

(19)



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11)

EP 1 494 347 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:
16.08.2006 Patentblatt 2006/33

(51) Int Cl.:
H02P 5/00 (2006.01) F41A 27/28 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **04014268.9**

(22) Anmeldetag: **17.06.2004**

(54) **Antriebsvorrichtung zum Ausrichten einer Waffe**

Drive for alignment of a weapon

Dispositif d'entraînement d'une arme

(84) Benannte Vertragsstaaten:
DE FR GB

(30) Priorität: **02.07.2003 DE 10329861**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
05.01.2005 Patentblatt 2005/01

(73) Patentinhaber: **MOOG GmbH**
D-71034 Böblingen (DE)

(72) Erfinder:
• **Czeppel, Thomas**
75378 Bad Liebenzell (DE)

• **Sembtner, Roger**
70197 Stuttgart (DE)
• **Stehlin, Bernhard**
70771 Leinfelden-Echterdingen (DE)

(74) Vertreter: **Grünecker, Kinkeldey,**
Stockmair & Schwanhäusser
Anwaltssozietät
Maximilianstrasse 58
80538 München (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
DE-A- 3 341 320 DE-A- 19 951 915
US-A- 4 042 069 US-A1- 2003 025 469

EP 1 494 347 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

[0001] Die Erfindung bezieht sich auf eine Antriebsvorrichtung zum Ausrichten einer Waffe, die um mindestens eine Achse drehbar mit einer Basis verbunden ist, und/oder zum Ausgleichen von Bewegungen der Basis, mit einem ersten Elektromotor und mindestens einem zweiten Elektromotor, die zum Halten und Bewegen der Waffe um die Achse mit dieser in Wirkverbindung stehen, nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

[0002] Eine gattungsgemäße Antriebsvorrichtung ist aus der DE 33 41 320 C2 (welche die Grundlage für der Oberbegriff des Anspruchs 1 bildet) bekannt. Diese Antriebsvorrichtung umfasst zwei Antriebsmotore, die gemeinsam mit einem Zahnkranz zum Ausrichten einer Waffe in Eingriff stehen und jeweils nur in einer Drehrichtung betrieben werden, um eine möglichst hohe Einstellgenauigkeit der Waffe zu erreichen.

[0003] Üblicherweise werden Waffen, die auf einer Unterlage drehbar gelagert sind und mit einer geregelten Antriebsvorrichtung auf ein Ziel ausgerichtet werden können, in ihrem Schwerpunkt gelagert, um die benötigte Antriebsleistung zu minimieren und um die Momentenstörungen, die bei einer bewegten Basis auf die Waffe wirken, zu reduzieren. Bei einer solchen Waffe wird nur für die Beschleunigung der Waffe und für den Ausgleich der Lagerreibung Antriebsenergie benötigt. Auch wird der Antrieb nur benötigt, wenn die Waffe auf ein Ziel ausgerichtet werden soll oder zum Halten der Waffe auf dem Ziel bei sich bewegender Basis.

[0004] Es gibt jedoch auch Anwendungen, bei denen die Waffe nicht in ihrem Schwerpunkt gelagert werden kann. Bei solchen Waffen wird neben der Antriebsenergie zum Ausrichten der Waffe und zum Ausgleichen der sich bewegenden Basis auch für das Halten der Waffe auf einem Ziel eine Kraft benötigt. Zum Halten der Waffe auf dem Ziel lassen sich gleichfalls die elektrischen Antriebsvorrichtungen zum Ausrichten der Waffe und/oder zum Ausgleich der sich bewegenden Basis einsetzen.

[0005] Bei solchen elektrischen Antriebsvorrichtungen können jedoch je nach Art der Antriebstechnik sehr hohe Verlustleistungen entstehen. Zur Aufrechterhaltung einer Kraft zum Halten der Waffe ist ein elektrischer Strom erforderlich, der im Motor, den Kabeln und in der Leistungselektronik zu einer erheblichen Wärmeentwicklung führt. Die Wärmeentwicklung kann sich belastend auf die Umgebung auswirken, da die Ableitung der entstandenen Wärme mittels einer aktiven Kühlung gerade bei mobilen Waffenträgern sehr begrenzt ist. Auch erfolgt bei solchen mobilen Waffenträgern die Spannungsversorgung der Antriebsvorrichtung häufig von einer Fahrzeugbatterie, die sich entlädt, wenn die Waffe auch bei abgeschaltetem Fahrzeugantrieb bewegt wird. Daher ist bei mobilen Waffenträgern der Betrieb solcher Antriebsvorrichtungen nur zeitlich begrenzt möglich.

[0006] Mechanische, pneumatische oder hydro-pneumatische Federn, sogenannte Unbalance-Ausgleicher, können die notwendige Antriebsenergie zum Halten der

Waffe auf einem Ziel reduzieren. Dabei stützen sich die Federn einerseits auf einer Basis, einer Unterlage oder einer Waffenplattform und andererseits an der Waffe selbst so ab, dass ein Drehmoment entsteht, welches vorzugsweise gerade so groß ist wie das Drehmoment, welches dadurch entsteht, dass die Waffe nicht in ihrem Schwerpunkt gelagert ist, der Unbalance der Waffe. Ein wesentlicher Nachteil dieser Federn ist es, dass bei unterschiedlichen Neigungswinkeln der Basis zur Umgebung ein unterschiedliches Drehmoment entsteht. Insbesondere bei einer ständig bewegten Basis mit einer darauf drehbar gelagerten Waffe wirkt daher ein sich ständig änderndes Drehmoment auf die Waffe, welches von der Antriebsvorrichtung ausgeglichen werden muss. Dies ist mit den vorhandenen Waffenantrieben und ihren Regelungseinrichtungen nur eingeschränkt möglich. Des Weiteren können mechanische, pneumatische oder hydro-pneumatische Federn dynamische Kräfte, die bei einer linearen Beschleunigung der Basis in einer Richtung senkrecht zum Wirkarm der Unbalance stehen und die daraus resultierenden Drehmomente um die Drehachse der Waffe nicht ausgleichen.

[0007] Ein weiterer Nachteil von mechanischen Federn ist das große Bauvolumen und das große Gewicht dieser Federn. Andererseits weisen pneumatische Federn, die ein kleineres Volumen und ein geringeres Gewicht als die mechanischen Federn haben, eine sehr hohe Reibung auf, was bei einer bewegten Basis mit einer darauf stabilisierten Waffe zu Störmomenten und schlechten Stabilisierungsergebnissen für die Waffe führt.

[0008] Des Weiteren sind auch elektrische Antriebsvorrichtungen bekannt, die neben einem elektrischen Hauptantrieb über einen manuell zuschaltbaren elektrischen Hilfsantrieb verfügen, wobei der Hilfsantrieb nur eine eingeschränkte Leistungsfähigkeit und damit auch eine geringere Leistungsaufnahme aufweist. Dieses bei mobilen Waffenträgern eingesetzte Konzept ermöglicht bei einem Stillstand der Waffe und des Waffenträgers das Abschalten des Hauptantriebs, was die notwendige Antriebsenergie für die elektrische Antriebsvorrichtung und damit auch die Wärmeentwicklung im mobilen Waffenträger verringert. Sobald sich der Waffenträger wieder bewegt ist zum Ausrichten und Halten der Waffe der Einsatz des Hauptantriebs notwendig, wobei Haupt- und Hilfsmotor nur alternativ zum Antrieb der Waffe genutzt werden. Der Hilfsantrieb kann bei einem Ausfall des Hauptmotors die Funktionsfähigkeit der Antriebsvorrichtung zumindest eingeschränkt aufrechterhalten. Ein Nachteil dieser Antriebe ist es, dass eine mechanisch oder elektrische schaltende Kupplung benötigt wird, mit der dieser zweite Hilfsmotor von dem Antrieb der Waffe getrennt werden kann. Auch benötigt das Zu- und Abschalten des Hilfsantriebs einen bestimmten Zeitraum, in dem diese Antriebsvorrichtung nur eingeschränkt funktionsfähig ist.

[0009] Der vorliegenden Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, eine Antriebsvorrichtung zum Ausrich-

ten einer Waffe bereitzustellen, die nur eine geringe Antriebsleistung benötigt und die Nachteile bekannter Antriebe vermeidet.

[0010] Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe gelöst mit einer gattungsgemäßen Antriebsvorrichtung nach dem Kennzeichen des Anspruchs 1.

[0011] Die automatische Regelung dieser erfindungsgemäßen Antriebsvorrichtung in Abhängigkeit einer gemessenen Bewegungsgröße ermöglicht insbesondere bei Waffen die nicht in ihrem Schwerpunkt gelagert sind, d.h. eine große Unbalance aufweisen, die Reduzierung der benötigten Antriebsleistung zum Ausrichten der Waffe und/oder zum Ausgleichen von Bewegungen der Basis und/oder zum Halten der Waffe bei einer großen Unbalance. Durch die zwangsgekoppelte Wirkverbindung der Motoren mit der Waffe ist im Betrieb kein mechanisches Zu- und Abschalten der Motoren notwendig bzw. möglich. Dadurch kann auch auf eine Kupplung zwischen den Motoren und der Waffe verzichtet werden. Bevorzugt weisen die Motoren eine dauerhafte mechanische Verbindung mit der Waffe zu deren Antrieb auf, die gegebenenfalls auch ein Getriebe umfasst. Die Auswahl einer geeigneten Übersetzung zwischen der Drehbewegung der Motoren und der Bewegung der Waffe ermöglicht die Anpassung des Antriebs an entsprechende Vorgaben für die Ausricht- und/oder Ausgleichsbewegungen des Motors sowie zum Halten der Waffe. Neben der Abhängigkeit von einer gemessenen Bewegungsgröße kann die automatische Regelung der Antriebsvorrichtung auch auf die energieeffiziente Leistungsaufnahme der Motoren ausgerichtet sein, d.h. dass neben einer Bewegungsgröße auch die Leistungsaufnahme der Motoren als Stellgröße für die Regelungseinrichtung genutzt wird.

[0012] Die Erfindung sieht vor, dass die Regelungseinrichtung zumindest in dem bestimmten Drehzahlbereich beide Motoren ansteuert und die Motoren in diesem Drehzahlbereich gemeinsam das Drehmoment für den Antrieb der Waffe aufbringen. Durch die Überlagerung der Ansteuerung der Motoren muss in diesem bestimmten Drehzahlbereich der Antrieb der Waffe nicht nur durch einen Motor aufgebracht werden, sondern es ist ein gemeinsamer Antrieb der Waffe durch zumindest zwei Motoren möglich. Außerhalb dieses Bereichs erfolgt der Antrieb der Waffe nur durch einen Motor. In dem bestimmten Drehzahlbereich ist das gesamte Antriebsdrehmoment zwischen der Waffe und der Basis größer als die Drehmomente, die in diesem Drehzahlbereich von einem Motor alleine aufgebracht werden. Dadurch kann in diesem Drehzahlbereich auch eine höhere Beschleunigung erreicht werden.

[0013] Weiter sieht die Erfindung vor, dass mittels der Regelungseinrichtung in dem bestimmten Drehzahlbereich ein Motor so angesteuert ist, dass dessen Drehmoment mit zunehmender Drehzahl abnimmt und der andere Motors so angesteuert ist, dass dessen Drehmoment mit zunehmender Drehzahl zunimmt. Die Überlagerung eines mit zunehmender Drehzahl abnehmenden und eines ansteigenden Drehmoments führt in dem be-

stimmten Drehzahlbereich zu einem verhältnismäßig ausgeglichenen Drehmoment. Durch die Ansteuerung des einen Motors mit einem bei zunehmender Drehzahl abfallenden Drehmoment ermöglicht auch bei geringen Drehzahlen, insbesondere auch bei einer Drehzahl 0 bereits ein hohes Drehmoment, wodurch das Halten einer nicht im Schwerpunkt gelagerten Waffe auf ein Ziel erleichtert wird. Der Verlauf des abfallenden Drehmoments des einen Motors begrenzt ausgehend von einem hohen Drehmoment bei einer geringen Drehzahl bis zu einem Drehmoment 0 bei einer höheren Drehzahl, den bestimmten Drehzahlbereich, in dem beide Motoren von der Regelungseinrichtung angesteuert werden.

[0014] Vorteilhafterweise kann die Regelungseinrichtung so ausgebildet sein, dass die Regelung der Motoren entsprechend bestimmter Ansteuer-Kennlinien erfolgt, und dass sich eine abfallende Ansteuer-Kennlinie für den einen Motor und eine ansteigende Ansteuer-Kennlinie für den anderen Motor derart in dem bestimmten Drehzahlbereich überlagern, dass in diesem bestimmten Drehzahlbereich die Summe der Drehmomente der Motoren im Wesentlichen gleich bleibt. Während sich die Drehzahl in dem bestimmten Drehzahlbereich ändert, bleibt das zwischen der Waffe und der Basis wirkende Drehmoment gleich, wodurch ein unabhängig von der Drehzahl gleichwirkender Antrieb erreicht wird, der eine präzise Ausrichtung der Waffe und/oder Ausgleich von Bewegungen der Basis ermöglicht. Insbesondere bei Waffen, die nicht in ihrem Schwerpunkt auf einer Basis gelagert sind, erfordert der Ausgleich der Unbalance ein zum Halten der Waffe auf dem Ziel notwendiges Nenn-drehmoment, das unabhängig von der auf die Waffe wirkende Drehbewegung von der Antriebsvorrichtung bereitgestellt werden muss. Bevorzugt wird durch eine solche Antriebsvorrichtung für Waffen mit einer großen Unbalance zumindest über einen großen Drehzahlbereich ein Drehmoment oberhalb des Nenn-drehmoments bereitgestellt. Dazu kann das Drehmoment des anderen Motors mit einem mit der Drehzahl ansteigenden Drehmoment oberhalb des Überlagerungsbereichs bei weiter steigender Drehzahl auf einem gleichbleibenden Drehmoment entsprechend der Summe der Drehmomente in dem bestimmten Drehzahlbereich verbleiben. Ein solcher Motor kann in der Überlagerung mit dem Motor mit einem abfallenden Drehmoment über einen sehr großen Drehzahlbereich zu einem gleichbleibenden Antriebsdrehmoment führen.

[0015] Zur besseren Abstimmung der Motoren aufeinander hinsichtlich der Regelung durch die Regelungseinrichtung können die Motoren bezogen auf die Bewegung der Waffe um die Achse ein unterschiedliches Drehzahl-Drehmomentverhalten aufweisen. Hierbei ist eine Übersetzung zwischen dem Motor und der Waffe, die die Drehzahl der Motoren in eine Drehbewegung der Waffe umgesetzt, z.B. durch ein Getriebe, bereits durch den Bezug des Drehzahl-Drehmomentverhaltens auf die Bewegung der Waffe berücksichtigt.

[0016] Um eine einfache Anbindung der Motoren an

die Waffe zu realisieren, können die Motoren über ein gemeinsames Antriebsrad mit der Waffe in mechanischer Verbindung stehen.

[0017] Zur Anpassung der Motoren an die zu erfüllenden Antriebsaufgaben zum Halten und/oder zum Ausrichten der Waffe und/oder zum Ausgleichen von Bewegungen der Basis, können die Motoren zwischen Waffe und Basis eine unterschiedliche Übersetzung aufweisen.

[0018] Eine Modifikation der Antriebsvorrichtung sieht vor, dass die Motoren in einem Motorgehäuse angeordnet sind und eine gemeinsame Motorwelle aufweisen. Die gemeinsame Anordnung der Motoren in einem gemeinsamen Motorgehäuse und um eine gemeinsame Motorwelle ermöglicht eine sehr einfache Konstruktion und Betriebsweise der Antriebsvorrichtung. Die Wicklungen der Motoren sind entsprechend eines gewünschten Drehzahl-Drehmomentverhaltens auszulegen und auf der gemeinsamen Motorwelle anzuordnen und müssen beim Betrieb der Antriebsvorrichtung durch die Regelungseinrichtung entsprechend angesteuert werden.

[0019] Eine Variante der erfindungsgemäßen Antriebsvorrichtung sieht vor, dass die Motoren bürstenlose Elektromotoren sind. Bürstenlose Elektromotoren ermöglichen durch ihren geringen Verschleiß eine hohe Betriebssicherheit der Antriebsvorrichtung.

[0020] Um die notwendige Elektronik zur Ansteuerung der Motoren zu vereinfachen, können die Motoren eine elektronische Kommutierung aufweisen, die aus einem für die Motoren gemeinsamen Lagegeber abgeleitet ist.

[0021] Eine vorteilhafte Ausgestaltung sieht vor, dass zumindest ein Motor, bevorzugt der Motor mit einer geringeren maximalen Drehzahl, mittels eines Leistungsschalters von seiner Leistungselektronik trennbar und wieder zuschaltbar ausgestaltet ist. Die Abschaltung eines Motors unter Berücksichtigung seines Drehzahl-Drehmomentverhaltens von seiner Leistungselektronik kann eine erhöhte Belastung der Elektronik und damit langfristige Schäden verhindern.

[0022] Von Vorteil ist es weiter, wenn gemäß einer Ausführungsvariante der Motor in Abhängigkeit einer bestimmten Drehzahl, vorzugsweise oberhalb seiner maximalen Drehzahl, trennbar und in Abhängigkeit einer bestimmten Drehzahl, vorzugsweise unterhalb seiner maximalen Drehzahl, wieder zuschaltbar ausgestaltet ist. Das Trennen, bevorzugt des Motors mit einer geringeren maximalen Drehzahl, erfolgt in geeigneter Weise in Abhängigkeit seiner Ansteuerung durch die Regelungseinrichtung, d.h. bei oder kurz oberhalb der Drehzahl mit einem Drehmoment 0, seiner maximalen Drehzahl. So kann der bestimmte Drehzahlbereich, in dem sich die Ansteuerung der Motoren überlagert, optimal genutzt werden. Da das Trennen und das Zuschalten des Motors die obere Grenze des Überlagerungsbereichs bestimmt und damit auch die Summe der Drehmomente sowie den Verlauf des zwischen der Waffe und der Basis wirkenden Drehmoments im gesamten Betriebsbereich der Antriebsvorrichtung beeinflusst, ist der Schaltbereich, in dem ein Trennen und Zuschalten des Motors erfolgen

sollte, genau auszuwählen, vorzugsweise in einem Bereich von $\pm 10\%$ der maximalen Drehzahl. Bei einer Drehzahl oberhalb der maximalen Drehzahl erzeugt ein Motor eine induzierte Spannung, die der am Motor anliegenden Versorgungsspannung entgegenwirkt und in ihrem Betrag größer als die angelegte Versorgungsspannung ist.

[0023] Darüber hinaus bezieht sich die hier vorliegende Erfindung auf ein Regelungsverfahren zum Ansteuern einer Waffe, die um mindestens eine Achse drehbar mit einer Basis verbunden ist, mit einem ersten Elektromotor und mindestens einem zweiten Elektromotor, die zum Halten und Bewegen der Waffe um die Achse mit dieser in Wirkverbindung stehen, wobei zum Aufbringen eines bestimmten Drehmoments beide Motoren bei zwangsgekoppelter Wirkverbindung mit der Waffe zumindest über einen bestimmten Drehzahlbereich in Abhängigkeit einer gemessenen Bewegungsgröße und zum Erzielen einer möglichst energieeffizienten Leistungsaufnahme der Motoren automatisch geregelt werden und das Drehmoment um die Achse gemeinsam aufbringen, wobei ein Motor so angesteuert wird, dass dessen Drehmoment mit zunehmender Drehzahl abnimmt und der andere Motor so angesteuert wird, dass dessen Drehmoment mit zunehmender Drehzahl zunimmt. Dieses Regelungsverfahren ermöglicht es, das zum Antrieb einer Waffe notwendige Drehmoment additiv von mehreren Motoren bereitzustellen und damit im Vergleich zu herkömmlichen Waffenantrieben die Leistungsaufnahme zu reduzieren und die Funktionsfähigkeit zu verbessern. Durch die abgestimmte automatische Regelung der Motoren wird das zum Antrieb der Waffe notwendige Drehmoment, für Ausrichtbewegungen und/oder Ausgleichsbewegungen und/oder zum Ausgleichen einer Unbalance, gemeinsam von mehreren Motoren oder auch allein von einem Motor in Abhängigkeit von der der Waffe aufgeprägten Drehzahl oder Bewegung erzeugt. Zusätzlich kann die Lastaufnahme der Motoren als weitere Stellgröße die Wirkung der Regelungseinrichtung optimieren.

[0024] Bevorzugt können die Motoren in Abhängigkeit von mindestens einer gemessenen Regelgröße angesteuert werden, wobei das Drehmoment zum Antrieb der Waffe in Abhängigkeit von dieser Regelgröße nach mindestens einer vorgegebenen Kennlinie auf die Motoren aufgeteilt wird. Die Berücksichtigung einer gemessenen Regelgröße für die Aufteilung des Drehmoments auf die Motoren ermöglicht eine schnellere und zielgerichtete Regelung.

[0025] Um eine schnelle, genaue Regelung der Antriebsvorrichtung zu ermöglichen, kann die Regelgröße eine gemessene Drehzahl zwischen Waffe und Basis oder eine von dieser Drehzahl abgeleitete Größe sein. Die direkte Korrelation zwischen der gemessenen Drehzahl der Waffe und der durch die Motoren aufgeprägten Drehzahl ermöglicht die schnelle und zielgenaue Ansteuerung der Waffe. Dabei kann die Regelgröße von einer am Antrieb gemessenen Bewegung, oder von einer am Antrieb gemessenen Position oder sowohl von einer

am Antrieb gemessenen Position als auch einer gemessenen Bewegung abgeleitet werden.

[0026] Eine Variante des Regelungsverfahrens sieht vor, dass zumindest ein Motor, bevorzugt der Motor mit einer geringeren maximalen Drehzahl, mittels eines Leistungsschalters von seiner Leistungselektronik getrennt und wieder zugeschaltet wird. Befindet sich der Motor in einem für die Leistungselektronik kritischen Betriebsbereich, kann der Motor zum Schutz der Leistungselektronik durch einen gesteuerten Leistungsschalter von dieser getrennt werden. Ebenso ist ein Trennen von der Leistungselektronik denkbar, wenn sich der Motor in einem ineffizienten Betriebsbereich befindet.

[0027] Eine erfindungsgemäße Ausgestaltung sieht vor, dass der Motor in Abhängigkeit einer bestimmten Drehzahl, vorzugsweise oberhalb seiner maximalen Drehzahl, getrennt und in Abhängigkeit einer bestimmten Drehzahl, vorzugsweise unterhalb seiner maximalen Drehzahl, wieder zugeschaltet wird. Diese Regelung ermöglicht eine optimale Ausnutzung des bestimmten Drehzahlbereichs und verhindert sicher eine Belastung der Leistungselektronik.

[0028] Günstigerweise kann das Zu- und/oder Abschalten des einen Motors zusätzlich zeitabhängig gesteuert sein. Die zeitabhängige Steuerung des Zu- und/oder Abschaltens kann ein häufiges Takten des Leistungsschalters mit einer entsprechenden Belastung der Elektronik und des Motors verhindern. Insbesondere wird durch die zeitabhängige Steuerung des Zu- und/oder Abschaltens eine Verzögerung des erneuten Zuschaltens des einen Motors nach einer gerade erfolgten Trennung von der Leistungselektronik erreicht. Dies ist insbesondere dann wichtig, wenn der Antrieb der Waffe in dem Drehzahlbereich bewegt wird, in dem auch die Schwelle zum Trennen und Zuschalten des einen Motors liegt.

[0029] Eine weitere Ausführung des Regelungsverfahrens sieht vor, dass die Motoren von zwei getrennten Elektroneinheiten versorgt werden. Dadurch kann beim Ausfall einer Antriebskette aus Elektroneinheit und Motor eine andere Kette zumindest ein in seiner Leistungsfähigkeit eingeschränkter Antrieb der Waffe aufrechterhalten.

[0030] Im Folgenden werden Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung anhand einer Zeichen näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 ein Schaltbild einer erfindungsgemäßen Antriebsvorrichtung,

Fig. 2 ein Schaltbild einer weiteren Ausführungsform der erfindungsgemäßen Antriebsvorrichtung,

Fig. 3 die Drehmoment-Ansteuer-Kennlinien zweier Motoren über ihrer Drehzahl sowie deren Summendrehmoment zum Antrieb der Waffe und

Fig. 4 die Stromkennlinien der Motoren über ihrer

Drehzahl.

[0031] Die in der Fig. 1 dargestellte erfindungsgemäße Antriebsvorrichtung einer Waffe zeigt eine Waffe 1, die auf einer Welle 2 drehbar um eine Achse A auf einer Basis 3 gelagert ist. Die Welle 2 ist mit einem Antriebsrad 4 verbunden, auf das die Motoren 5 und 6 in direkter mechanischer Verbindung durch ihre Abtriebsräder 7 und 8 eingreifen.

[0032] Die von einem Nutzer gewünschte Drehzahl der Waffe 1 wird der Regelungseinrichtung 10 von einem Signal 11 vorgegeben. Dieses Signal 11 kann sowohl von einem Steuergriff manuell erzeugt als auch von einem übergeordneten Positionsregler generiert werden. Das Signal 11 für die gewünschte Drehzahl der Waffe 1 wird an einem Summierpunkt 12 mit dem Signal 13 für die gemessene Drehzahl der Waffe 1 verglichen. Das gemessene Drehzahlsignal 13 kann sowohl von einem auf die Basis 3 der Waffe 1 bezogenen Drehsignalgeber 9 stammen, als auch von einem inertial messenden Drehratengeber, z.B. einem Kreisel, ermittelt werden.

[0033] Ein am Summierpunkt 12 aus der gewünschten Drehzahl und der gemessenen Drehzahl der Waffe gebildetes Differenzsignal 14 wird an einen Drehzahlregler 15 weitergeleitet. Der Drehzahlregler 15 bildet aus dem Differenzsignal 14 ein zum Erreichen der gewünschten Drehzahl der Waffe erforderliches Signal 16, welches in gleicher Weise an die beiden Signalverstärker 17 und 18 weitergeleitet wird. Die Signalverstärker 17 und 18 erhalten als weitere Eingangsgröße die vom Drehsignalgeber 9 gemessene Drehzahl zwischen der Waffe 1 und der Basis 3 oder eine von dieser Drehzahl abgeleitete Größe, das Signal 19. Die beiden Signalverstärker 17 und 18 erzeugen aus den Signalen 16 und 19 die Ausgangssignale 21 und 22, die an die jeweiligen Stromregler mit nachfolgender Leistungselektronik 23 und 24 der beiden Motoren 5 und 6 weitergeleitet werden.

[0034] Die Kennlinie des Signalverstärkers 17 ist so ausgelegt, dass die Verstärkung des Signals 16 proportional von der Höhe des Signalpegels des Signals 19 abhängt. Dabei nimmt die Verstärkung des Signals 10 zunächst linear mit dem Signal 19 zu, wobei bei einem Signalwert Null vom Signal 19 der Signalwert des Ausgangssignals 21 ebenfalls Null beträgt. Mit zunehmendem Signalwert der Eingangsgröße 19 nimmt die Verstärkung des Signals 16 proportional bis zu einem maximalen Wert zu. Bei einer weiteren Steigerung des Eingangssignals 19 verbleibt das Ausgangssignal 21 auf dem maximalen Wert. In Abhängigkeit vom Drehzahl-Drehmomentverhalten der Motoren und der Leistungselektronik kann es vorteilhaft sein, die Verstärkung des Eingangssignals 16 nicht in einem linearen Zusammenhang zur Eingangsgröße 19 zu stellen, sondern einen angepassten Zusammenhang auszuwählen.

[0035] Der Signalverstärker 18 hat im Gegensatz zum Signalverstärker 17 bei kleinen Drehzahlen zwischen der Waffe 1 und der Basis 3 seine maximale Verstärkung, die mit zunehmendem Signalpegel von Signal 19 ab-

nimmt. Auch in diesem Signalverstärker 18 besteht ein linearer Zusammenhang zwischen der Verstärkung des Signals 16 und dem Eingangssignal 19, wobei auch hier in Abhängigkeit von der Charakteristik des Motors 6 und der Leistungselektronik 24 ein nicht linearer Zusammenhang gewählt werden kann. Oberhalb eines bestimmten Pegels für das Signal 19 wird an den Stromregler mit nachfolgender Leistungselektronik 24 durch die Ausgangsgröße 22 ein Signalpegel Null weitergeleitet. Da in diesem Verstärkungszustand der Stromregler mit nachfolgender Leistungselektronik 24 den Motor 6 stromlos schaltet, muss das gesamte Drehmoment zum Antrieb der Waffe 1 durch den Motor 5 aufgebracht werden.

[0036] Die Stromregler mit nachfolgender Leistungselektronik 23 und 24 wandeln die Ausgangssignale 21 und 22 der beiden Signalverstärker 17 und 18 in auf die Motoren 5 und 6 abgestimmte Ströme um. Diese Ströme werden in den Motoren 5 und 6 in Abhängigkeit von den Drehzahl-Drehmomentverhalten der Motoren in ein entsprechendes abtriebsseitiges Drehmoment umgewandelt, das über die Abtriebsritzel 7 und 8, das Antriebsrad 4 und die Welle 2 auf die Waffe 1 wirkt.

[0037] Zwischen dem Stromregler 24 ist ein Schalter 25, vorzugsweise ein elektronischer Schalter, angeordnet, durch den der Motor 6 von der Leistungselektronik 24 getrennt werden kann. Der Schalter 25 wird durch einen Signalverstärker 26 angesteuert, der in dieser Ausführungsform eine Zweipunktkennlinie aufweist. Auch der Signalverstärker 26 erhält als Eingangsgröße das drehzahlabhängige Signal 19. Die Zweipunktkennlinie im Signalverstärker 26 ist so eingestellt, dass der Motor 6 immer dann vom Stromregler 24 getrennt wird, wenn eine bestimmte Drehzahl überschritten wird. Dabei korreliert diese Drehzahl vorzugsweise mit der Maximaldrehzahl des Motors 6. Insbesondere bei einer stabilisierten, nicht im Schwerpunkt gelagerten Waffe kann das von der Drehzahl zwischen Waffe 1 und Basis 3 abhängige Signal 19 seine Polarität und Amplitude häufig wechseln. Um in einem solchen Fall ein häufiges Trennen und wieder Zuschalten des Motors 6 durch den Schalter 25 zu vermeiden, kann im Signalverstärker 26 zusätzlich zur Zweipunktkennlinie eine zeitabhängige Schaltung vorgesehen werden, die die Verbindung des Motors 6 mit dem Stromregler 24 nach einer erfolgten Trennung verzögert. Dadurch bleibt die Stromversorgung nach einer Trennung für einen bestimmten Zeitraum abgeschaltet, auch wenn das Signal 19 unter den für das Trennen des Motors 6 vom Stromregler 24 vorgegebenen Schaltpegels zurückgefallen ist. Der Signalverstärker 26 verbindet den Motor 6 erst dann mit der Stromversorgung, wenn der Signalpegel des Signals 19 in dem zugelassenen Betriebsbereich des Motors 6 liegt und der vorgegebene Zeitraum der Zeitverzögerung abgelaufen ist. Vorteilhafterweise beginnt die Zeitverzögerung bei jedem Überschreiten der Schaltschwelle durch das Signal 19 wieder von vorne.

[0038] Fig. 2 zeigt eine weitere Ausführung der erfindungsgemäßen Antriebsvorrichtung. Da diese Ausführungsform in weiten Bereichen mit der oben beschriebenen Antriebsvorrichtung übereinstimmt, sind im Folgenden nur die Unterschiede zu der in Fig. 1 dargestellten Ausführung beschrieben. Bei der in Fig. 2 dargestellten Antriebsvorrichtung zum Ausrichten einer Waffe 1 und/oder zum Ausgleichen von Bewegungen der Basis 3, und/oder zum Halten der Waffe 1 bei einer großen Unbalance wird das im Drehzahlregler 15 gebildete Signal 16 nur an einen Signalverstärker 18 geleitet. Auch in dieser Ausführungsform erhält der Signalverstärker 18 das von der Drehzahl zwischen Waffe 1 und Basis 3 abhängige Signal 19 als zweite Eingangsgröße. Das Ausgangssignal 22 des Signalverstärkers 18 wird zum einen direkt an den Stromregler mit nachfolgender Leistungselektronik 24 und zum anderen an einen Summierungspunkt 27 weitergegeben. An dem Summierungspunkt 27 wird durch die Bildung der Differenz der Signale 16 und 22 das Ausgangssignal 21 erzeugt, das an den Stromregler mit nachfolgender Leistungselektronik 23 weitergeleitet wird.

[0039] Auch in der in Fig. 2 gezeigten Ausführungsform hat der Signalverstärker 18 seine maximale Verstärkung bei kleinen Drehzahlen. Hier bleibt jedoch die maximale Verstärkung ausgehend von einem Signalwert Null des Signals 19 bei einem ansteigenden Signalpegel zunächst konstant und fällt erst dann ab einem bestimmten Signalpegel des Signals 19 linear bis zu einem Signalwert Null des Ausgangsgröße 22 ab. Durch diese Regelung wird bis zu dem bestimmten Signalpegel des Signals 19 der Antrieb der Waffe 1 allein durch den Motor 6 bereitgestellt, da sich an dem Summierungspunkt 27 die Signale 16 und 22 aufheben und die Ausgangsgröße 21 ein Signalpegel Null weiterleitet, der am Stromregler 23 den Motor 5 stromlos schaltet. In dem Übergangsbereich bis zu einem Signalwert Null für die Ausgangsgröße 22 erfolgt der Antrieb der Waffe 1 durch beide Motoren 5 und 6. Steigt der Signalpegel des Signals 19 weiter an, schaltet die Ausgangsgröße 22 des Signalverstärkers 18 den Motor 6 stromlos, wodurch dann die Antriebsvorrichtung nur noch durch den Motor 5 bewegt wird.

[0040] Fig. 3 zeigt die Ansteuer-Kennlinien D_{M5} , D_{M6} der Motoren 5 und 6 sowie das von den Motoren 5 und 6 am Antriebsrad 4 gemeinsam aufgebraachte Summendrehmoment D_{A4} . Das Drehmoment M des Motors 6 nimmt von seinem maximalen Wert M_{max} bei der Drehzahl $n = 0$, mit steigender Drehzahl n ab. Demgegenüber steigt das Drehmoment M des Motors 5 ausgehend von einem Wert 0, bei einer Drehzahl $n = 0$, auf einen maximalen Wert M_{max} an, auf dem das Drehmoment M des Motors 5 auch bei einer weiter ansteigenden Drehzahl n verbleibt. Die Ansteuer-Kennlinien D_{M5} , D_{M6} der Motoren 5 und 6 überlagern sich in dem gesamten Betriebsbereich des Motors 6, wobei das Anfangsdrehmoment des Motors 6 dem maximalen Drehmoment M_{max} des Motors 5 entspricht. Der Motor 5 erreicht sein maximales Drehmoment M_{max} bei der Drehzahl $n_{max,M6}$, bei der der Motor 6 ein Drehmoment $M = 0$ erreicht, d.h. die Obergrenze seines Betriebsbereiches und damit auch des Überlage-

rungsbereiches der Ansteuer-Kennlinien D_{M5} , D_{M6} der Motoren 5 und 6, erreicht. Die Ansteuer-Kennlinien D_{M5} , D_{M6} weisen jeweils im Überlagerungsbereich einen linearen Verlauf auf, weshalb sich dessen Drehmomente zu einem konstanten Summendrehmoment D_{A4} am Antriebsrad 4 addieren. Dabei entspricht dieses Summendrehmoment D_{A4} zunächst sowohl dem Anfangsdrehmoment M_{max} des Motors 6 als auch dem maximalen Drehmoment M_{max} des Motors 5. Bei sehr hohen Drehzahlen n fällt das Drehmoment M des Motors 5 von seinem Maximalwert M_{max} bis zu einem Wert 0 bei einer maximalen Drehzahl $n_{max,M5}$ wieder ab. Diesem Verlauf bei hohen Drehzahlen n folgt auch das Summendrehmoment D_{A4} am Antriebsrad 4.

[0041] Fig. 4 zeigt den mit den Ansteuer-Kennlinien D_{M5} , D_{M6} aus Fig. 3 korrelierenden Verlauf der Stromaufnahme I_{M5} , I_{M6} der Motoren 5 und 6 über der Drehzahl n . Der Verlauf der Stromaufnahme I_{M5} , I_{M6} zeigt deutlich, dass der Motorstrom I des Motors 6 trotz des hohen Drehmoments M des Motors 6 bei einer geringen Drehzahl n verhältnismäßig klein ist und weiter linear bis zu seiner maximalen Drehzahl abnimmt. Demgegenüber steigt der Motorstrom I des Motors 5 proportional zum Drehmoment M linear bis zu einem maximalen Wert an. Die Kurven der Motorströme der Motoren 5 und 6 verlaufen proportional zu deren Ansteuer-Kennlinien D_{M5} , D_{M6} . Die Summe des von den Motoren 5 und 6 aufgenommenen Stroms ist bei kleinen Drehzahlen n gering, obwohl durch die Motoren 5 und 6 am Antriebsrad 4 bereits ein hohes Drehmoment M aufgebracht wird. Der aufgenommene Motorstrom I steigt im Überlagerungsbereich linear in dem Maße an, in dem das Summendrehmoment am Antriebsrad 4 zu einem ansteigenden Anteil vom Motor 5 bereitgestellt wird.

[0042] Die erfindungsgemäße Antriebsvorrichtung ist zum Ausrichten einer Waffe 1, zum Ausgleichen von Bewegungen der Basis 3 sowie zum Halten der Waffe 1, wenn diese nicht in ihrem Schwerpunkt gelagert werden kann, geeignet. In herkömmlichen Antrieben werden die eingesetzten Motoren auf die volle Leistungsfähigkeit der Antriebsvorrichtung ausgelegt, d.h. auf die erforderliche maximale Geschwindigkeit und das erforderliche maximale Drehmoment M_{max} . Daher benötigen diese Motoren auch im Stillstand oder bei kleinen Drehgeschwindigkeiten n einen sehr hohen Strom I , insbesondere wenn ständig ein Nenndrehmoment zum Ausgleich einer Unbalance aufgebracht werden muss. Bei solchen Antrieben kann eine Reduzierung der Maximalgeschwindigkeit die Stromaufnahme verringern, wodurch jedoch auch die Funktionsfähigkeit der Antriebsvorrichtung eingeschränkt wird. Auch wenn der Betriebszustand bei dem der Antriebsvorrichtung eine hohe Drehzahl n abverlangt wird nur dann auftritt, wenn die Waffe 1 schnell auf ein neues Ziel gerichtet werden muss oder wenn die Basis 3, auf der die Waffe 1 befestigt ist, sich sehr schnell in ihrer Lage verändert, d.h. nur in einem sehr kleinen Zeitfenster des Betriebs auftritt, ist diese Einschränkung hinsichtlich der Funktionsfähigkeit der Antriebsvorrich-

tung unakzeptabel. Bei den in den Fig. 1 und 2 dargestellten erfindungsgemäßen Ausführungsformen einer Antriebsvorrichtung wird die Antriebsaufgabe bei Stillstand und kleinen Drehzahlen n vom Motor 6 mit einer abfallenden Ansteuer-Kennlinie D_{M6} übernommen, während der Motor 5 proportional zu steigenden Drehzahlen n dazugeschaltet wird und einen Teil der Antriebsaufgabe übernimmt. Da der Motor 6 einen deutlich geringeren Motorstrom I als der Motor 5 aufnimmt und, wie oben beschrieben, da die Antriebsvorrichtung hauptsächlich bei geringen Drehzahlen n betrieben wird, weist die erfindungsgemäße Antriebsvorrichtung zum Ausrichten einer Waffe 1 und/oder zum Ausgleichen von Bewegungen einer Basis 3 bzw. das Regelungsverfahren zum Ansteuern einer Waffe 1 ein im Betrieb deutlich verringerte Energieaufnahme auf.

Patentansprüche

1. Antriebsvorrichtung zum Ausrichten einer Waffe (1), die um mindestens eine Achse (A) drehbar mit einer Basis (3) verbunden ist, und/oder zum Ausgleichen von Bewegungen der Basis (3), mit einem ersten Elektromotor (5) und mindestens einem zweiten Elektromotor (6), die zum Halten und Bewegen der Waffe (1) um die Achse (A) mit dieser in zwangsgekoppelter Wirkverbindung stehen, und mit einer Regelungseinrichtung, mittels der zum Aufbringen eines bestimmten Drehmoments um die Achse (A) beide Motoren (5,6) zumindest über einen bestimmten Drehzahlbereich und zum Erzielen einer möglichst energieeffizienten Leistungsaufnahme der Motoren (5,6) automatisch geregelt sind, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Regelungseinrichtung zumindest in dem bestimmten Drehzahlbereich beide Motoren (5,6) in Abhängigkeit einer gemessenen Bewegungsgröße (13) ansteuert und die Motoren (5,6) in diesem Drehzahlbereich gemeinsam das Drehmoment für den Antrieb der Waffe (1) aufbringen, wobei ein Motor (6) so angesteuert ist, dass dessen Drehmoment mit zunehmender Drehzahl abnimmt und der andere Motors (5) so angesteuert ist, dass dessen Drehmoment mit zunehmender Drehzahl zunimmt.
2. Antriebsvorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Regelungseinrichtung so ausgebildet ist, dass die Regelung der Motoren (5,6) entsprechend bestimmter Ansteuer-Kennlinien erfolgt, und dass sich eine abfallende Ansteuer-Kennlinie für den einen Motor (6) und eine ansteigende Ansteuer-Kennlinie für den anderen Motor (5) derart in dem bestimmten Drehzahlbereich überlagern, dass in diesem bestimmten Drehzahlbereich die Summe der Drehmomente der Motoren (5,6) im Wesentlichen gleich bleibt.

3. Antriebsvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 oder 2,
dadurch gekennzeichnet, dass die Motoren (5,6) bezogen auf die Bewegung der Waffe (1) um die Achse (A) ein unterschiedliches Drehzahl-Drehmomentverhalten aufweisen. 5
4. Antriebsvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3,
dadurch gekennzeichnet, dass die Motoren (5,6) über ein gemeinsames Antriebsrad (4) mit der Waffe (1) in mechanischer Verbindung stehen. 10
5. Antriebsvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4,
dadurch gekennzeichnet, dass die Motoren (5,6) zwischen Waffe (1) und Basis (3) eine unterschiedliche Übersetzung aufweisen. 15
6. Antriebsvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5,
dadurch gekennzeichnet, dass die Motoren (5,6) in einem Motorgehäuse angeordnet sind und eine gemeinsame Motorwelle aufweisen. 20
7. Antriebsvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 6,
dadurch gekennzeichnet, dass die Motoren (5,6) bürstenlose Elektromotoren sind. 25
8. Antriebsvorrichtung nach Anspruch 7,
dadurch gekennzeichnet, dass die Motoren (5,6) eine elektronische Kommutierung aufweisen, die aus einem für die Motoren (5,6) gemeinsamen Lagegeber abgeleitet ist. 30
9. Antriebsvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 8,
dadurch gekennzeichnet, dass zumindest ein Motor (5,6), bevorzugt der Motor (6) mit einer geringeren maximalen Drehzahl, mittels eines Leistungsschalters (25) von seiner Leistungselektronik (24) trennbar und wieder zuschaltbar ausgestaltet ist. 35
10. Antriebsvorrichtung nach Anspruch 9,
dadurch gekennzeichnet, dass der Motor (6) in Abhängigkeit einer bestimmten Drehzahl, vorzugsweise oberhalb seiner maximalen Drehzahl, trennbar und in Abhängigkeit einer bestimmten Drehzahl, vorzugsweise unterhalb seiner maximalen Drehzahl, wieder zuschaltbar ausgestaltet ist. 40
11. Regelungsverfahren zum Ansteuern einer Waffe (1), die um mindestens eine Achse (A) drehbar mit einer Basis (3) verbunden ist, mit einem ersten Elektromotor (5) und mindestens einem zweiten Elektromotor (6), die zum Halten und Bewegen der Waffe (1) um die Achse (A) mit dieser in zwangsgekoppelter Wirkverbindung stehen, wobei zum Aufbringen eines bestimmten Drehmoments beide Motoren (5,6) zumindest über einen bestimmten Drehzahlbereich und zum Erzielen einer möglichst energieeffizienten Leistungsaufnahme der Motoren (5,6) automatisch geregelt werden,
dadurch gekennzeichnet, dass in dem bestimmten Drehzahlbereich beide Motoren (5,6) in Abhängigkeit einer gemessenen Bewegungsgröße (13) angesteuert werden und das Drehmoment um die Achse (A) gemeinsam aufbringen, wobei ein Motor (6) so angesteuert wird, dass dessen Drehmoment mit zunehmender Drehzahl abnimmt und der andere Motor (5) so angesteuert wird, dass dessen Drehmoment mit zunehmender Drehzahl zunimmt. 45
12. Regelungsverfahren nach Anspruch 11,
dadurch gekennzeichnet, dass die Motoren (5,6) in Abhängigkeit von mindestens einer gemessenen Regelgröße (19) angesteuert werden, wobei das Drehmoment zum Antrieb der Waffe (1) in Abhängigkeit von dieser Regelgröße (19) nach mindestens einer vorgegebenen Ansteuer-Kennlinie auf die Motoren (5,6) aufgeteilt wird. 50
13. Regelungsverfahren nach Anspruch 12,
dadurch gekennzeichnet, dass die Regelgröße (19) eine gemessene Drehzahl zwischen Waffe (1) und Basis (3) oder eine von dieser Drehzahl abgeleitete Größe ist. 55
14. Regelungsverfahren nach einem der Ansprüche 11 bis 13,
dadurch gekennzeichnet, dass zumindest ein Motor, bevorzugt der Motor (6) mit einer geringeren maximalen Drehzahl, mittels eines Leistungsschalters (25) von seiner Leistungselektronik (24) getrennt und wieder zugeschaltet wird. 60
15. Regelungsverfahren nach Anspruch 14,
dadurch gekennzeichnet, dass der Motor (6) in Abhängigkeit einer bestimmten Drehzahl, vorzugsweise oberhalb seiner maximalen Drehzahl, getrennt und in Abhängigkeit einer bestimmten Drehzahl, vorzugsweise unterhalb seiner maximalen Drehzahl, wieder zugeschaltet wird. 65
16. Regelungsverfahren nach einem der Ansprüche 14 oder 15,
dadurch gekennzeichnet, dass das Zu- und/oder Abschalten des einen Motors (6) zusätzlich zeitabhängig gesteuert wird. 70
17. Regelungsverfahren nach einem der Ansprüche 11 bis 16,
dadurch gekennzeichnet, dass die Motoren (5,6) von zwei getrennten Elektroneinheiten (23,24) versorgt werden. 75

Claims

1. Drive apparatus for alignment of a weapon (1), which is connected to a base (3) such that it can rotate about at least one axis (A), and/or for compensation for movement of the base (3), having a first electric motor (5) and at least one second electric motor (6) which are operatively connected, such that they are positively coupled, to the weapon (1) in order to hold and move the weapon (1) about the axis (A) and having a control device, by means of which both motors (5, 6) are automatically controlled in order to apply a specific torque about the axis (A), at least over a specific rotation speed range, and in order to achieve a power consumption of the motors (5, 6) which is as energy-efficient as possible,
characterized in that
the control device drives both motors (5, 6) as a function of a measured movement variable (13), at least in the specific rotation speed range, and, in this rotation speed range, the motors (5, 6) jointly apply the torque for the drive for the weapon (1), with one motor (6) being driven such that its torque decreases as the rotation speed increases, and with the other motor (5) being driven such that its torque increases as the rotation speed increases.
2. Drive apparatus according to Claim 1,
characterized in that
the control device is designed such that the motors (5, 6) are controlled in accordance with specific drive characteristics, and **in that** a falling drive characteristic for the one motor (6) and a rising drive characteristic for the other motor (5) are superimposed in the specific rotation speed range in such a way that the sum of the torques of the motors (5, 6) remains essentially constant in this specific rotation speed range.
3. Drive apparatus according to one of Claims 1 or 2,
characterized in that
the motors (5, 6) have a different rotation speed/torque response with respect to the movement of the weapon (1) about the axis (A).
4. Drive apparatus according to one of Claims 1 to 3,
characterized in that
the motors (5, 6) are mechanically connected to the weapon (1) via a common drive wheel (4).
5. Drive apparatus according to one of Claims 1 to 4,
characterized in that
the motors (5, 6) have a different transmission ratio between the weapon (1) and the base (3).
6. Drive apparatus according to one of Claims 1 to 5,
characterized in that
the motors (5, 6) are arranged in a motor housing and have a common motor shaft.
7. Drive apparatus according to one of Claims 1 to 6,
characterized in that
the motors (5, 6) are brushless electric motors.
8. Drive apparatus according to Claim 7,
characterized in that
the motors (5, 6) have electronic commutation, which is derived from one position sensor, which is shared by the motors (5, 6).
9. Drive apparatus according to one of Claims 1 to 8,
characterized in that
at least one motor (5, 6), preferably the motor (6) with a lower maximum rotation speed, can be disconnected from its power electronics (24), and can be reconnected, by means of a circuit breaker (25).
10. Drive apparatus according to Claim 9,
characterized in that
the motor (6) can be disconnected as a function of a specific rotation speed, preferably above its maximum rotation speed, and can be reconnected as a function of a specific rotation speed, preferably below its maximum rotation speed.
11. Control method for driving a weapon (1) which is connected to a base (3) such that it can rotate about at least one axis (A), having a first electric motor (5) and at least one second electric motor (6) which are operatively connected, such that they are positively coupled, to the weapon (1) in order to hold and move the weapon (1) about the axis (A), with both motors (5, 6) being automatically controlled in order to apply a specific torque, at least over a specific rotation speed range, and in order to achieve a power consumption of the motors (5, 6) which is as energy-efficient as possible,
characterized in that
both motors (5, 6) are driven as a function of a measured movement variable (13) in the specific rotation speed range, and apply the torque about the axis (A) jointly, with one motor (6) being driven such that its torque decreases as the rotation speed increases, and with the other motor (5) being driven such that its torque increases as the rotation speed increases.
12. Control method according to Claim 11,
characterized in that
the motors (5, 6) are driven as a function of at least one measured controlled variable (19), with the torque for driving the weapon (1) being split between the motors (5, 6) as a function of this controlled variable (19) and on the basis of at least one predetermined drive characteristic.
13. Control method according to Claim 12,

characterised in that

the controlled variable (19) is a measured rotation speed between the weapon (1) and the base (3) or a variable which is derived from this rotation speed.

14. Control method according to one of Claims 11 to 13, characterized in that

at least one motor, preferably the motor (6) with a lower maximum rotation speed, is disconnected from and reconnected to its power electronics (24) by means of a circuit breaker (25).

15. Control method according to Claim 14, characterized in that

the motor (6) is disconnected as a function of a specific rotation speed, preferably above its maximum rotation speed, and is reconnected as a function of a specific rotation speed, preferably below its maximum rotation speed.

16. Control method according to one of Claims 14 or 15, characterized in that

the connection and/or disconnection of the one motor (6) is additionally controlled as a function of time.

17. Control method according to one of Claims 11 to 16, characterized in that

the motors (5, 6) are supplied by two separate electronic units (23, 24).

Revendications

1. Dispositif d'entraînement pour aligner une arme (1), qui est reliée à une base (3) de façon rotative autour d'au moins un axe (A), et/ou pour compenser des mouvements de la base (3), avec un premier moteur électrique (5) et au moins un second moteur électrique (6) qui se trouvent en liaison active à couplage forcé avec celle-ci pour maintenir et déplacer l'arme (1) autour de l'axe (A), et avec un dispositif de réglage au moyen duquel, pour fournir un couple de rotation déterminé autour de l'axe (A), les deux moteurs (5, 6) sont réglés automatiquement au moins grâce à une plage de vitesse de rotation déterminée et pour obtenir une absorption de puissance des moteurs (5, 6) aussi efficace en énergie que possible, **caractérisé en ce que** le dispositif de réglage commande les deux moteurs (5, 6) au moins dans la plage de vitesse de rotation déterminée en fonction d'une grandeur de mouvement (13) mesurée, et les moteurs (5, 6) dans cette plage de vitesse de rotation fournissent conjointement le couple de rotation pour l'entraînement de l'arme (1), un moteur (6) étant commandé de telle sorte que son couple de rotation décroît avec une vitesse croissante et l'autre moteur (5) étant commandé de telle sorte que son couple augmente avec une vitesse croissante.

2. Dispositif d'entraînement selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** le dispositif de réglage est configuré de telle sorte que le réglage des moteurs (5, 6) a lieu en fonction de certaines caractéristiques de commande, et qu'une caractéristique de commande décroissante pour l'un des moteurs (6) et une caractéristique de commande croissante pour l'autre moteur (5) se superposent dans la plage de vitesse de rotation déterminée, de sorte que dans cette plage de vitesse de rotation déterminée, la somme des couples de rotation des moteurs (5, 6) demeure essentiellement identique.

3. Dispositif d'entraînement selon l'une des revendications 1 ou 2, **caractérisé en ce que** les moteurs (5, 6) présentent, rapporté au mouvement de l'arme (1) autour de l'axe (A), un comportement vitesse-couple de rotation différente.

4. Dispositif d'entraînement selon l'une des revendications 1 à 3, **caractérisé en ce que** les moteurs (5, 6) sont en contact mécanique avec l'arme (1) via une roue motrice commune (4).

5. Dispositif d'entraînement selon l'une des revendications 1 à 4, **caractérisé en ce que** les moteurs (5, 6) présentent une transmission différente entre l'arme (1) et la base (3).

6. Dispositif d'entraînement selon l'une des revendications 1 à 5, **caractérisé en ce que** les moteurs (5, 6) sont disposés dans un carter moteur et présentent un arbre moteur commun.

7. Dispositif d'entraînement selon l'une des revendications 1 à 6, **caractérisé en ce que** les moteurs (5, 6) sont des moteurs électriques sans balais.

8. Dispositif d'entraînement selon la revendication 7, **caractérisé en ce que** les moteurs (5, 6) comportent une commutation électronique qui est dérivée d'un codeur de position commun aux moteurs (5, 6).

9. Dispositif d'entraînement selon l'une des revendications 1 à 8, **caractérisé en ce que** au moins un moteur (5, 6), de préférence le moteur (6) avec une vitesse maximale plus faible, est conçu de façon à pouvoir être séparé de son électronique de puissance (24) au moyen d'un commutateur de puissance (25), et à pouvoir être de nouveau raccordé.

10. Dispositif d'entraînement selon la revendication 9,

- caractérisé en ce que** le moteur (6) est conçu de manière à pouvoir être séparé en fonction d'une vitesse déterminée, de préférence au-dessus de sa vitesse maximale, et de manière à pouvoir être de nouveau raccordé en fonction d'une vitesse déterminée, de préférence en dessous de sa vitesse maximale.
11. Procédé de réglage pour commander une arme (1), qui est reliée à une base (3) de façon rotative autour d'au moins un axe (A), avec un premier moteur électrique (5) et au moins un second moteur électrique (6) qui se trouvent en liaison active à couplage forcé avec celle-ci pour maintenir et déplacer l'arme (1) autour de l'axe (A), dans lequel pour fournir un couple de rotation déterminé, les deux moteurs (5,6) sont réglés automatiquement au moins par l'intermédiaire d'une plage de vitesse de rotation déterminée, et pour obtenir une absorption de puissance des moteurs (5, 6) aussi efficace en énergie que possible,
- caractérisé en ce que** dans la plage de vitesse de rotation déterminée les deux moteurs (5, 6) sont commandés en fonction d'une grandeur de mouvement (13) mesurée, et fournissent conjointement le couple de rotation autour de l'axe (A), un moteur (6) étant commandé de telle sorte que son couple de rotation décroît avec une vitesse croissante et l'autre moteur (5) étant commandé de telle sorte que son couple de rotation augmente avec une vitesse croissante.
12. Procédé de réglage selon la revendication 11, **caractérisé en ce que** les moteurs (5, 6) sont commandés en fonction d'au moins une grandeur de réglage (19) mesurée, le couple de rotation pour entraîner l'arme (1) étant réparti en fonction de cette grandeur de réglage (19) selon au moins une caractéristique de commande spécifiée sur les moteurs (5, 6).
13. Procédé de réglage selon la revendication 12, **caractérisé en ce que**, la grandeur de réglage (19) est une vitesse mesurée entre l'arme (1) et la base (3) ou une grandeur dérivée de cette vitesse.
14. Procédé de réglage selon l'une des revendications 11 à 13, **caractérisé en ce que** au moins un moteur, de préférence le moteur (6) avec une vitesse maximale plus faible, est séparé de son électronique de puissance (24) au moyen d'un commutateur de puissance (25) et est de nouveau raccordé.
15. Procédé de réglage selon la revendication 14, **caractérisé en ce que** le moteur (6) est séparé en fonction d'une vitesse déterminée, de préférence au-dessus de sa vitesse maximale, et est de nouveau
- raccordé en fonction d'une vitesse déterminée, de préférence en dessous de sa vitesse maximale.
16. Procédé de réglage selon l'une des revendications 14 ou 15, **caractérisé en ce que** le raccordement et/ou la déconnexion d'un moteur (6) est commandé en outre en fonction du temps.
17. Procédé de réglage selon l'une des revendications 11 à 16, **caractérisé en ce que** les moteurs (5, 6) sont alimentés par deux unités électroniques séparées (23, 24).

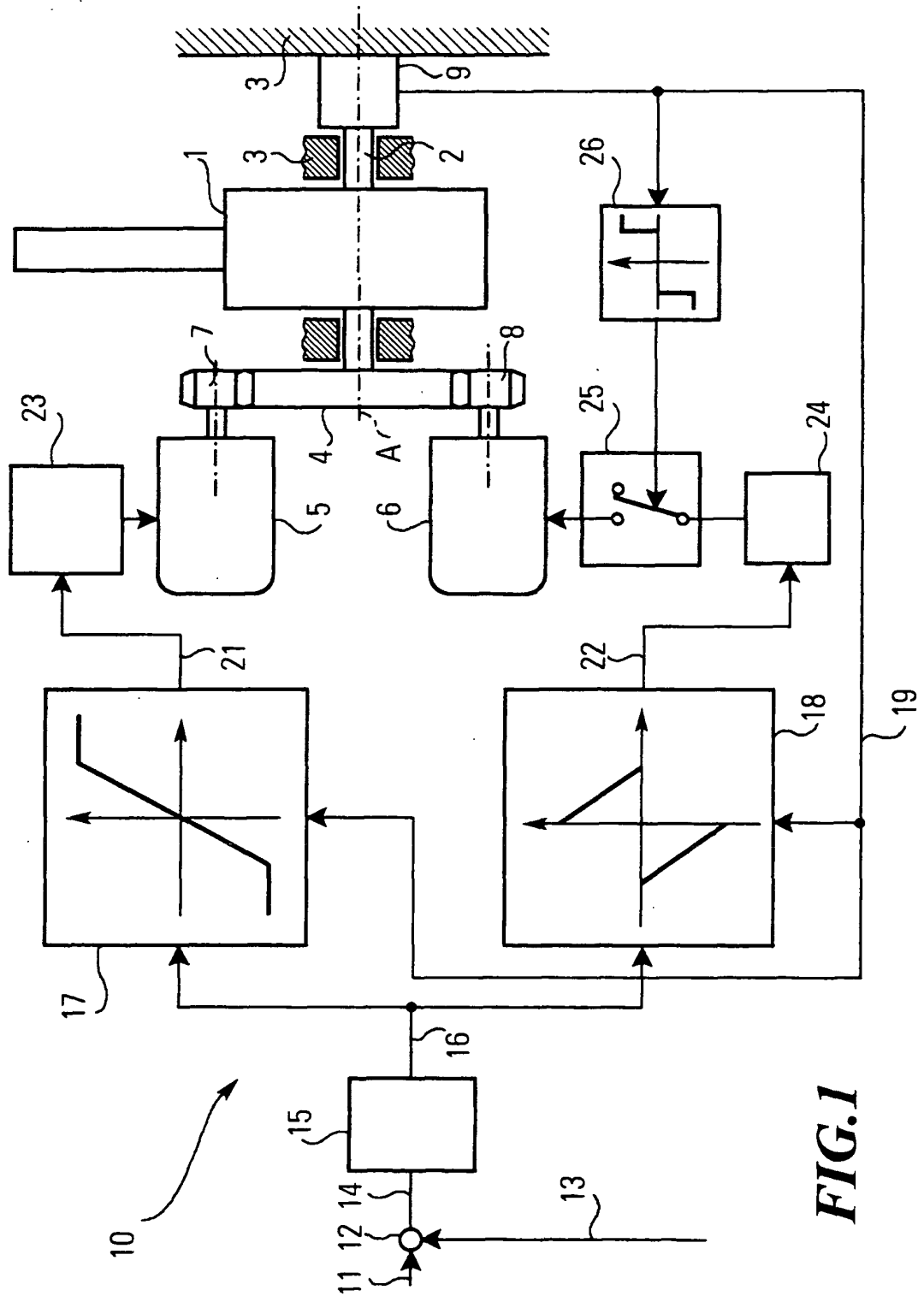


FIG.1

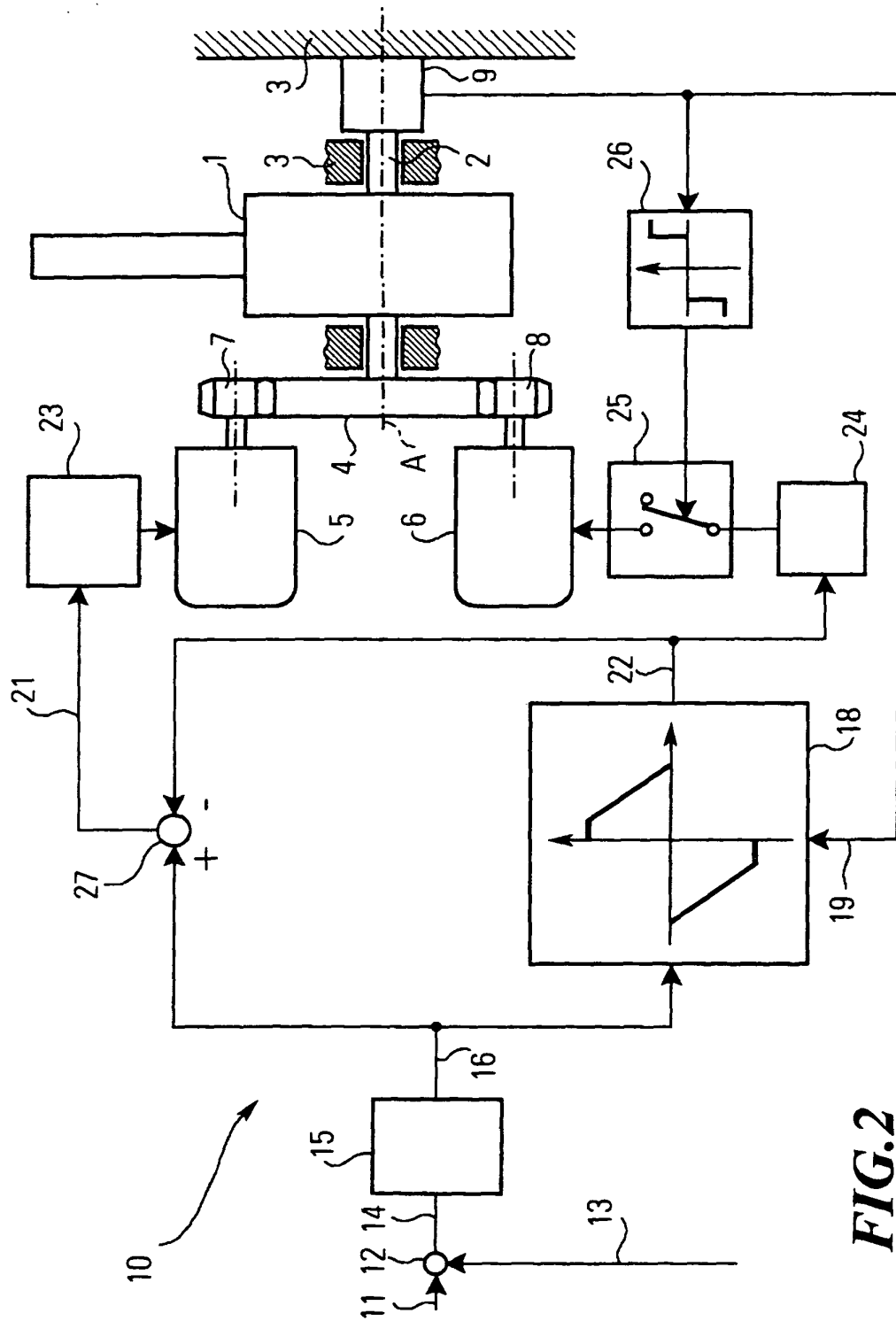


FIG.2

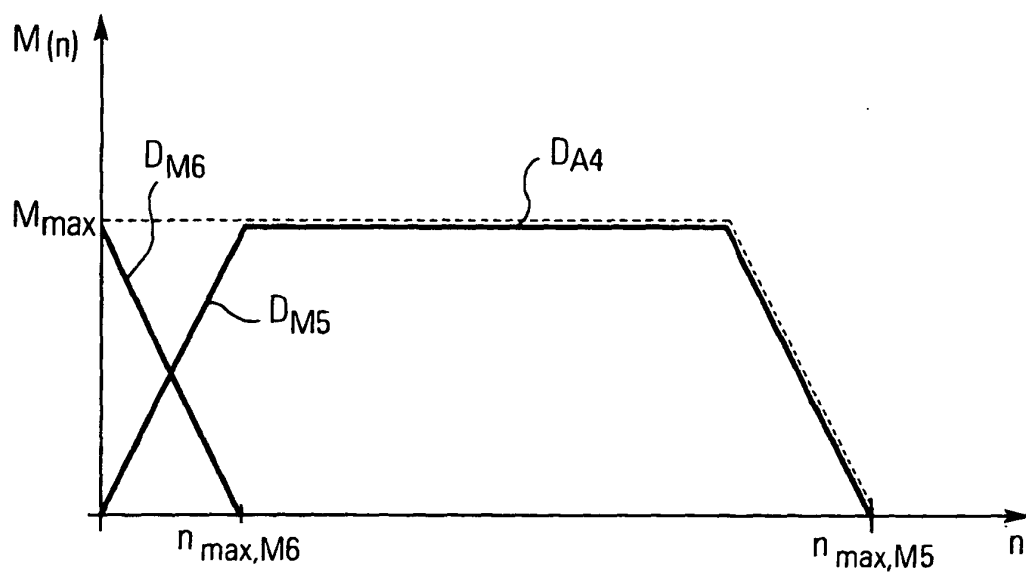


FIG.3

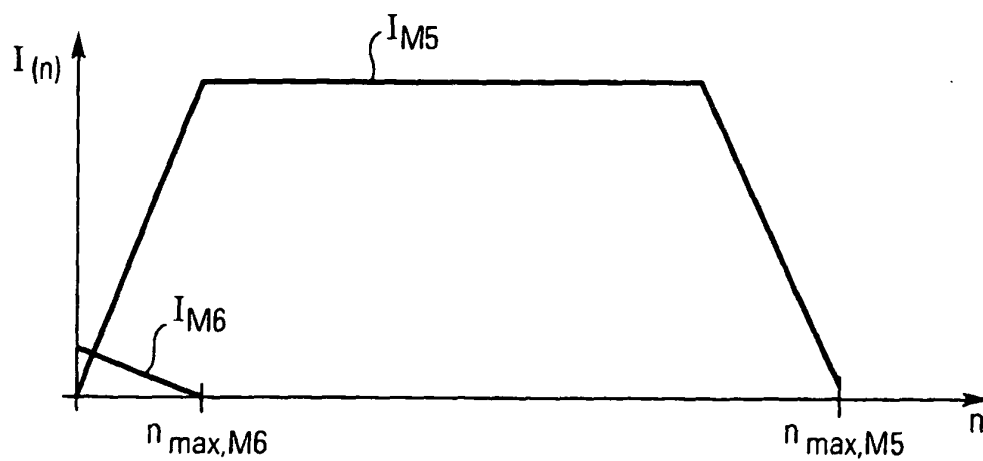


FIG.4