



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 103 40 472 A1** 2005.06.09

(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **103 40 472.4**

(22) Anmeldetag: **03.09.2003**

(43) Offenlegungstag: **09.06.2005**

(51) Int Cl.7: **B60K 6/02**

B60K 41/00, B60K 17/06

(71) Anmelder:
Jungheinrich AG, 22047 Hamburg, DE

(74) Vertreter:
**Patentanwälte Hauck, Graalfs, Wehnert, Döring,
Siemons, Schildberg, 20354 Hamburg**

(72) Erfinder:
Rogg, Andreas, Dipl.-Ing., 23554 Lübeck, DE

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
gezogene Druckschriften:

DE 199 58 403 A1

DE 196 23 738 A1

DE 101 52 472 A1

DE 101 41 923 A1

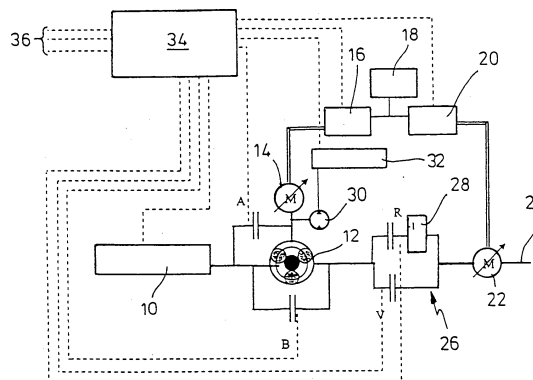
DE 100 04 812 A1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

(54) Bezeichnung: **Antriebssystem für ein Flurförderzeug und Verfahren zum Betrieb des Antriebssystems**

(57) Zusammenfassung: Antriebssystem für ein Flurförderzeug mit einer Brennkraftmaschine, einem mit der Welle der Brennkraftmaschine verbindbaren Dreiwellen-Umlaufgetriebe, einem ersten Elektromotor, der mechanisch mit der zweiten Welle des Umlaufgetriebes gekoppelt und mit einem Bordnetz des Flurförderzeugs verbunden ist, einem mit der dritten Welle des Umlaufgetriebes gekoppelten Umschaltgetriebe, einem mit dem Umschaltgetriebe gekoppelten Summiergetriebe, dessen andere Eingangswelle mit einem elektrisch mit dem Bordnetz verbundenen zweiten Elektromotor verbunden ist und dessen Abtriebswelle mit mindestens einem angetriebenen Rad des Flurförderzeugs gekoppelt ist, einer schaltbaren Kupplung (A) zwischen erster und zweiter Welle des Umlaufgetriebes, mindestens einem Verbraucher für eine Zusatzfunktion des Flurförderzeugs, der mit einer der Wellen des Umlaufgetriebes gekoppelt ist, einer Sensorvorrichtung, die die Drehzahl der Brennkraftmaschine, des ersten und zweiten Elektromotors, des Antriebsrades mißt und entsprechende Signale erzeugt, und einer Steuer- und Regelvorrichtung, die nach Maßgabe von Sollwertsignalen der vom Bediener des Flurförderzeugs betätigten Sollwertgeber und unter Zugrundelegung der Ausgangssignale der Sensorvorrichtung die Drehzahlen der Elektromotoren und der Brennkraftmaschine steuert und regelt, den Motor- oder Generatorbetrieb der Elektromotoren und die Betätigung der Kupplung (A) und des Umschaltgetriebes steuert.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung bezieht sich auf ein Antriebssystem für ein Flurförderzeug nach den Patentansprüchen 1 und 2.

Stand der Technik

[0002] Von einem Antriebssystem für Flurförderzeuge wird eine Reihe unterschiedlicher Eigenschaften verlangt, insbesondere einen guten Fahrkomfort, gute Fahrleistungen und geringen Energieverbrauch. Beim Flurförderzeug ist ferner wichtig, hohe Umschlagleistungen zu erzielen sowie hohe Beschleunigungen, auch im Falle eines Fahrtrichtungswechsels. Ferner ist eine gute Regelbarkeit des Antriebs beim Transport zerbrechlicher Güter erwünscht. In Fällen, wo ein Flurförderzeug in Hallen oder Containern betrieben wird, ist zu fordern, daß keine Schadstoffe emittiert werden.

[0003] Die Erfindung geht von einem Antriebssystem aus, das eine Brennkraftmaschine verwendet. Brennkraftmaschinen zeichnen sich durch einen von einer minimalen und einer maximalen Drehzahl begrenzten Bereich für die Leistungsabgabe aus, wobei die Brennkraftmaschine naturgemäß ausschließlich in einer Drehrichtung betrieben wird. Der spezifische Energieverbrauch der Brennkraftmaschine ist in Abhängigkeit von der Drehzahl und des abgegebenen Drehmoments in Form eines Kennfeldes darstellbar. Üblicherweise wird eine oder mehrere Kennlinien im Kennfeld festgelegt, die einen Kompromiß darstellt zwischen verbrauchsgünstigem Betrieb und Beschleunigungsreserve. Jedem Wert der Leistungsanforderung ist eine Drehzahl der Antriebsmaschine zuzuordnen. Für gute Fahrleistungen bei gutem Fahrkomfort und geringem Energieverbrauch sind Getriebesysteme mit möglichst stufenlos regelbarem, sehr großem Bereich verstellbarer Übersetzung gefordert, um die Brennkraftmaschine mit der nach der Kennlinie dem Leistungsbedarf zugeordneten Drehzahl weitgehend unabhängig von der Fahrgeschwindigkeit betreiben zu können.

[0004] Häufig sind am Antriebssystem Zusatzaggregate angeschlossen, z.B. Hydraulikpumpen. Bauartbedingt drücken diese durch eine schlagartige Lastaufschaltung die Drehzahl der Brennkraftmaschine und können zu einem Abwürgen führen. Für derartige Zusatzaggregate werden daher dynamische Antriebssysteme gefordert, die mit geringen Zeitkonstanten auf Veränderungen der Last eingeregelt werden können.

[0005] Aus DE 199 55 313 ist ein Antriebssystem für Flurförderzeuge bekannt geworden, das eine Brennkraftmaschine, einen von einer Batterie gespeisten Elektromotor, ein Sammelgetriebe und ein Umschaltgetriebe für die Drehrichtungsumkehr im Zuge der Abtriebswelle aufweist. Das Sammelgetriebe ist mit seinen Eingangswellen mit der Brennkraftmaschine und dem Elektromotor gekoppelt. Die Ausgangswelle ist mit der Abtriebswelle des Antriebssystems gekoppelt.

[0006] Aus DE 199 55 311 A1 ist ein Antriebssystem für Flurförderzeuge bekannt geworden, bei dem die Welle einer Brennkraftmaschine mit einem stufenlos verstellbaren Verstellgetriebe gekoppelt ist. Ein Sammelgetriebe ist mit seiner Eingangswelle mit der Welle der Brennkraftmaschine gekoppelt und eine zweite Eingangswelle mit Abtriebswelle des Verstellgetriebes gekoppelt. Ein Elektromotor, dessen Welle mit einer dritten Eingangswelle des Sammelgetriebes gekoppelt ist, wird von einer Batterie über eine Leistungselektronik gesteuert. Zwischen der Abtriebswelle des Sammelgetriebes und den Antriebsrädern des Flurförderzeugs ist ein Umschaltgetriebe angeordnet. Eine Sensorik mißt die Drehzahlen der Brennkraftmaschine, des Elektromotors und der Ausgangswelle des Umschaltgetriebes und gegebenenfalls den Ladezustand der Batterie. Eine Regelvorrichtung regelt nach Maßgabe von Sollwertsignalen der von einem Bediener des Flurförderzeugs betätigten Sollwertgebern und unter Zugrundelegung der Ausgangssignale der Sensorik die Drehzahl des Elektromotors und der Brennkraftmaschine und/oder das Übersetzungsverhältnis des Verstellgetriebes sowie gegebenenfalls eine Rotationsbremse und schaltet das Umschaltgetriebe. Bei dem zuletzt erwähnten bekannten Antriebssystem wird die vom Verstellgetriebe maximal zu übertragende Leistung verringert. Daher können Verstellgetriebe verwendet werden, deren Leistungsfähigkeit sonst nicht ausreichend wäre. Das Übersetzungsverhältnis zwischen der Brennkraftmaschine und der Ausgangswelle des Antriebssystems kann zu null gemacht werden. Bei laufendem Verbrennungsmotor kann das Fahrzeug dadurch im Stillstand gehalten werden, ohne daß der Leistungsfluß durch eine schaltbare Kupplung unterbrochen werden müßte. Darüber hinaus kann eine Spreizung des Übersetzungsverhältnisses in beliebiger Größe erhalten werden.

Aufgabenstellung

[0007] Die Erfindung geht von der Leistungsverzweigung auf, die in den bekannten Antriebssystemen vorgekommen wird und stellt sich die Aufgabe, die Fahrleistungen bei gutem Fahrkomfort noch zu verbessern und

eine gute Regelbarkeit stufenlos in einem großen Bereich verstellbarer Übersetzung zu erhalten. Darüber hinaus soll eine schnelle Ausregelung bei plötzlicher Lastaufschaltung durch Zusatzaggregate erhalten werden und zumindest kurzzeitig ein emissionsfreier Betrieb möglich sein.

[0008] Diese Aufgabe wird durch die Merkmale der Patentansprüche 1 und 2 gelöst.

[0009] Bei dem Antriebssystem nach Patentanspruch 1 ist mit der Welle der Brennkraftmaschine ein Dreiwelenumlaufgetriebe, z.B. ein Planetengetriebe, verbunden. Ein erster Elektromotor ist mit der zweiten Welle des Umlaufgetriebes gekoppelt, der mit einem Bordnetz des Flurförderzeugs verbunden ist. Mit der dritten Welle des Umlaufgetriebes ist ein Umschaltgetriebe gekoppelt, an das wiederum ein Summiergetriebe gekoppelt ist, dessen andere Eingangswelle mit einem zweiten Elektromotor verbunden ist, der ebenfalls elektrisch mit dem Bordnetz verbunden ist. Die Abtriebswelle des Summiergetriebes ist mit mindestens einem angetriebenen Rad des Flurförderzeugs gekoppelt. Erfindungsgemäß ist ferner eine schaltbare Kupplung zwischen erster und zweiter Welle des Umlaufgetriebes vorgesehen. Ein Verbraucher für eine Zusatzfunktion des Flurförderzeugs ist mit einer der Wellen des Umlaufgetriebes gekoppelt. Eine Sensoranordnung, die die Drehzahl der Brennkraftmaschine des ersten und zweiten Elektromotors, des Antriebsrades mißt und entsprechende Signale erzeugt, ermöglicht einer Regelvorrichtung nach Maßgabe von Sollwertsignalen der vom Bediener des Flurförderzeugs betätigten Sollwertgeber und unter Zugrundelegung der Signale der Sensoranordnung die Drehzahl der Elektromotoren und der Brennkraftmaschine zu regeln und den Motor- oder Generatorbetrieb der Elektromotoren und die Betätigung der Kupplung zu steuern.

[0010] Die erfindungsgemäße Lösung nach Patentanspruch 2 geht von der gleichen Anordnung eines Antriebssystems aus, sieht dabei jedoch eine schaltbare Kupplung zwischen erster und dritter Welle des Umlaufgetriebes vor, wobei die zweite Kupplung zusätzlich zur ersten Kupplung oder auch allein eingesetzt werden kann. Im Falle der Lösung nach Anspruch 1 kann daher die Leistungsverzweigung, die sonst über einen mechanischen und einen elektrischen Zweig bei dem erfindungsgemäßen Antrieb möglich ist, auf nur einen Zweig schalten, und zwar bei sehr langsamer Betriebsweise auf den elektrischen Zweig, der außerdem ein Reversieren problemlos ermöglicht oder im Fall einer sehr hohen Geschwindigkeit allein auf den mechanischen Zweig.

[0011] Das erfindungsgemäße Antriebssystem, wie es in den Ansprüchen 1 und 2 zum Ausdruck kommt, kann auch in der Weise vertauscht angeordnet werden, daß antreibbares Rad und Brennkraftmaschine bezüglich ihrer Position zur Getriebeanordnung vertauscht sind.

[0012] Besonders vorteilhaft ist bei dem erfindungsgemäßen Antriebssystem, wenn das Umschaltgetriebe aus zwei parallelen Zweigen besteht, in denen jeweils eine schaltbare Kupplung angeordnet ist, wobei ein Zweig ein Wendegetriebe aufweist.

Ausführungsbeispiel

[0013] Die Erfindung soll nachfolgend anhand von in Zeichnungen dargestellten Ausführungsbeispielen näher erläutert werden.

[0014] [Fig. 1](#) zeigt schematisch den grundsätzlichen Aufbau eines Antriebssystems nach der Erfindung.

[0015] [Fig. 2](#) zeigt eine graphische Darstellung der Abhängigkeit der Betriebsbereichsgrenzen von Variablen des Antriebssystems nach [Fig. 1](#).

[0016] [Fig. 3](#) zeigt das Antriebsschema für den Betriebsbereich „sehr langsam“.

[0017] [Fig. 4](#) zeigt das Antriebsschema für den Betriebsbereich „langsam“.

[0018] [Fig. 5](#) zeigt das Schema für das Antriebssystem für den Betriebsbereich „schnell“.

[0019] [Fig. 6](#) zeigt das Schema des Antriebssystems für den Betriebsbereich „sehr schnell“.

[0020] [Fig. 7](#) zeigt das Schema für das Antriebssystem für den emissionsfreien Betrieb.

[0021] [Fig. 8](#) zeigt eine alternative Ausführungsform für das Antriebssystem nach [Fig. 1](#).

[0022] [Fig. 9](#) zeigt eine alternative Ausführungsform für das Antriebssystem nach [Fig. 1](#).

[0023] **Fig. 10-Fig. 13** zeigen eine alternative Ausführungsform des Antriebssystems nach **Fig. 1** für die verschiedenen Betriebsbereiche.

[0024] Die Betriebsbereiche eines Flurförderzeugs sind unter anderem abhängig von der Geschwindigkeit, wobei **Fig. 2** zeigt, daß die Betriebsbereichsgrenzen auch von anderen Variablen abhängig sein können, etwa von der Sollzugkraft F_{zug} . Nachstehend ist eine Tabelle angegeben, in der die Fahrgeschwindigkeit eines Flurförderzeugs in mehrere Betriebsbereiche aufgeteilt ist:

Fahr- geschwindigkeit	Fahrt- richtung	Betriebs- bereich	Leistungsfluß	Kupplungen (bei Ausf.form nach Bild 1)			
				A	B	V	R
Sehr schnell	Rückwärts	B4 (R)	Rein mechanisch		•		•
Schnell	Rückwärts	B3 (R)	Leistungsverzweigt				•
Langsam	Rückwärts	B2 (R)	Leistungsverzweigt				•
Sehr langsam	Rückwärts oder vorwärts	B1	Rein elektrisch	•			
Langsam	Vorwärts	B2 (V)	Leistungsverzweigt			•	
Schnell	Vorwärts	B3 (V)	Leistungsverzweigt			•	
Sehr schnell	Vorwärts	B4 (V)	Rein mechanisch		•	•	
ZEV		B5	Rein elektrisch				
Parken		B6	-			•	•
Starten der Antriebsmaschine		B7	-	•			
						•	•

[0025] In **Fig. 1** ist eine Brennkraftmaschine **10** mit einer Welle eines Umlaufgetriebes **12** verbunden. Eine zweite Welle des Umlaufgetriebes **12** ist mit einem elektrischen Motor **14** gekoppelt. Dieser ist über eine Inverterstufe **16** mit einem Bordnetz elektrisch verbunden, das mit einer Batterie **18** in Verbindung steht. An das Bordnetz ist über eine Inverterstufe **20** ein zweiter Elektromotor **22** angeschlossen, dessen Abtriebswelle **24** mindestens ein Rad eines nicht gezeigten Flurförderzeugs antreibt. Der Elektromotor **22** ist als Hohlwellenmotor ausgeführt und fungiert daher als ein Summiergetriebe. Eine dritte Welle des Umlaufgetriebes **12** ist mit einem Umschaltgetriebe **26** gekoppelt, dessen Abtriebswelle mit der Welle des Hohlwellenmotors **22** gekoppelt ist. Das Umschaltgetriebe **26** ist in zwei parallele Zweige aufgeteilt, wobei in jedem Zweig eine Kupplung R bzw. V angeordnet ist. Im oberen Zweig ist außerdem ein Wendegetriebe **28** angeordnet. Mit der zweiten Welle des Umlaufgetriebes ist eine Hydraulikpumpe **30** gekoppelt, die über einen Ventilblock **32** einzelne Funktionen des nicht dargestellten Flurförderzeugs versorgt.

[0026] Zwischen der ersten und zweiten Welle des Umlaufgetriebes **30** ist eine schaltbare Kupplung A angeordnet. Zwischen der ersten und dritten Welle des Umlaufgetriebes **12** ist eine zweite schaltbare Kupplung B angeordnet. Eine übergeordnete Regel- und Steuervorrichtung **34** regelt bzw. steuert die Brennkraftmaschine **10**, die Elektromotoren **14**, **22**, die Kupplungen A, B, R und V, die Inverterstufen **16**, **20** sowie den Ventilblock **12**. Dies ist durch gestrichelt gezeichnete Wirkungslinien angedeutet. Die gestrichelten Linien **36** zeigen die Schnittstelle zu den Sollwertgebern an, die vom Bediener des Flurförderzeugs betätigt werden. Eine nicht gezeigte Sensoranordnung erfaßt den Zustand der einzelnen Komponenten nach **Fig. 1** und überträgt entsprechende Signale auf die Steuer- und Regelvorrichtung **34**, damit diese nach Maßgabe dieser Signale und der Sollsignale über die Schnittstelle **36** die gezeichneten Komponenten in entsprechender Weise regeln und ansteuern. Hierauf wird weiter unten noch eingegangen.

[0027] Es sei noch erwähnt, daß statt des Hohlwellenmotors **22** auch ein normaler Elektromotor mit Summiergetriebe verwendet werden kann. In diesem Fall ist die Ausgangswelle des Umschaltgetriebes **26** mit dem einen Eingang und die Welle des Elektromotors **22** mit dem anderen Eingang des Summiergetriebes verbunden, während die Abtriebswelle des Summiergetriebes die Abtriebswelle des Antriebssystems darstellt.

[0028] Nachfolgend sollen die einzelnen Betriebsstufen anhand der einzelnen Darstellungen näher beschrieben werden. Dabei ist es gleich, ob Vorwärts- oder Rückwärtsfahrt vorgegeben ist.

[0029] Im Betriebsbereich „Sehr langsam“ gemäß B1 der Tabelle erfolgt die Leistungsübertragung von der Brennkraftmaschine **10** zur Abtriebswelle des Antriebssystems, indem das Umlaufgetriebe **12** mittels der ge-

schlossenen Kupplung A überbrückt und der mechanische Pfad durch Öffnen beider Kupplungen R und V des Umschaltgetriebes aufgetrennt wird. Die hier nicht dargestellte Regel- und Steuervorrichtung **34** betreibt die Elektromotoren **14**, **22** im 4-Quadranten-Regelbetrieb. Der Elektromotor **14** arbeitet im Fahrbetrieb als Generator und wandelt die von der Brennkraftmaschine **10** erzeugte mechanische Leistung in elektrische Leistung um, die ins Bordnetz eingespeist wird. Der Elektromotor **22** entnimmt seinen Leistungsbedarf aus dem Bordnetz und erzeugt das Antriebsdrehmoment für das Fahrzeug. Die Drehrichtung des abtriebsseitigen Elektromotors **22** ergibt die entsprechende Fahrtrichtung. Die Drehrichtung der Brennkraftmaschine und des Elektromotors **14** bleiben unverändert, unabhängig von der Fahrtrichtung.

[0030] Zum Bremsen wird der Elektromotor **22** generatorisch betrieben, die kinetische Energie in elektrische Energie umgewandelt und in das Bordnetz und von dort in die Batterie **18** eingespeist (Nutzbremsen). Der 4-Quadranten-Regelbetrieb ermöglicht es, die Fahrtrichtung des Flurförderzeugs zu wechseln (reversieren), wobei das auf das Fahrzeug wirkende Radmoment konstant gehalten wird. Es findet kein Umschaltvorgang beim Fahrtrichtungswechsel statt. Die rein elektrische Leistungsübertragung in diesem Betriebsbereich ermöglicht eine sehr gute Regelbarkeit der Fahrleistungen.

[0031] Brennkraftmaschine **10** und die beiden Elektromotoren **14**, **22** können z.B. drehzahlregelt betrieben werden und je nach Fahrgeschwindigkeit, Fahrleistungsbedarf Leistungsbedarf der Hydraulikpumpe **30** und Ladezustand der Batterie wird dieser Leistung entnommen oder zugeführt. Da eine Einspeisung elektrischer Energie ins Bordnetz stattfindet, steht für den Fahrantrieb mehr elektrische Leistung zur Verfügung als nur bei Speisung aus der Batterie **18**.

[0032] Die Hydraulikpumpe **30** wird vom Elektromotor **14** und der Brennkraftmaschine **10** angetrieben. Der 4-Quadranten-Regelbetrieb ermöglicht es, daß der Elektromotor **14** je nach der Belastung durch die Hydraulikpumpe **30** und des Fahrleistungsbedarfs entweder als Motor oder als Generator arbeitet. Es ist auch möglich, daß der Elektromotor **14** als Generator arbeitet und von der Hydraulikpumpe **30** beim Absenken von Last durch das dadurch erzeugte Drehmoment angetrieben wird (Nutzsenken). Um die Ausbeute bei einem solchen Nutzsenken zu verbessern, kann die Kupplung A geöffnet werden. Die auf diese Weise aus dem Absenken der Last erzeugte elektrische Energie kann in die Batterie **18** eingespeist und für den Fahrantrieb verwendet werden. Die Hub- bzw. Senkgeschwindigkeit wird mittels der Drehzahl des Elektromotors **14** und der damit gekoppelten Drehzahl der Brennkraftmaschine **10** geregelt.

[0033] Soll von dem Betriebsbereich B1 auf den Betriebsbereich B2 umgeschaltet werden (Geschwindigkeit langsam), wird folgendermaßen vorgegangen: Im Betriebsbereich B1 (oben beschrieben) sind beide Kupplungen R, V des Umschaltgetriebes **26** geöffnet, so daß der mechanische Pfad keine Leistung überträgt. Die Drehzahl der antriebsseitigen Kupplungsscheiben ist durch die Drehzahl der Brennkraftmaschine **10** und der damit gekoppelten Drehzahl des Elektromotors **14** gegeben, die z.B. lastabhängig vorgegeben wird. Die Drehzahl der antriebsseitigen Kupplungshälfte ist direkt mit der Fahrgeschwindigkeit gekoppelt. Bei geeigneter Auslegung der Getriebeübersetzungen ergibt sich bei einer bestimmten Fahrgeschwindigkeit und einer bestimmten Drehzahl der Brennkraftmaschine **10** die synchrone Drehzahl in der Kupplung R, V des Umschaltgetriebes **26**, die der aktuellen Fahrtrichtung zugeordnet ist.

[0034] Der Übergang von dem Betriebsbereich B1 zu B2 (sehr langsam zu langsam) erfolgt im ersten Schritt durch Schließen der zur Fahrtrichtung zugeordneten Kupplung R, V des Umschaltgetriebes **26** im synchronen Drehzahlpunkt. In diesem Übergangszustand ist eine direkte mechanische Verbindung von der Brennkraftmaschine **10** zur Abtriebswelle **24** gegeben. Die Abtriebsdrehzahl ist direkt mit der Drehzahl der Brennkraftmaschine **10** gekoppelt. Mittels der Steuer- und Regeleinrichtung **34**, die in den Figuren nicht gezeigt ist, wird die Last des Elektromotors **14** derart eingestellt, daß sie sich ergibt wie im Betriebsbereich B2 bei aktuellen Lasten und Drehzahlen. Die Kupplung A ist dann weitgehend lastfrei und wird geöffnet, womit der Betriebsbereich B2 erreicht ist.

[0035] In allen Phasen der Umschaltung bleibt die Leistungsübertragung zwischen An- und Abtrieb uneingeschränkt bestehen. Eine Zugkraftunterbrechung findet nicht statt.

[0036] Die Rückschaltung von Betriebsbereich B2 nach B1 erfolgt mit den gleichen Schritten in umgekehrter Reihenfolge. Auch in diesem Fall wird die Leistungsübertragung zwischen An- und Abtrieb nicht eingeschränkt.

[0037] Im Betriebsbereich B2 gemäß [Fig. 4](#) erfolgt die Übertragung der von der Brennkraftmaschine **10** erzeugten Leistung zur Abtriebswelle **24** durch Verzweigung im Umlaufgetriebe **12** auf einen mechanischen Pfad und einen elektrischen. Die am Umlaufgetriebe **12** angeschlossene Abtriebswelle leitet den mechanischen

Leistungsanteil durch das Umschaltgetriebe **26** auf das Summiergetriebe bzw. den Hohlwellenmotor **22**. Der Motor **14** arbeitet als Generator und erzeugt elektrische Leistung, die ins Bordnetz eingespeist wird. Der Motor **22** entnimmt seinen Leistungsbedarf aus dem Bordnetz und erzeugt mechanische Leistung, die im Summiergetriebe mit dem mechanischen Leistungsanteil addiert wird. Je nach Fahrgeschwindigkeit, Fahrleistungsbedarf, Leistungsbedarf der Zusatzaggregate und Ladezustand der Batterie wird die Leistungsaufteilung im Umlaufgetriebe **12** mittels der Drehzahlen der Brennkraftmaschine **10** und des generatorisch arbeitenden Elektromotors **14** geregelt. Die Übersetzung der Getriebeanordnung zwischen Brennkraftmaschine **10** und Abtriebswelle **24** wird dabei stufenlos geregelt. Der Motor **22** wird lastgeregelt betrieben, da seine Drehzahl proportional der Fahrgeschwindigkeit ist.

[0038] Zum Bremsen des Flurförderzeugs wird der antriebsseitige Elektromotor **22** generatorisch betrieben, die kinetische Energie in elektrische Energie umgewandelt und vom Bordnetz in die Batterie eingespeist (Nutzbremsen). Je nach Größe des Bremsmomentes kann durch Entlasten der Brennkraftmaschine **10** und des Elektromotors **14** die Ausbeute beim Nutzbremsen verbessert oder die Brennkraftmaschine **10** als Reibungsbremse und kinetische Energiespeicher benutzt werden.

[0039] Die Hydraulikpumpe **30** wird vom Elektromotor **14** am Umlaufgetriebe **12** und der Brennkraftmaschine angetrieben. Der 4-Quadranten-Regelbetrieb ermöglicht es, daß der Elektromotor **14** je nach Belastung der Hydraulikpumpe **30** und des Fahrleistungsbedarfs als Motor oder als Generator arbeitet. Es ist möglich, daß der Elektromotor **14** als Generator arbeitet und von der Hydraulikpumpe **30** durch das beim Absenken einer Last erzeugte Drehmoment zusätzlich angetrieben wird (Nutzenken). Die auf diese Weise erzeugte elektrische Energie kann in die Batterie **18** eingespeist oder für Fahrtrieb verwendet werden. Die Hub- bzw. Senkgeschwindigkeit wird mittels der Drehzahl des Elektromotors **14** geregelt, wobei die Drehzahl der Brennkraftmaschine **10** entsprechend angepaßt wird.

[0040] Im Betriebsbereich B3 gemäß [Fig. 5](#) (schnell) wird im Umlaufgetriebe **12** die Leistung der Brennkraftmaschine **10** und die Leistung des Elektromotors **14** (gegebenenfalls verringert um den Leistungsbedarf der Zusatzaggregate) addiert und auf den mechanischen Pfad geleitet. Die am Umlaufgetriebe **12** angeschlossene Abtriebswelle leitet den mechanischen Leistungsanteil durch das Umschaltgetriebe **26** auf den Hohlwellenmotor **22** bzw. das Summiergetriebe. Der Elektromotor **22** arbeitet als Generator, entnimmt über das Summiergetriebe mechanische Leistung und erzeugt elektrische Leistung, die in das Bordnetz eingespeist wird. Der Elektromotor **14** arbeitet als Motor und entnimmt seinen Leistungsbedarf aus dem Bordnetz. Je nach Fahrgeschwindigkeit, Fahrleistungsbedarf, Leistungsbedarf der Zusatzaggregate und Ladezustand der Batterie **18** wird die Leistungsaufteilung im Umlaufgetriebe **12** mittels der Drehzahl der Brennkraftmaschine **10** und des motorisch arbeitenden Elektromotors **14** geregelt. Die Übersetzung der Getriebeanordnung zwischen Brennkraftmaschine und Abtriebswelle **24** wird somit stufenlos geregelt.

[0041] Das Bremsen und Nutzbremsen des Flurförderzeugs erfolgt in der gleichen Weise wie im Betriebsbereich B2.

[0042] Die Hydraulikpumpe **30** wird vom Elektromotor **14** und der Brennkraftmaschine **10** angetrieben. Zu beachten ist, daß beim Übergang vom Betriebsbereich B2 zu B3 die Drehrichtung des Motors **13** wechselt, so daß eine für beide Drehrichtungen geeignete Hydraulikpumpe **30** vorzusehen ist. Ansonsten erfolgt die Hubfunktion in der gleichen Weise wie im Betriebsbereich B2. Es ist auch denkbar, die Hubfunktion im Betriebsbereich B3 nicht zuzulassen, da die Fahrgeschwindigkeit zu groß ist. In diesem Fall könnte die Hydraulikpumpe **30** über einen Freilauf vom Antrieb abgekoppelt werden, um Leistungsverluste zu vermeiden.

[0043] Bei der Umschaltung vom Betriebsbereich B3 zu B4 (schnell / sehr schnell) müssen bestimmte Bedingungen erfüllt sein. Bei geeigneter Auslegung der Getriebeübersetzungen ergibt sich bei einer bestimmten Fahrgeschwindigkeit und einer bestimmten Drehzahl der Brennkraftmaschine **10** die synchrone Drehzahl in den beiden Hälften der Kupplung B zur Überbrückung des Umlaufgetriebes **12**. Die Kupplung B wird bei synchroner Drehzahl lastlos geschlossen und anschließend durch Entlasten des Elektromotors **14** am Umlaufgetriebe **12** die über die Kupplung geführte Leistung erhöht. Die Drehzahl der Brennkraftmaschine und damit die synchrone Drehzahl für den Kupplungsvorgang ist entsprechend der Leistungskennlinie abhängig von dem Leistungsbedarf am Abtrieb.

[0044] Die Rückschaltung vom Betriebsbereich B4 nach B3 erfolgt mit den gleichen Schritten im umgekehrter Reihenfolge. Auch in diesem Fall wird die Leistungsübertragung zwischen An- und Abtrieb nicht eingeschränkt.

[0045] Im Betriebsbereich B4 (sehr schnell) gemäß [Fig. 6](#) erfolgt die Leistungsübertragung von der Brenn-

kraftmaschine **10** zur Abtriebswelle **24**, indem das Umlaufgetriebe **12** mittels der Kupplung B überbrückt und die Brennkraftmaschine direkt mit dem mechanischen Leistungspfad zusammengeschlossen wird. Die beiden Elektromotoren **14**, **22** sind mit einer festen Übersetzung mit der Fahrgeschwindigkeit gekoppelt und werden leistungsgeregelt betrieben. Die Brennkraftmaschine **10** wird drehzahl geregelt entsprechend der Soll-Fahrgeschwindigkeit betrieben. Die direkte mechanische Übertragung der Leistung ist besonders verlustarm und damit für lange Fahrstrecken mit hoher Geschwindigkeit vorteilhaft. Zum Bremsen des Fahrzeugs können beide Elektromotoren **14**, **22** generatorisch betrieben werden, bis die geringer werdende Fahrgeschwindigkeit den Wechsel in einen anderen Betriebsbereich notwendig machen. Da beide Elektromotoren **14**, **22** am Bremsvorgang beteiligt sind, steht ein großes Bremsmoment zur Erreichung eines geringen Bremsweges zur Verfügung, und die große kinetische Energie des Fahrzeugs nach schneller Fahrt läßt sich durch das Nutzbremsen in elektrische Energie umwandeln und in der Batterie **18** speichern.

[0046] Die Drehzahl der Hydraulikpumpe **30** wird durch die Fahrgeschwindigkeit fest vorgegeben. Die Steuerung des Volumenstroms findet im Ventilblock **32** ([Fig. 1](#)) statt. Bei hoher Last kann der Elektromotor **14** zusätzliche Leistung einspeisen. Es ist auch denkbar, eine Betätigung der Hydraulikpumpe **30** im Betriebsbereich B4 nicht zuzulassen, da die Fahrgeschwindigkeit so groß ist.

[0047] In manchen Fällen ist ein emissionsfreier Betrieb gefordert, etwa bei Aufenthalt in geschlossenen Räumen. Im Betriebsbereich B5 sind hierfür alle Kupplungen A, B, R und V geöffnet. Das Umlaufgetriebe **12** kann keine Leistung übertragen, da der mechanische Pfad kein Stützmoment bietet. Der am Umlaufgetriebe **12** angeschlossene Elektromotor **14** treibt die Hydraulikpumpe **30** und entnimmt den dafür notwendigen Leistungsbedarf aus dem Bordnetz. Der Elektromotor **22** übernimmt den Fahrtrieb und deckt sein Leistungsbedarf ebenfalls aus dem Bordnetz. Je nach Größe und Ladezustand der Batterie ist die Betriebsdauer und Leistung in diesem Betriebsbereich begrenzt. Die Brennkraftmaschine **10** wird ganz abgeschaltet.

[0048] Im Betriebsbereich B6 (Parken) kann das Umschaltgetriebe **26** die Funktion einer Parkbremse übernehmen, indem beide Kupplungen R, V gleichzeitig geschlossen werden. Damit ist das Umschaltgetriebe **26** blockiert und die Abtriebswelle des Umlaufgetriebes **12** steht fest. Zwischen der Brennkraftmaschine **10** und dem Elektromotor **14** ist eine feste Übersetzung vorgegeben.

[0049] Es kann auch eine zusätzliche Parksperre oder Parkbremse vorgesehen werden, die vom Getriebe unabhängig ist. Die Kupplungen A und B sind beide geöffnet, und die Brennkraftmaschine **10** kann zum Nachladen der Batterie **18** genutzt werden, indem der Elektromotor **14** generatorisch betrieben wird.

[0050] Die Hydraulikpumpe **30** wird vom Elektromotor **14** und der Brennkraftmaschine **10** angetrieben. Das Heben, Senken und Nutzsenken erfolgt in der gleichen Weise, wie im Betriebsbereich B1 beschrieben.

[0051] Im Betriebsbereich B7 erfolgt das Starten der Brennkraftmaschine **10** durch den Motor **14** über das Umlaufgetriebe **12**. Ausgehend vom Betriebsbereich B6 (Parken), bei dem eine feste Übersetzung im Umlaufgetriebe **12** gegeben ist, bringt der Elektromotor **14** die Brennkraftmaschine **10** auf Startdrehzahl.

[0052] Ausgehend vom Betriebszustand B5 (emissionsfreier Betrieb) wird die Kupplung A geschlossen, so daß der Elektromotor **14** die Brennkraftmaschine **10** starten kann und danach der Betriebszustand B1 vorliegt.

[0053] Falls die Brennkraftmaschinen aus einem anderen Betriebszustand heraus gestartet werden sollen, wird zunächst der Betriebszustand B5 (emissionsfreier Betrieb) eingestellt.

[0054] Die beschriebene Antriebsanordnung bedient sich einer Leistungsverzweigung mit Überlagerungsgetrieben. Ein großer Verstellbereich im leistungsverzweigten Betrieb ist gleichbedeutend mit großem Leistungsfluß in einem der Zweige an den Grenzen des Verstellbereichs. Die Getriebekomponenten müssen daher entsprechend dimensioniert werden. Je größer der Verstellbereich im leistungsverzweigten Betrieb ist, desto größer müssen die einzelnen Komponenten dimensioniert werden, was mit einem entsprechenden Aufwand verbunden ist. Bei den beschriebenen Antriebssystemen verkleinern die Bereiche mit serieller Leistungsübertragung (B1, B4) den Verstellbereich mit Leistungsverzweigung, so daß die Getriebe- und Antriebskomponenten kleiner dimensioniert werden können.

[0055] Die Steuerung des gezeigten Antriebssystems verfolgt das Ziel, die vom Bediener abgeforderte Fahrleistung zur Verfügung zu stellen bei optimalem Fahrkomfort (z.B. Beschleunigungsreserve) und minimalem Energieverbrauch. Die Steuerung des beschriebenen Antriebssystems erfolgt durch eine übergeordnete Steuer- und Regelvorrichtung, wie sie in [Fig. 1](#) bei **34** dargestellt ist. Die übergeordnete Steuerung steuert den Leis-

tungsfluß zwischen den Komponenten, wobei – unter Berücksichtigung der Vorgaben der Bedienerschnittstelle **36** – nicht nur für die Komponenten selbst wirkungsgradgünstige Betriebspunkte gefunden werden sollen, sondern zudem die Zustandsgrößen der Komponenten berücksichtigt werden, um den Gesamtwirkungsgrad zu optimieren.

[0056] Ein Steuerungsverfahren für das beschriebene Antriebssystem kann dazu verschiedene Strategien verwenden:

- Unter Berücksichtigung der Wirkungsgrad-Kennfelder aller Komponenten wird vorab ein Gesamtwirkungsgrad-Kennfeld bezüglich Fahrleistung und Fahrgeschwindigkeit für das gesamte Antriebssystem gebildet und die wirkungsoptimale Stellkennlinie darin festgelegt. In Abhängigkeit von bestimmten Parametern, z.B. Ladezustand der Batterie, kann aus mehreren vorhandenen Gesamtwirkungsgrad-Kennfeldern mit zugehöriger Stellkennlinie das zutreffendste ausgewählt werden.
- In der Steuerung jeder Komponente sind die Komponenten-Wirkungsgradkennfelder in Abhängigkeit der Zustandsgrößen abgelegt. Die Zustandsgrößen und Wirkungsgrade der Komponenten werden kontinuierlich betrachtet. Die zu den Komponenten gehörenden Steuerungen sind in der Lage, den aktuellen Wirkungsgrad und (z.B. auf Anforderung einer übergeordneten Steuerung) den Wirkungsgrad eines beliebigen Betriebspunkts zu bestimmen. Die übergeordnete Steuerung kann dann durch Anwendung von Algorithmen und/oder gespeichertem Erfahrungswissen die Betriebszustände der Komponenten derart vorgeben, daß das Gesamtsystem wirkungsgradoptimal arbeitet.
- Eine übergeordnete Steuerung übernimmt die Vorgaben der Betriebspunkte an die Steuerungen der Komponenten unter Berücksichtigung der aktuellen Zustandsgrößen durch Anwendung von gespeichertem Erfahrungswissen.

[0057] Bei dem Ausführungsbeispiel nach [Fig. 8](#) sind zwei Überbrückungskupplungen B und B1 vorgesehen. Jedem Zweig kann eine bestimmte Übersetzungsstufe zugeordnet werden, so mehrere Übersetzungen realisiert werden können. Auch in den voranstehend dargestellten Ausführungsformen können die Kupplungen A und B jeweils einer Übersetzung zugeordnet werden.

[0058] Die Ausführungsform nach [Fig. 9](#) unterscheidet sich von der nach [Fig. 1](#) oder [Fig. 3](#) bis [Fig. 7](#) dadurch, daß der Elektromotor **22** in zwei Elektromotoren **22a**, **22b** unterteilt ist, von dem jeweils einer ein Rad **40a**, **40b** des Flurförderzeugs antreibt. Die Abtriebswelle des Umschaltgetriebes **26** wirkt über ein Verzweigungsgetriebe **42** auf die Wellen der Elektromotoren **22a**, **22b**, die wiederum als Summiergetriebe wirken, indem sie als Hohlwellenmotor ausgeführt sind. Es versteht sich, daß auch ein anderes Summiergetriebe verwendet werden kann. Mit Hilfe der Ausführungsform nach [Fig. 9](#) ist es möglich, eine Lenkung aktiv zu unterstützen.

[0059] Schließlich ist auch denkbar, ein Getriebe, wie es in den [Fig. 1](#) und [Fig. 3](#) bis [Fig. 7](#) dargestellt ist, zweifach vorzusehen, so daß die Drehzahl von zwei Antriebsrädern individuell geregelt werden kann unter Berücksichtigung von Kurvenfahrten. Ein Achsdifferential kann hierbei entfallen.

[0060] Bei der Ausführungsform nach den [Fig. 10](#) bis [Fig. 13](#) wird das zuvor beschriebene Getriebesystem bezüglich der Richtung seines Leistungsflusses umgekehrt. An die Abtriebswelle **24** gemäß den vorstehenden Figuren ist nunmehr die Brennkraftmaschine **10** angeschlossen und die bisherige Eingangswelle der Getriebeanordnung wird zur Abtriebswelle. Der Leistungsfluß ergibt sich für die Betriebsbereiche B1 bis B4 aus den [Fig. 10](#) bis [Fig. 13](#). An den Vorgängen, die weiter oben beschrieben sind im Hinblick auf die einzelnen Betriebsbereiche des Flurförderzeugs, ändert sich jedoch nichts.

Patentansprüche

1. Antriebssystem für ein Flurförderzeug mit
 - einer Brennkraftmaschine (**10**),
 - einem mit der Welle der Brennkraftmaschine (**10**) verbindbaren Dreiwelle-Umlaufgetriebe (**12**),
 - einem ersten Elektromotor (**14**), der mechanisch mit der zweiten Welle des Umlaufgetriebes (**12**) gekoppelt und mit einem Bordnetz des Flurförderzeugs verbunden ist,
 - einem mit der dritten Welle des Umlaufgetriebes (**12**) gekoppelten Umschaltgetriebe (**26**),
 - einem mit dem Umschaltgetriebe gekoppelten Summiergetriebe, dessen andere Eingangswelle mit einem elektrisch mit dem Bordnetz verbundenen zweiten Elektromotor (**22**) verbunden ist und dessen Abtriebswelle (**24**) mit mindestens einem angetriebenen Rad des Flurförderzeugs gekoppelt ist,
 - einer schaltbaren Kupplung (A) zwischen erster und zweiter Welle des Umlaufgetriebes (**12**),
 - mindestens einem Verbraucher (**30**) für eine Zusatzfunktion des Flurförderzeugs, der mit einer der Wellen

des Umlaufgetriebes (12) gekoppelt ist,

- einer Sensorvorrichtung, die Drehzahl der Brennkraftmaschine (10), des ersten und zweiten Elektromotors (14, 22), des Antriebsrades mißt und entsprechende Signale erzeugt, und
- einer Steuer- und Regelvorrichtung (34), die nach Maßgabe von Sollwertsignalen (36) der vom Bediener des Flurförderzeugs betätigten Sollwertgeber und unter Zugrundelegung der Ausgangssignale der Sensorvorrichtung die Drehzahlen der Elektromotoren (14, 22) und der Brennkraftmaschine (10) steuert oder regelt, den Motor- oder Generatorbetrieb der Elektromotoren (14, 22) und die Betätigung der Kupplung (A) und des Umschaltgetriebes (26) steuert.

2. Antriebssystem für ein Flurförderzeug mit

- einer Brennkraftmaschine (10),
- einem mit der Welle der Brennkraftmaschine (10) verbindbaren Dreiwellen-Umlaufgetriebe (12),
- einem ersten Elektromotor (14), der mechanisch mit der zweiten Welle des Umlaufgetriebes (12) gekoppelt und mit einem Bordnetz des Flurförderzeugs verbunden ist,
- einem mit der dritten Welle des Umlaufgetriebes (12) gekoppelten Umschaltgetriebe (26),
- einem mit dem Umschaltgetriebe gekoppelten Summiergetriebe, dessen andere Eingangswelle mit einem elektrisch mit dem Bordnetz verbundenen zweiten Elektromotor (22) verbunden ist und dessen Abtriebswelle (24) mit mindestens einem angetriebenen Rad des Flurförderzeugs gekoppelt ist,
- einer schaltbaren Kupplung (B) zwischen erster und dritter Welle des Umlaufgetriebes (12),
- mindestens einem Verbraucher (30) für eine Zusatzfunktion des Flurförderzeugs, der mit einer der Wellen des Umlaufgetriebes (12) gekoppelt ist,
- einer Sensorvorrichtung, die Drehzahl der Brennkraftmaschine (10), des ersten und zweiten Elektromotors (14, 22), des Antriebsrades mißt und entsprechende Signale erzeugt, und
- einer Steuer- und Regelvorrichtung (34), die nach Maßgabe von Sollwertsignalen (36) der vom Bediener des Flurförderzeugs betätigten Sollwertgeber und unter Zugrundelegung der Ausgangssignale der Sensorvorrichtung die Drehzahlen der Elektromotoren (14, 22) und der Brennkraftmaschine (10) steuert oder regelt, den Motor- oder Generatorbetrieb der Elektromotoren (14, 22) und die Betätigung der Kupplung (A) und des Umschaltgetriebes (26) steuert.

3. Antriebssystem nach Anspruch 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, daß das antreibbare Rad und die Brennkraftmaschine (10) bezüglich ihrer Position zur Getriebeanordnung vertauscht sind.

4. Antriebssystem nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß das Umschaltgetriebe (26) zwei parallele jeweils eine Kupplung (R, V) aufweisende Zweige besitzt, wobei ein Zweig ein Wendegetriebe (28) aufweist.

5. Antriebssystem nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß der zweite Elektromotor (22) ein Hohlwellenmotor ist.

6. Antriebssystem nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß der Verbraucher eine Hydraulikpumpe (30) ist, die mit der Welle des ersten Elektromotors (14) gekoppelt ist.

7. Antriebssystem nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß eine in beiden Drehrichtungen arbeitende Hydraulikpumpe (30) vorgesehen sind.

8. Antriebssystem nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß erste und zweite Kupplung (A, B) als Baueinheit mit dem Umlaufgetriebe (12) ausgebildet sind.

9. Antriebssystem nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß das Wendegetriebe (28) als Baueinheit mit den beiden Kupplungen (R, V) ausgebildet ist.

10. Antriebssystem nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß der ersten und/oder zweiten Kupplung (A, B) eine Übersetzungsstufe zugeordnet ist.

11. Antriebssystem nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß der zweite Elektromotor von zwei parallel geschalteten Elektromotoren (22a, 22b) gebildet ist, die jeweils mit einem Antriebsrad (40a, 40b) gekoppelt sind.

12. Antriebssystem nach einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß nach Maßgabe der Wirkungsgrad-Kennfelder von Brennkraftmaschine (10) und den Elektromotoren (14, 22) ein Gesamtwirkungs-

grad-Kennfeld in bezug auf Fahrleistung und Fahrgeschwindigkeit gebildet wird und eine optimale Verstellkennlinie festgelegt wird.

13. Antriebssystem nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, daß in Abhängigkeit von bestimmten Parametern, etwa Ladezustand der Batterie (**18**) aus mehreren vorhandenen Gesamtwirkungsgrad-Kennfeldern mit zugehöriger Verstellkennlinie das zutreffendste ausgewählt wird.

14. Verfahren zum Betrieb eines Antriebssystems nach einem der Ansprüche 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß bei sehr langsamer Geschwindigkeit (Betriebsbereich B1) durch Schließen der ersten Kupplung (A) und Trennen des Umschaltgetriebes (**26**) die Leistung der Brennkraftmaschine (**10**) auf das Antriebsrad ausschließlich über die Elektromotoren (**14, 22**) übertragen wird und der erste Elektromotor (**14**) als Generator arbeitet.

15. Verfahren zum Betreiben eines Antriebssystems nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß bei hohen Geschwindigkeiten (Betriebsbereich B4) durch Schließen der zweiten Kupplung (B) die Leistung der Brennkraftmaschine (**10**) auf das Antriebsrad unmittelbar mechanisch übertragen wird, wobei beide Elektromotoren (**14, 22**) mit einer vorgegebenen Übersetzung mit der Fahrgeschwindigkeit gekoppelt sind.

16. Verfahren nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, daß von Übergang des Fahrbereichs sehr langsam zum benachbarten Geschwindigkeitsbereich das Umschaltgetriebe (**26**) im Synchronisationsdrehzahlpunkt geschaltet wird und danach durch Ansteuerung des ersten Elektromotors (**14**) die synchrone Drehzahl an der ersten Kupplung (A) hergestellt wird, wonach die erste Kupplung (A) getrennt wird.

Es folgen 6 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

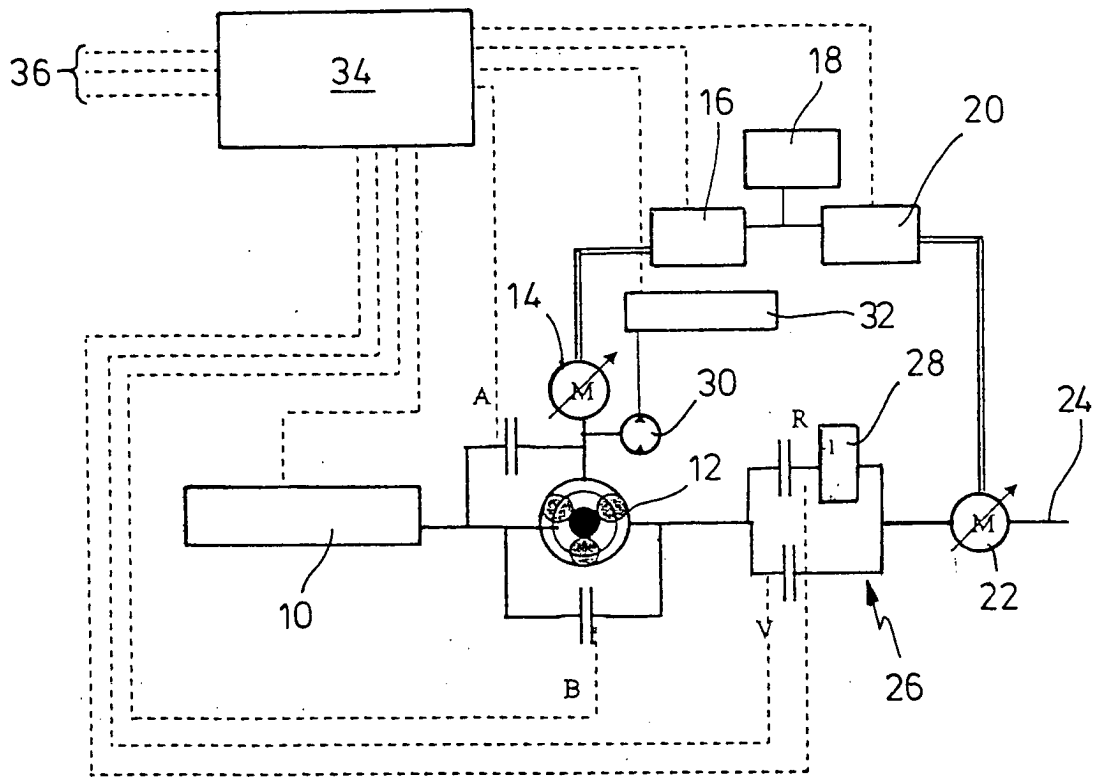


FIG. 1

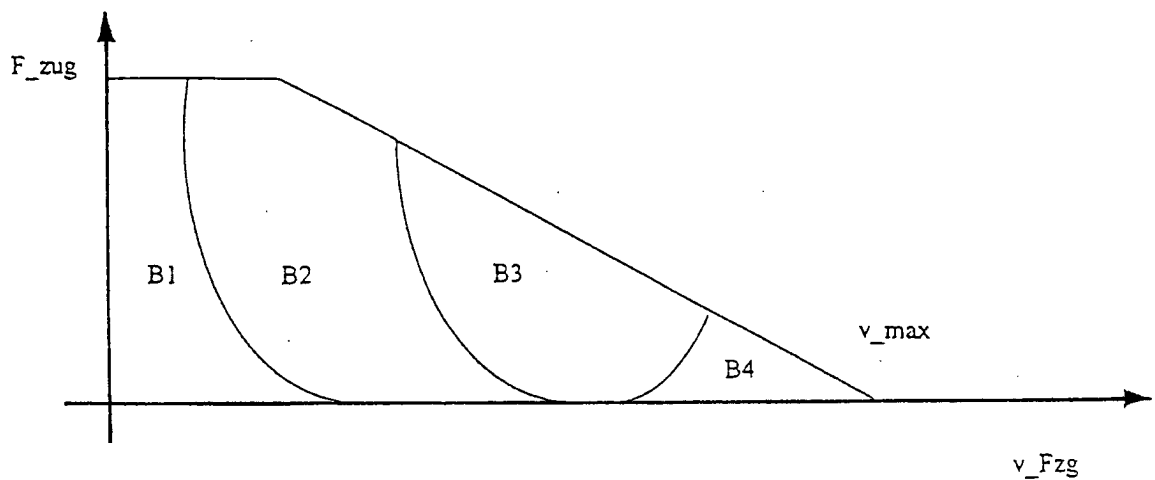
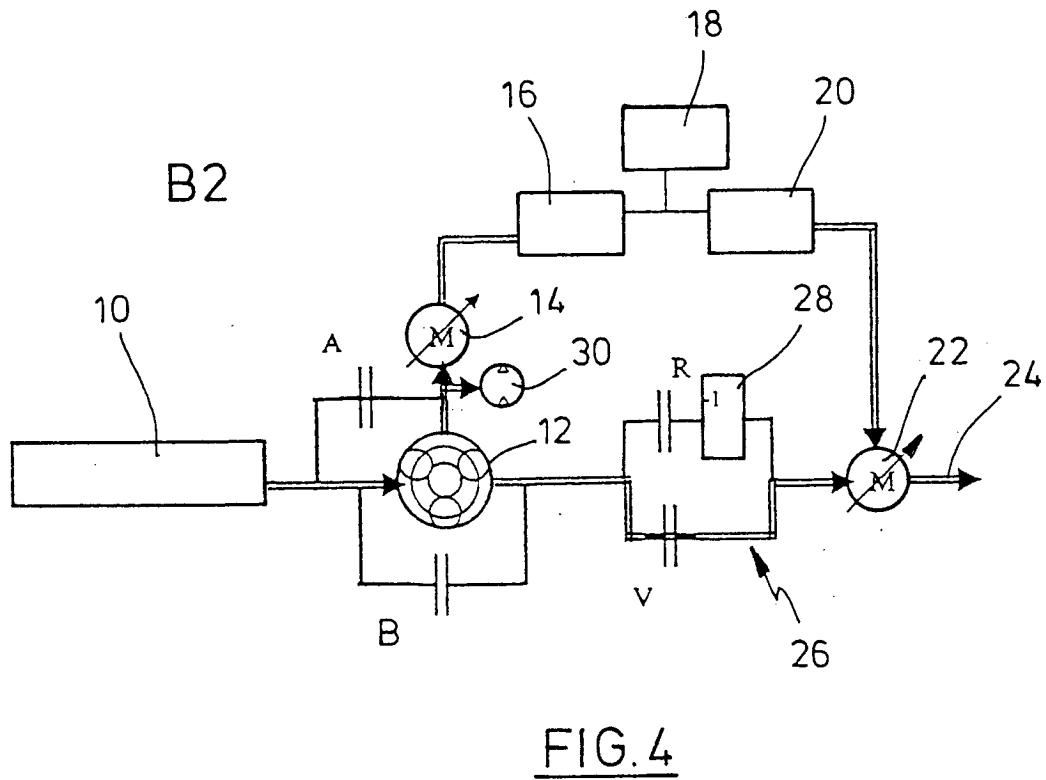
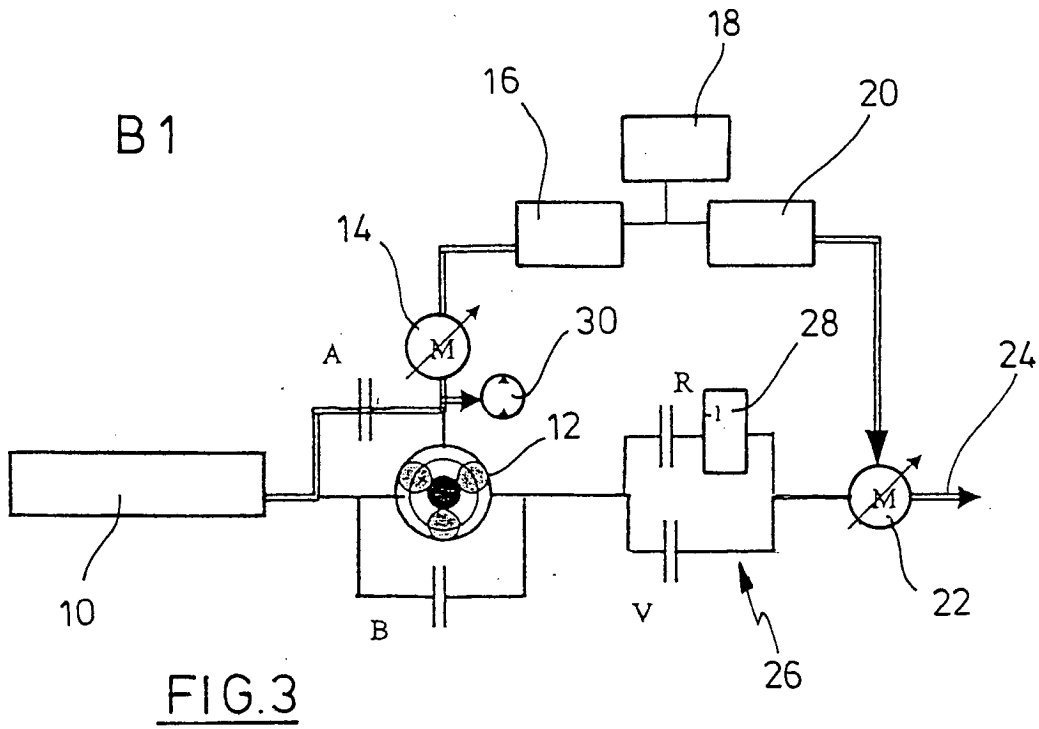
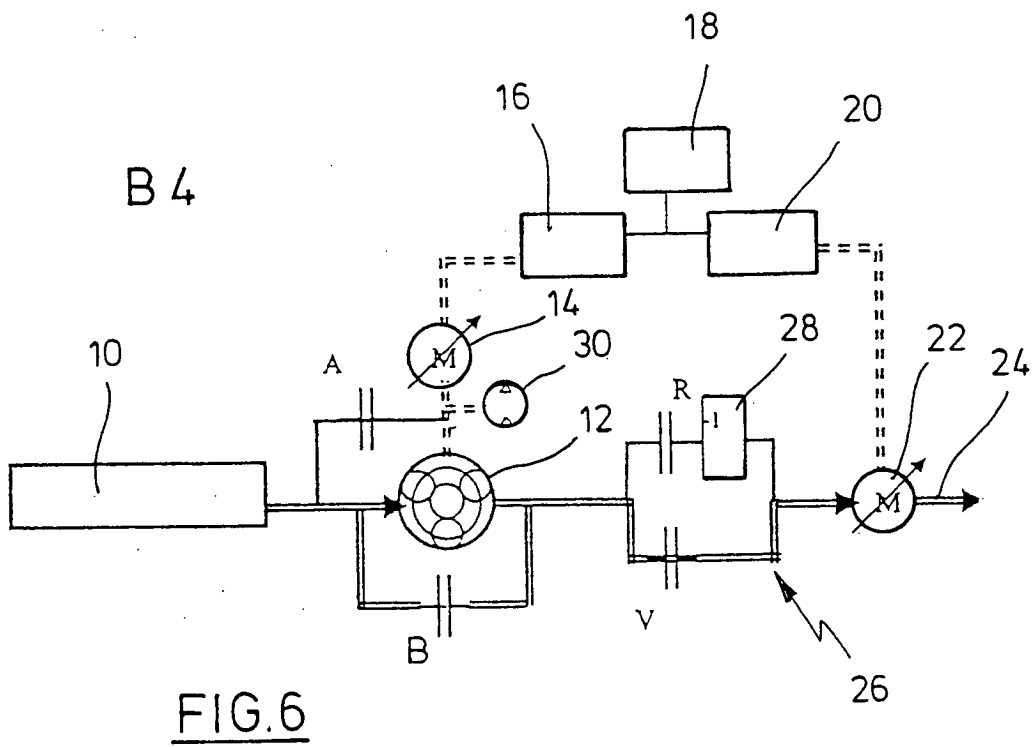
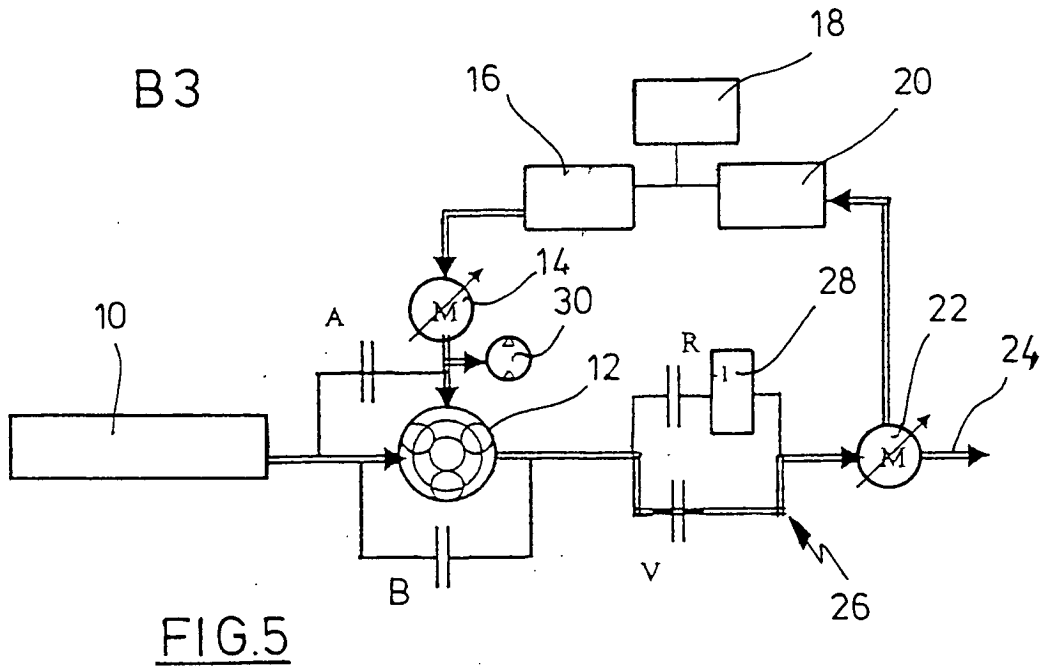


FIG. 2





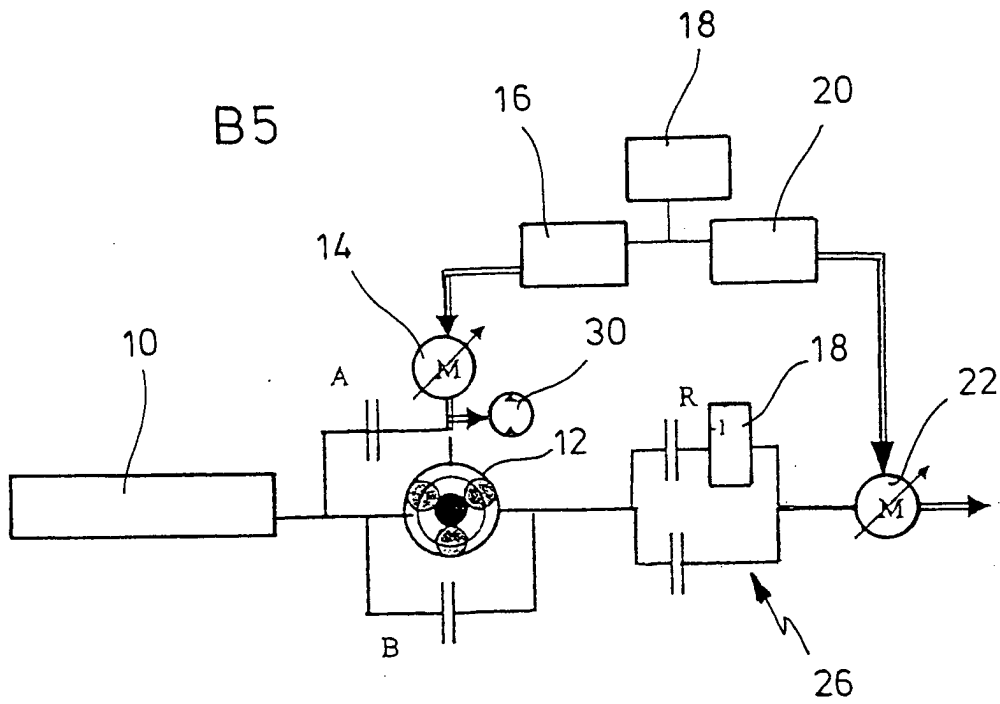


FIG.7

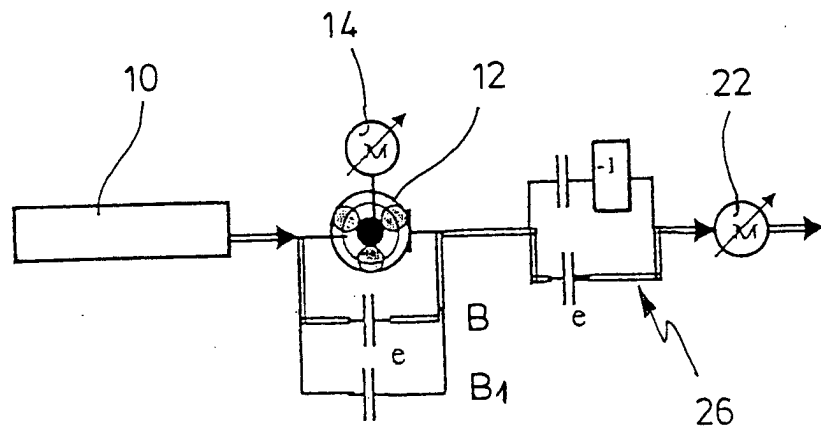


FIG.8

