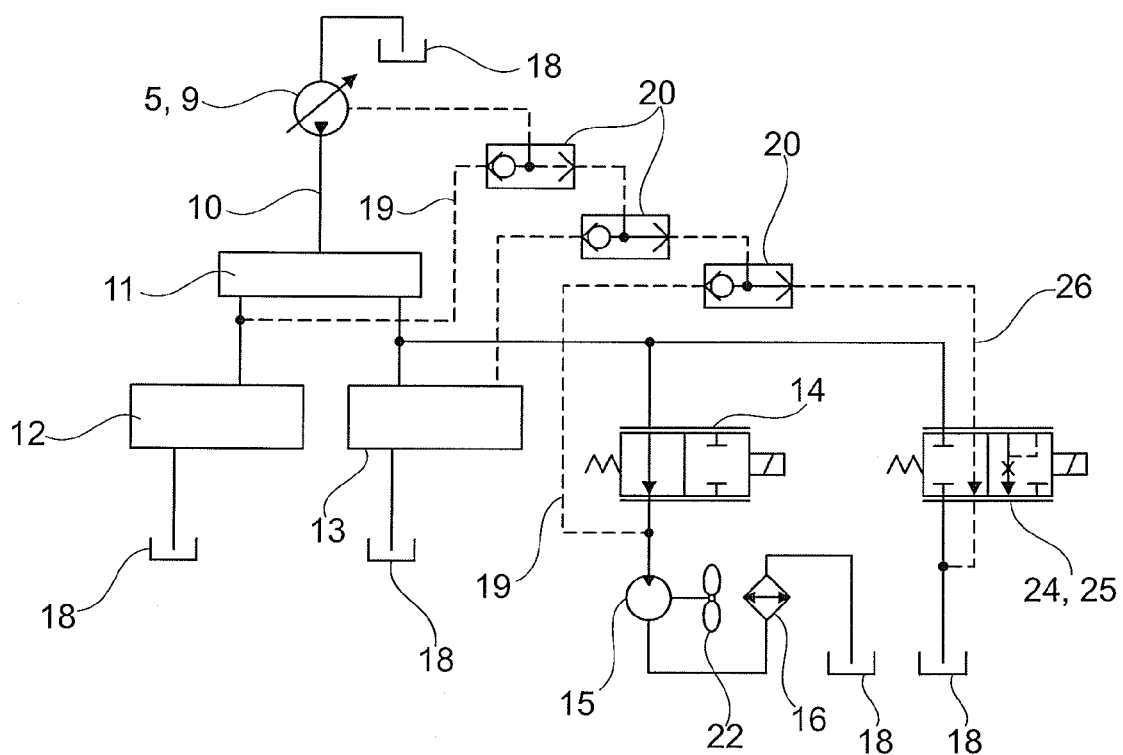


Fig. 4

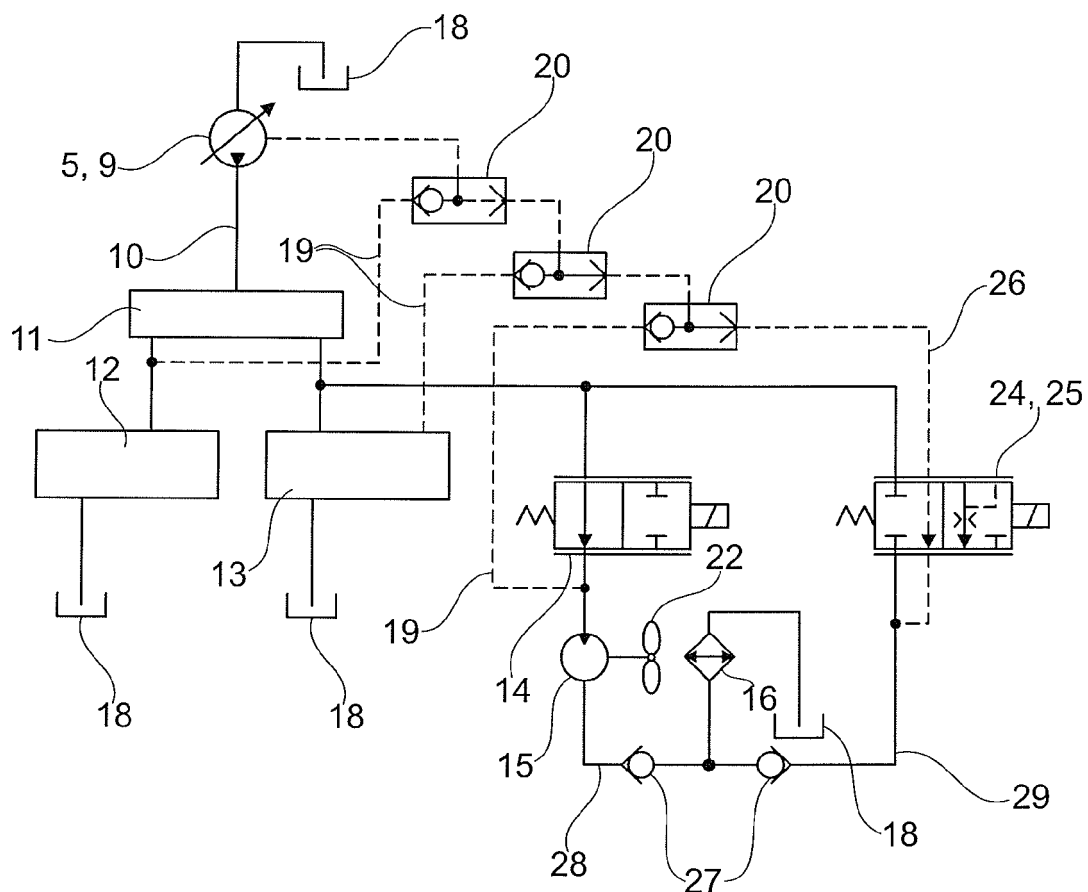


Fig. 5

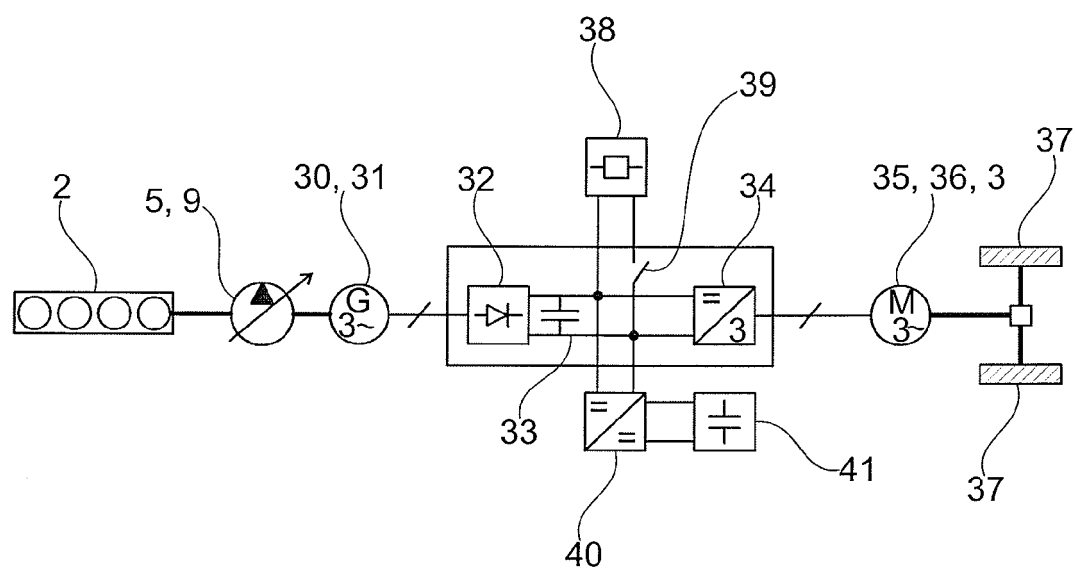


Fig. 6