(19) Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 10 2006 059 708 B4** 2019.06.06

(12) **Patentschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2006 059 708.7**
(22) Anmeldetag: **18.12.2006**
(43) Offenlegungstag: **26.06.2008**
(45) Veröffentlichungstag der Patenterteilung: **06.06.2019**

(51) Int Cl.: ***H02P 29/02*** (2006.01)
H02H 7/08 (2006.01)
G05B 23/02 (2006.01)

Innerhalb von neun Monaten nach Veröffentlichung der Patenterteilung kann nach § 59 Patentgesetz gegen das Patent Einspruch erhoben werden. Der Einspruch ist schriftlich zu erklären und zu begründen. Innerhalb der Einspruchsfrist ist eine Einspruchsgebühr in Höhe von 200 Euro zu entrichten (§ 6 Patentkostengesetz in Verbindung mit der Anlage zu § 2 Abs. 1 Patentkostengesetz).

(73) Patentinhaber:
Siemens Aktiengesellschaft, 80333 München, DE

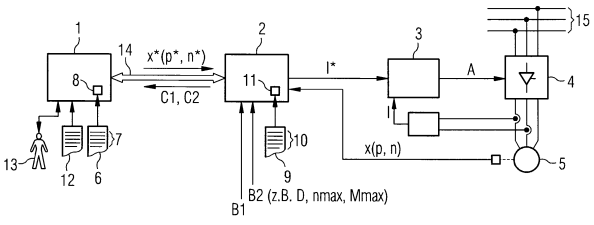
(72) Erfinder:
Kram, Rainmund, 91056 Erlangen, DE; Pavlik, Rolf-Dieter, 91058 Erlangen, DE; Quaschner, Bernd, 91091 Großenseebach, DE

(56) Ermittelter Stand der Technik:

DE	**100 47 927**	**B4**
DE	**103 21 465**	**A1**
DE	**103 39 731**	**A1**
DE	**10 2004 019284**	**A1**

(54) Bezeichnung: **Antriebssteuerung für zumindest einen elektrischen Motor**

(57) Hauptanspruch: Antriebssteuerung (1) für zumindest einen elektrischen Motor (5), wobei die Antriebssteuerung (1) wie folgt betrieben wird:
- Die Antriebssteuerung ermittelt anhand eines Anwendungsprogramms (12) und/oder anhand von Eingaben eines Anwenders (13) für zumindest einen ersten elektrischen Motor (5) eine erste Folge von Sollwerten (x*).
- Die Antriebssteuerung stellt zumindest die erste Folge von Sollwerten (x*) über eine Kommunikationsverbindung (14) einem ersten untergeordneten Antriebsgerät (2) zur Verfügung.
- Die Antriebssteuerung prüft anhand einer ersten Information (C1), die der Antriebssteuerung vom ersten Antriebsgerät (2) über dieselbe Kommunikationsverbindung (14) zur Verfügung gestellt wird, über die die Antriebssteuerung die erste Folge von Sollwerten (x*) dem ersten Antriebsgerät (2) zur Verfügung stellt, ob das erste Antriebsgerät (2) einen Istwert des ersten elektrischen Motors (5) auf Einhalten einer Istwertbedingung überwacht.
- Wenn das erste Antriebsgerät (2) den Istwert des ersten elektrischen Motors (5) auf Einhalten der Istwertbedingung überwacht, ermittelt die Antriebssteuerung zunächst anhand einer zweiten Information (C2), die der Antriebssteuerung vom ersten Antriebsgerät (2) über dieselbe Kommunikationsverbindung (14) zur Verfügung gestellt wird, über die die Antriebssteuerung die erste Folge von Sollwerten (x*) dem ersten Antriebsgerät (2) zur Verfügung stellt, worin die Istwertbedingung besteht, und ermittelt sodann unter Berücksichtigung der Istwertbedingung die erste Folge von Sollwerten (x*).



Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft eine Antriebssteuerung für zumindest einen elektrischen Motor.

[0002] Antriebssteuerungen sind in der Regel als Bewegungsführungseinrichtungen ausgebildet, insbesondere als numerische Steuerungen für Werkzeugmaschinen oder als Bewegungssteuerungen für Produktionsmaschinen. Sie ermitteln anhand von Anwendungsprogrammen und/oder anhand von Eingaben eines Anwenders für einen oder mehrere elektrische Motoren Folgen von Sollwerten. Die Folgen von Sollwerten, die von den Antriebssteuerungen an die entsprechenden Antriebsgeräte übermittelt werden, sind in aller Regel Folgen von Lage- oder Drehzahlsollwerten. Im Einzelfall ist jedoch auch die Ermittlung von Momenten- oder anderen Sollwerten möglich.

[0003] Die Antriebsgeräte sind übliche Motorsteuergeräte. Sie setzen die übermittelten Lage-, Drehzahl-, Moment- oder anderen Sollwerte zumindest in Stromsollwerte um. In manchen Fällen steuern die Antriebsgeräte selbst direkt ihre elektrischen Motoren an. In anderen Fällen übermitteln sie die Stromsollwerte an eine untergeordnete Einrichtung, welche die Ermittlung der Ansteuersignale für Leistungsschalter und das Ansteuern der Leistungsschalter bewirkt.

[0004] Im Normalbetrieb nimmt das Antriebsgerät nur die Umsetzung der übermittelten Folge von Sollwerten in die Stromsollwerte vor, führt bezüglich des elektrischen Motors jedoch keine Überwachungsaufgaben durch. In manchen Betriebszuständen muss der elektrische Motor jedoch auf bestimmte Art gesteuert und auch überwacht werden. Beispielsweise kann - je nach Betriebssituation - eine der folgenden Forderungen gegeben sein:

- Der elektrische Motor soll bis auf die Drehzahl Null abgebremst und dann aktiv im Stillstand gehalten werden.

- Die Drehzahl des elektrischen Motors soll abgesenkt werden, bis sie unter einer maximal zulässigen Drehzahl liegt.

- Der Motor soll nur in einer bestimmten Drehrichtung betrieben werden. Diese Betriebsart kann insbesondere dann von Bedeutung sein, wenn die Gefahr einer sogenannten durchziehenden Last besteht.

- Der Motor soll maximal mit einem Grenzmoment betrieben werden.

- Der elektrische Motor soll zum Stillstand gebracht werden und sodann stromlos geschaltet werden. Gegebenenfalls kann ein Zusammenwirken mit einer mechanischen Bremse erfolgen.

[0005] Auch andere Forderungen können gegeben sein.

[0006] Derartige Überwachungen werden üblicherweise vom Antriebsgerät vorgenommen. Wenn der elektrische Motor im Überwachungsbetrieb des Antriebsgeräts die geforderte Betriebsbedingung nicht einhält, wird er vom Antriebsgerät von der Stromversorgung getrennt. Eventuell kann auch eine Bremseinrichtung, insbesondere eine mechanische Bremse, betätigt werden.

[0007] Ob der elektrische Motor vom Antriebsgerät überwacht werden soll und welcher Art die Überwachung gegebenenfalls ist, entscheidet das Antriebsgerät anhand von entsprechenden sicherheitsgerichteten Signalen, die dem Antriebsgerät von außen zugeführt werden. Auch Parameter, welche den zu überwachenden Zustand näher definieren, können dem Antriebsgerät von außen zugeführt werden. So können dem Antriebsgerät beispielsweise der maximal zulässige Drehzahlwert, die gewünschte Drehrichtung oder der maximal zulässige Momentenwert zugeführt werden.

[0008] Anhand der obenstehenden, rein beispielhaften Auflistung von Überwachungen ist ersichtlich, dass bei manchen Überwachungen der elektrische Motor auch nach dem Auslösen des Überwachungsbetriebs weiterhin an die Stromversorgung angeschaltet bleiben kann. Im Rahmen der vorliegenden Erfindung sind nur derartige Zustände von Bedeutung. Solange bei derartigen überwachten Zuständen der Istwert des elektrischen Motors die Istwertbedingung einhält, bleibt der elektrische Motor mit der Stromversorgung verbunden und wird entsprechend den vom Antriebsgerät ermittelten Stromsollwerten betrieben. Nur wenn der elektrische Motor die Istwertbedingung verletzt, bewirkt das Antriebsgerät selbsttätig, dass der elektrische Motor von der Stromversorgung getrennt wird. Das Antriebsgerät zieht - bildlich gesprochen - die Notbremse.

[0009] Im Rahmen der Vorgabe der Sollwerte durch die Antriebssteuerung erfolgt in der Regel eine Führung des Elektromotors. Die zeitliche Folge von Sollwerten wird von der Antriebssteuerung also unter Berücksichtigung der Dynamik des elektrischen Motors - eventuell auch unter Berücksichtigung einer vom elektrischen Motor betätigten Last - derart ermittelt, dass der elektrische Motor der entsprechenden Sollwertvorgabe folgen kann. Wenn der Überwachungsbetrieb ausgelöst wird, muss die entsprechende Information daher in der Regel nicht nur dem Antriebsgerät zugeführt werden, sondern auch der Antriebssteuerung. Im Stand der Technik sind hierfür verschiedene Vorgehensweisen bekannt.

[0010] So ist beispielsweise bekannt, die sicherheitsgerichteten Signale über eine fehlersichere spei-

cherprogrammierbare Steuerung zum Antriebsgerät zu übertragen. In diesem Fall sind drei Ausgestaltungen bekannt.

[0011] Zum einen ist bekannt, dass die sicherheitsgerichteten Signale von der fehlersicheren speicherprogrammierbaren Steuerung nicht nur an das Antriebsgerät, sondern auch an die Antriebssteuerung übermittelt werden. Zum anderen ist bekannt, dass alternativ die Antriebssteuerung passiv den Datenverkehr von der fehlersicheren speicherprogrammierbaren Steuerung zum Antriebsgerät mithört. Zum dritten ist es möglich, dass das Antriebsgerät die sicherheitsgerichteten Signale ausgibt und dass diese Signale über ein eigenes Klemmenmodul der Antriebssteuerung direkt zugeführt werden. Dieses Zuführen muss hierbei zusätzlich zum Zuführen der sicherheitsgerichteten Signale zum Antriebsgerät erfolgen.

[0012] Weiterhin ist es bekannt, die sicherheitsgerichteten Signale direkt über ein Klemmenmodul dem Antriebsgerät zuzuführen. In dieser Ausgestaltung ist bekannt, der Antriebssteuerung ein eigenes Klemmenmodul zuzuordnen. Die der Antriebssteuerung zugeführten Signale können in diesem Fall alternativ direkt die sicherheitsgerichteten Signale sein oder von dem Antriebsgerät anhand der sicherheitsgerichteten Signale ermittelte auszugebende Signale.

[0013] In der DE 103 21 465 A1 werden ein Verfahren und eine Vorrichtung zum sicheren Abschalten von Antrieben bei Werkzeug- oder Produktionsmaschinen offenbart. Dabei wird mit Hilfe eines Feldbusses ein kreuzweiser Austausch von Fehlerinformationen bei fehlerhaft erkanntem Gebersignal zwischen einer übergeordneten Steuerung und einem Antriebsgerät durchgeführt. Falls zu der Antriebseinheit festgestellt wird, dass ein Gebersignal fehlerhaft ist, sendet diese über den Feldbus die Fehlerinformation an die übergeordnete Steuerung, welche infolge ein Abschaltsignal an einen Umrichter bzw. an ein Relais sendet. Für den umgekehrten Fall gilt Entsprechendes. Neben den Statusinformationen werden über den Feldbus auch Betriebsdaten, insbesondere die Gebersignale, kreuzweise ausgetauscht. Bei einer erkannten Inkonsistenz der Daten können die übergeordnete Steuerung und das Antriebsgerät getrennt voneinander die Impulse für die Ventile des Umrichters sperren bzw. die Abschaltung veranlassen.

[0014] In der DE 10 2004 019 284 A1 ist eine Vorrichtung zum Betrieb eines Synchronmotors beschrieben, die eine erste Überwachungseinheit umfasst, in welcher zur Generierung eines ersten Steuersignals in Abhängigkeit der Messwerte eines Messgebers die Einhaltung eines Grenzwerts der Geschwindigkeit des Synchronmotors überprüft wird. In einer zweiten Überwachungseinheit wird zur Generierung eines zweiten Steuersignals mittels eines sensorlosen Positionsmesssystems die Einhaltung eines Grenzwerts der Geschwindigkeit des Synchronmotors überprüft, bzw. es wird die Einhaltung eines Grenzwerts des Kommutierungswinkels des Synchronmotors dessen zeitlicher Änderung überprüft. Wenigstens eine Schalteinheit ist vorgesehen, mittels derer der Synchronmotor zur Einhaltung der Grenzwerte in Abhängigkeit der Steuersignale angesteuert wird.

[0015] Die Offenlegungsschrift DE 103 39 731 A1 beschreibt eine Einrichtung zur Regelung und/oder Steuerung von Antrieben bei Werkzeug- oder Produktionsmaschinen. Die Einrichtung weist ein Tracemodul auf. Nach einer Triggerung des Tracemoduls sind Prozessistgrößen vom Tracemodul aufzeichenbar und daraufhin in Form von Dateien in einem Standarddateiformat auf einem der Einrichtung zugehörigen nichtflüchtigen Speichermedium dauerhaft speicherbar. Die Einrichtung ermöglicht von einer Tracefunktionalität, insbesondere einem Tracemodul, aufgezeichnete Prozessistgrößen dauerhaft in einem Standarddatenformat in der Einrichtung zur Regelung und/oder Steuerung von Antrieben dauerhaft zu speichern.

[0016] Aus der DE 100 47 927 B4 ist Verfahren zur Vernetzung einer Regelungseinheit mit einem oder mehreren Leistungsteilen bekannt. Dabei wird die Rechenleistung einer Antriebsregelung auf eine Regelungseinheit und ein dieser zugeordnetes Leistungsteil aufgeteilt. Die Regelungseinheit und jedes Leistungsteil werden über eine echtzeitfähige digitale bidirektionale synchrone Schnittstelle miteinander verbunden.

[0017] Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht darin, eine weitere Möglichkeit zu schaffen, mittels derer die für den Überwachungsbetrieb relevanten Informationen (Überwachungsbetrieb ja oder nein und zu überwachende Istwertbedingung) auf einfache Weise und zuverlässig der Antriebssteuerung bekannt gemacht werden können.

[0018] Die Aufgabe wird durch eine Antriebssteuerung mit den Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst.

[0019] Danach wird eine Antriebssteuerung für zumindest einen elektrischen Motor wie folgt betrieben:

- Die Antriebssteuerung ermittelt anhand eines Anwendungsprogramms und/oder anhand von Eingaben eines Anwenders für zumindest einen ersten elektrischen Motor eine erste Folge von Sollwerten.

- Die Antriebssteuerung stellt zumindest die erste Folge von Sollwerten über eine Kommunikationsverbindung einem ersten untergeordneten Antriebsgerät zur Verfügung.

- Die Antriebssteuerung prüft anhand einer ersten Information, die der Antriebssteuerung vom ersten Antriebsgerät über dieselbe Kommunikationsverbindung zur Verfügung gestellt wird, über die die Antriebssteuerung die erste Folge von Sollwerten dem ersten Antriebsgerät zur Verfügung stellt, ob das erste Antriebsgerät einen Istwert des ersten elektrischen Motors auf Einhalten einer Istwertbedingung überwacht.

- Wenn das erste Antriebsgerät den Istwert des ersten elektrischen Motors auf Einhalten der Istwertbedingung überwacht, ermittelt die Antriebssteuerung zunächst anhand einer zweiten Information, die der Antriebssteuerung vom ersten Antriebsgerät über dieselbe Kommunikationsverbindung zur Verfügung gestellt wird, über die die Antriebssteuerung die erste Folge von Sollwerten dem ersten Antriebsgerät zur Verfügung stellt, worin die Istwertbedingung besteht, und ermittelt sodann unter Berücksichtigung der Istwertbedingung die erste Folge von Sollwerten.

[0020] Erfindungsgemäß stellt das Antriebsgerät der Antriebssteuerung über dieselbe Kommunikationsverbindung, über die dem Antriebsgerät von der übergeordneten Antriebssteuerung die Folge von Sollwerten zur Verfügung gestellt wird, eine erste Information zur Verfügung, aus der hervorgeht, ob das Antriebsgerät sich im Überwachungsbetrieb befindet. Zumindest im Überwachungsbetrieb stellt das Antriebsgerät der Antriebssteuerung über dieselbe Kommunikationsverbindung eine zweite Information zur Verfügung, aus der hervorgeht, worin die Istwertbedingung besteht.

[0021] Wie bereits erwähnt, ist die Folge von Sollwerten oftmals eine Folge von Lage- oder Drehzahlsollwerten. Weiterhin ist die Istwertbedingung in vielen Fällen das Einhalten einer Grenzdrehzahl durch den elektrischen Motor und/oder das Drehen des elektrischen Motors in einer Solldrehrichtung.

[0022] In vielen Fällen ermittelt die Antriebssteuerung anhand des Anwendungsprogramms oder der Eingaben des Anwenders auch für zumindest einen zweiten elektrischen Motor eine zweite Folge von Sollwerten. Die zweite Folge von Sollwerten ist vielfach vom gleichen Typ wie die erste Folge von Sollwerten. Es handelt sich beispielsweise sowohl bei der ersten Folge von Sollwerten als auch bei der zweiten Folge von Sollwerten um Drehzahlsollwerte. Auch kann es sich bei beiden Folgen von Sollwerten um Lagesollwerte oder um Momentsollwerte handeln. Die Antriebssteuerung stellt die zweite Folge von Sollwerten entweder dem ersten Antriebsgerät (wenn dieses auch den zweiten elektrischen Motor ansteuern kann) oder einem zweiten Antriebsgerät zur Verfügung. Die Antriebssteuerung ermittelt in derartigen Fällen die Folgen von Sollwerten koordiniert. Diese Koordinierung wird insbesondere unabhängig davon vorgenommen, ob das erste Antriebsgerät sich im Überwachungsbetrieb befindet oder nicht. Erfindungsgemäß ermittelt daher die Antriebssteuerung in dem Fall, dass das erste Antriebsgerät den ersten elektrischen Motor auf Einhalten der Istwertbedingung überwacht, auch die zweite Folge von Sollwerten unter Berücksichtigung der Istwertbedingung, die eigentlich nur für den ersten elektrischen Motor gilt.

[0023] Es ist möglich, dass die Istwertbedingung zeitvariabel ist und/oder anhand von dem Antriebsgerät von außen zugeführten zweiten Signalen parametrierbar ist. Beispielsweise kann dem Antriebsgerät von außen zugeführt werden, welchen Wert die maximal zulässige Drehzahl aufweisen soll. Das Zuführen dieses Werts kann beispielsweise mittels einer Anwendereingabe erfolgen. Auch das Zuführen des Wertes von einer anderen Komponente ist möglich. Der zeitliche Verlauf der Istwertbedingung kann beispielsweise - sei es auf Grund äußerer Eingaben, sei es auf Grund interner Parametrierungen - insbesondere unter Berücksichtigung der zum Zeitpunkt des Wechsels in den Überwachungsbetrieb gegebenen Istwerte ermittelt werden. Denn insbesondere kann beispielsweise eine Drehzahländerung nur innerhalb begrenzter Zeit erfolgen, nicht hingegen beliebig schnell.

[0024] Die erste und die zweite Information sind im Antriebsgerät vorhanden. Der Speicherort innerhalb des Antriebsgeräts ist prinzipiell beliebig. Vorzugsweise jedoch speichert das Antriebsgerät die erste und die zweite Information in einem in sich zusammenhängenden Datenbereich des Antriebsgeräts. In dem Fall, dass das Antriebsgerät mehrere elektrische Motoren steuert, ist in dem in sich zusammenhängenden Datenbereich vorzugsweise für alle diese Motoren jeweils die erste und die zweite Information gespeichert.

[0025] In dem Fall, dass das Antriebsgerät die erste und die zweite Information in einem in sich zusammenhängenden Datenbereich des Antriebsgeräts speichert, ist es möglich, dass das Antriebsgerät der Antriebssteuerung zumindest einen Lesezugriff auf den in sich zusammenhängenden Datenbereich ermöglicht. In diesem Fall liest die Antriebssteuerung die Informationen aus dem Datenbereich des Antriebsgeräts aus.

[0026] Unabhängig davon, in welcher Form das Antriebsgerät die Informationen intern speichert, ist es alternativ möglich, dass das Antriebsgerät die erste und die zweite Information an die Antriebssteuerung übermittelt. In diesem Fall nimmt die Antriebssteuerung die Informationen vom Antriebsgerät entgegen.

[0027] Alternativ zur Übermittlung und Entgegennahme der Informationen ist es möglich, dass das An-

triebsgerät die erste und die zweite Information in einen in sich zusammenhängenden Datenbereich der Antriebssteuerung einschreibt. In diesem Fall ermöglicht die Antriebssteuerung dem Antriebsgerät den entsprechenden Schreibzugriff und liest die Informationen aus dem in sich zusammenhängenden Datenbereich der Antriebssteuerung aus.

[0028] Weitere Vorteile und Einzelheiten ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung von Ausführungsbeispielen in Verbindung mit den Zeichnungen. Es zeigen in Prinzipdarstellung:

Fig. 1 - **Fig. 3** Antriebsanordnungen,

Fig. 4 - **Fig. 7** Ablaufdiagramme,

Fig. 8 ein Motorsteuergerät mit einem Datenbereich,

Fig. 9 - **Fig. 11** Möglichkeiten zur Realisierung des zur-Verfügung-Stellens von Informationen und

Fig. 12 ein Ablaufdiagramm.

[0029] Gemäß **Fig. 1** weist eine Antriebsanordnung eine Antriebssteuerung **1**, ein Motorsteuergerät **2**, eine elektrische Antriebseinheit **3**, eine Anzahl von Leistungsschaltern **4** und einen elektrischen Motor **5** auf.

[0030] Die Antriebssteuerung **1** ist in der Regel als softwareprogrammierbare Einrichtung ausgebildet. Sie arbeitet im Betrieb ein Computerprogramm **6** ab, das Maschinencode **7** umfasst. Die Ausführung des Maschinencodes **7** durch die Antriebssteuerung **1** bewirkt, dass die Antriebssteuerung **1** so betrieben wird, wie dies nachfolgend erläutert wird.

[0031] Das Computerprogramm **6** muss in einem internen Speicher **8** der Antriebssteuerung **1** hinterlegt sein. Der interne Speicher **8** der Antriebssteuerung **1** entspricht einem Datenträger im Sinne der vorliegenden Erfindung.

[0032] Zum Programmieren der Antriebssteuerung **1** muss das Computerprogramm **6** erstellt und der Antriebssteuerung **1** zugeführt werden. Im Rahmen des Erstellens des Computerprogramms **6** erfolgt gegebenenfalls ein Zwischenspeichern auf einem anderen Datenträger. Auch dieser andere Datenträger entspricht einem Datenträger im Sinne der vorliegenden Erfindung. So ist beispielsweise möglich, dass das Computerprogramm in einem mobilen Speicher zwischengespeichert wird, beispielsweise in einem USB-Memorystick oder in einer Speicherkarte. Alternativ ist es beispielsweise möglich, dass das Computerprogramm **6** in einem Massenspeicher eines externen Rechners hinterlegt ist und der Antriebssteuerung **1** über eine Rechner-Rechner-Verbindung zugeführt wird. Ein typisches Beispiel einer Rechner-Rechner-Verbindung ist das Internet oder ein LAN.

[0033] Das Motorsteuergerät **2** entspricht einer Minimalkonfiguration eines Antriebsgeräts im Sinne der vorliegenden Erfindung. Es ist der Antriebssteuerung **1** untergeordnet. Das Motorsteuergerät **2** kann eine eigene Einrichtung sein. Alternativ kann das Motorsteuergerät **2** mit der elektrischen Antriebseinheit **3** oder mit der elektrischen Antriebseinheit **3** und den Leistungsschaltern **4** zu einer Einheit zusammengefasst sein. In diesem Fall entspricht die Einheit einem Antriebsgerät im Sinne der vorliegenden Erfindung.

[0034] Nachfolgend wird angenommen, dass das Motorsteuergerät **2** dem Antriebsgerät der vorliegenden Erfindung entspricht. Diese Annahme ist jedoch, wie bereits erwähnt, nicht beschränkend.

[0035] Auch das Motorsteuergerät **2** ist in der Regel als softwareprogrammierbare Einrichtung ausgebildet. Sie arbeitet im Betrieb ein Computerprogramm **9** ab, das Maschinencode **10** umfasst. Die Ausführung des Maschinencodes **10** durch das Motorsteuergerät **2** bewirkt, dass das Motorsteuergerät **2** so betrieben wird, wie dies nachfolgend erläutert wird.

[0036] Das Computerprogramm **9** muss in einem internen Speicher **11** des Motorsteuergeräts **2** hinterlegt sein. Der interne Speicher **11** des Motorsteuergeräts **2** entspricht einem Datenträger im Sinne der vorliegenden Erfindung. Bezüglich des Erstellens des Computerprogramms **9** und des Zuführens des Computerprogramms **9** zum Motorsteuergerät **2** gelten die obigen Ausführungen zum Erstellen des Computerprogramms **6** für die Antriebssteuerung **1** und zum Zuführen des Computerprogramms **6** zur Antriebssteuerung **1** analog.

[0037] Falls die elektrische Antriebseinheit **3** eine eigene Einrichtung ist, also nicht in das Motorsteuergerät **2** integriert ist, ist in der Regel auch die elektrische Antriebseinheit **3** softwareprogrammierbar. Dies ist im Rahmen der vorliegenden Erfindung jedoch von untergeordneter Bedeutung. Hierauf wird nachfolgend daher nicht näher eingegangen.

[0038] Die Komponenten **1** bis **5** der Antriebsanordnung von **Fig. 1** wirken im Normalbetrieb wie folgt zusammen:

[0039] Die Antriebssteuerung **1** ermittelt anhand eines Anwendungsprogramms **12** und/oder anhand von Eingaben eines Anwenders **13** für den elektrischen Motor **5** eine Folge von Sollwerten **x***. Bei den Sollwerten **x*** kann es sich - siehe die **Fig. 2** und **Fig. 3** - insbesondere um Lagesollwerte **p*** oder um Drehzahlsollwerte **n*** handeln.

[0040] Die Antriebssteuerung **1** kann gegebenenfalls auch für weitere elektrische Motoren **5'** jeweils eine eigene Folge von Sollwerten **x'*** ermitteln. Hierbei kann es sich insbesondere um Sollwerte **x'*** handeln,

die vom gleichen Typ sind wie die Sollwerte **x*** für den elektrischen Motor **5**. Es kann sich also beispielsweise ebenfalls um Lagesollwerte **p'*** oder ebenfalls um Drehzahlsollwerte **n'*** handeln. Es kann sich jedoch auch um eine andere Art von Sollwerten **x'*** handeln.

[0041] Die Antriebssteuerung **1** stellt jede Folge von Sollwerten **x***, **x'*** über ein Kommunikationsverbindung **14** demjenigen Motorsteuergerät **2** bzw. **2'** zur Verfügung, das auf den jeweiligen elektrischen Motor **5**, **5'** wirkt, für den die jeweilige Folge von Sollwerten **x***, **x'*** bestimmt ist. Wenn - im Falle von beispielhaft zwei elektrischen Motoren **5**, **5'** - das Motorsteuergerät **2** auf beide elektrische Motoren **5**, **5'** wirkt (siehe **Fig. 2**), werden beide Folgen von Sollwerten **x***, **x'*** dem Motorsteuergerät **2** zur Verfügung gestellt. Wenn auf die elektrischen Motoren **5**, **5'** von verschiedenen Motorsteuergeräten **2**, **2'** eingewirkt wird (siehe **Fig. 3**), wird jede Folge von Sollwerten **x***, **x'*** dem entsprechenden Motorsteuergerät **2**, **2'** zur Verfügung gestellt. Der guten Ordnung halber sei an dieser Stelle erwähnt, dass die in den **Fig. 2** und **Fig. 3** verwendeten Bezugszeichen der weiteren Komponenten **2'** bis **5'** jeweils mit den Komponenten korrespondieren, welche das gleiche Bezugszeichen ohne „'“ aufweisen.

[0042] Der Begriff „zur Verfügung gestellt“, ist breit zu verstehen. Es kommt nicht darauf an, auf welche Art und Weise die jeweilige Folgen von Sollwerten **x***, **x'*** dem Motorsteuergerät **2** bzw. den Motorsteuergeräten **2**, **2'** zur Verfügung gestellt werden.

[0043] Auch der Begriff „Kommunikationsverbindung“ ist ebenfalls recht weit zu verstehen. Er soll jede Art von Verbindung zwischen der Antriebssteuerung **1** und dem Motorsteuergerät **2** bzw. den Motorsteuergeräten **2** und **2'** umfassen, über die im Zeitmultiplex und bidirektional ein Datenaustausch zwischen der Antriebssteuerung **1** und dem Motorsteuergerät **2** bzw. den Motorsteuergeräten **2** und **2'** erfolgen kann. Die Kommunikationsverbindung **14** kann beispielsweise als serieller Bus oder als serielle Punkt-zu-Punkt-Verbindung ausgebildet sein. Entscheidend ist, dass über ein- und denselben Datenkanal Daten verschiedener Art übertragen werden (also nicht nur eine Folge gleichartiger Daten) und dass der Datenaustausch über den Datenkanal bidirektional erfolgt.

[0044] Das Motorsteuergerät **2** ermittelt im Normalbetrieb anhand der Folge von Sollwerten **x***, die ihm von der Antriebssteuerung **1** zur Verfügung gestellt wird, und korrespondierender Istwert **x** Stromsollwerte **I*** für den elektrischen Motor **5**. Wenn das Motorsteuergerät **2** auf mehrere elektrische Motoren **5**, **5'** wirkt - siehe **Fig. 2** -, ermittelt es für jeden von ihm gesteuerten elektrischen Motor **5**, **5'** anhand der entsprechenden Folge von Sollwerten **x***, **x'*** und der jeweils korrespondierenden Istwerte **x, x'** eigene Stromsollwerte **I***, **I'***. Die Stromsollwerte **I***, **I'*** stellt das Motorsteuergerät **2** den Antriebseinheiten **3**, **3'** zur Verfügung.

[0045] Jede Antriebseinheit **3**, **3'** ermittelt anhand der ihr zugeführten Stromsollwerte **I***, **I'*** und korrespondierender Stromistwerte **I**, **I'** Ansteuersignale **A**, **A'** für die Leistungsschalter **4**, **4'** und gibt die Ansteuersignale **A**, **A'** an die Leistungsschalter **4**, **4'** aus. Mittels der Leistungsschalter **4**, **4'** werden die korrespondierenden elektrischen Motoren **5**, **5'** an eine Stromversorgung **15** angeschaltet.

[0046] Die Ansteuerung des weiteren elektrischen Motors **5'** erfolgt auf analoge Art und Weise auch dann, wenn der weitere elektrische Motor **5'** mittels des weiteren Motorsteuergeräts **2'** gesteuert wird.

[0047] Nachfolgend wird nur das Motorsteuergerät **2** näher erläutert. Die Ausführungen zum Motorsteuergerät **2** gelten in analoger Weise jedoch auch für das weitere Motorsteuergerät **2'**.

[0048] Das Motorsteuergerät **2** führt - über die obenstehend beschriebene Funktion hinaus - weitere Aufgaben aus. Dies wird nachfolgend in Verbindung mit **Fig. 4** näher erläutert.

[0049] Gemäß **Fig. 4** wertet das Motorsteuergerät **2** in einem Schritt **S1** eine Anzahl erster Signale **B1** aus. Anhand der ersten Signale **B1** entscheidet das Motorsteuergerät **2**, ob es einen Überwachungsbetrieb annimmt. Wenn es den Überwachungsbetrieb annimmt, entscheidet es - vorzugsweise im Rahmen des Schrittes **S1** - ferner, welcher Art eine Istwertbedingung ist. Die Istwertbedingung kann beispielsweise darin bestehen, dass der elektrische Motor **5** auf Einhalten einer Grenzdrehzahl nmax und/oder auf Einhalten einer Solldrehrichtung D überwacht wird.

[0050] Die ersten Signale **B1**, anhand derer das Motorsteuergerät **2** entscheidet, ob es den Überwachungsbetrieb annimmt oder nicht, werden dem Motorsteuergerät **2** von außen zugeführt. Das Zuführen der ersten Signale **B1** kann beispielsweise mittels eines dem Motorsteuergerät **2** zugeordneten Klemmenmoduls oder mittels einer speicherprogrammierbaren Steuerung über eine Busanbindung erfolgen. Diese Vorgehensweisen sind im Stand der Technik bekannt.

[0051] Die Istwertbedingung ist zunächst von der Art des Überwachungsbetriebs abhängig. Beispielsweise kann durch die zugeführten ersten Signale **B1** festgelegt sein, ob der elektrische Motor **5** auf Einhalten einer maximal zulässigen Drehzahl nmax und/oder auf Einhalten einer vorbestimmten Drehrichtung D überwacht werden soll. Weiterhin kann dem Motorsteuergerät **2** von außen vorgegeben werden, welchen Wert die Drehrichtung D aufweist, also bei-

spielsweise Linksdrehung oder Rechtsdrehung. Auch kontinuierlich variierbare Werte können der Motorsteuerung **2** von außen vorgegeben werden, beispielsweise die Grenzdrehzahl nmax oder ein maximal zulässiges Grenzmoment Mmax. Derartige Signale, welche die Istwertbedingung parametrieren, werden nachfolgend zur Unterscheidung von den ersten Signalen **B1**, welchen den Überwachungsbetrieb als solchen auslösen oder beenden, als zweite Signale **B2** bezeichnet.

[0052] In einem Schritt **S2** stellt das Motorsteuergerät **2** über die Kommunikationsverbindung **14**, über die dem Motorsteuergerät **2** von der Antriebssteuerung **1** die Folge von Sollwerten **x*** zur Verfügung gestellt wird, seinerseits eine erste Information **C1** zur Verfügung. Aus der ersten Information **C1** geht hervor, ob das Motorsteuergerät **2** sich im Überwachungsbetrieb befindet.

[0053] In einem Schritt **S3** kann das Motorsteuergerät **2** über dieselbe Kommunikationsverbindung **14** der Antriebssteuerung **1** eine zweite Information **C2** zur Verfügung stellen. Aus der zweiten Information **C2** geht hervor, worin die Istwertbedingung besteht.

[0054] Die erste Information **C1** und die zweite Information **C2** können gegebenenfalls eine Einheit darstellen. Beispielsweise kann mittels eines einzigen binären Wertes codiert sein, dass der elektrische Motor **5** in den Stillstand gebracht und aktiv dort gehalten werden soll. Es sind jedoch auch Fälle denkbar, in denen die erste und die zweite Information **C1**, **C2** voneinander separate Informationsblöcke sein müssen. Beispielsweise kann die erste Information **C1** eine Überwachung auf Einhalten einer Grenzdrehzahl bedeuten und die zweite Information **C2** die Grenzdrehzahl nmax festlegen.

[0055] In einem Schritt **S4** wertet das Motorsteuergerät **2** die Folge von Sollwerten **x***, die ihm von der Antriebssteuerung **1** zur Verfügung gestellt wird, und die korrespondierenden Istwerte **x** aus. Insbesondere ermittelt das Motorsteuergerät **2** die Stromsollwerte **I***. Soweit erforderlich, ergreift das Motorsteuergerät **2** im Rahmen des Schrittes **S4** weitere Maßnahmen, die zur korrekten Ansteuerung des elektrischen Motors **5** erforderlich sind. Beispielsweise kann es die Stromsollwerte **I*** der Antriebseinheit **3** für den elektrischen Motor **5** zur Verfügung stellen.

[0056] In einem Schritt **S5** prüft das Motorsteuergerät **2**, ob es sich im Überwachungsbetrieb befindet. Wenn dies nicht der Fall ist, geht das Motorsteuergerät zum Schritt **S1** zurück. Anderenfalls geht das Motorsteuergerät **2** zu einem Schritt **S6** über.

[0057] Im Schritt **S6** kann das Motorsteuergerät **2** - analog zum Schritt **S3** - der Antriebssteuerung **1** über die Kommunikationsverbindung **14** die zweite Information **C2** zur Verfügung stellen. Der Schritt **S6** korrespondiert inhaltlich mit dem Schritt **S3**. Von den Schritten **S3** und **S6** ist daher nur einer erforderlich. Der andere der beiden Schritte **S3** und **S6** kann entfallen. Die Schritte **S3** und **S6** sind daher in **Fig. 4** nur gestrichelt eingezeichnet.

[0058] In einem Schritt **S7** prüft das Motorsteuergerät **2**, ob der elektrische Motor **5** die Istwertbedingung erfüllt. Der Übersichtlichkeit halber ist der Schritt **S7** in **Fig. 4** in Schritte S7a und S7b aufgeteilt.

[0059] Wenn der elektrische Motor **5** die Istwertbedingung erfüllt, geht das Motorsteuergerät **2** zum Schritt **S1** zurück. Anderenfalls geht das Motorsteuergerät **2** zu einem Schritt **S8** über. Im Schritt **S8** bewirkt das Motorsteuergerät **2** selbsttätig, dass der elektrische Motor **5** von der Stromversorgung **15** getrennt wird. Diese Vorgehensweise ist an sich bekannt. Beispielsweise kann das Motorsteuergerät **2** das Ausgeben der Ansteuersignale A an die Leistungsschalter **4** unterdrücken. Alternativ oder zusätzlich können beispielsweise Relais oder Schütze angesteuert werden, mittels derer die Leistungsschalter **4** von der Stromversorgung **15** getrennt werden. Auch andere Maßnahmen sind denkbar.

[0060] Soweit erforderlich, ergreift das Motorsteuergerät **2** im Rahmen des Schrittes **S8** weitere Maßnahmen. Beispielsweise kann das Motorsteuergerät **2** einen Reset abwarten und/oder eine Meldung an eine andere Einrichtung abgeben, insbesondere an die Antriebssteuerung **1**.

[0061] Wie bereits erwähnt, ist es möglich, dass das Motorsteuergerät **2** mehrere elektrische Motoren **5**, **5'** steuert. In diesem Fall führt das Motorsteuergerät **2** gemäß **Fig. 5** die Vorgehensweise von **Fig. 4** für jeden elektrischen Motor **5**, **5'** aus. Die in **Fig. 5** dargestellten Schritte sind selbsterklärend, so dass von weiteren Ausführungen zu **Fig. 5** abgesehen wird.

[0062] Auch die Antriebssteuerung **1** führt - zusätzlich zum Ermitteln der Folgen von Sollwerten **x***, **x'*** und dem zur Verfügung stellen der Folgen von Sollwerten **x***, **x'*** für das Motorsteuergerät **2** (bzw. die Motorsteuergeräte **2**, **2'**) - weitere Funktionen aus. Dies wird nachfolgend in Verbindung mit **Fig. 6** näher erläutert.

[0063] Gemäß **Fig. 6** greift die Antriebssteuerung **1** in einem Schritt **S11** auf die erste Information **C1** zu, die ihr von dem Motorsteuergerät **2** über die Kommunikationsverbindung **14** zur Verfügung gestellt worden ist. Die Antriebssteuerung **1** prüft anhand der ersten Information **C1** im Rahmen eines Schrittes **S12**, ob das Motorsteuergerät **2** den elektrischen Motor **5** auf Einhalten einer Istwertbedingung überwacht. Der Schritt **S12** ist in **Fig. 6** der Übersichtlichkeit halber in Schritte S12a und S12b aufgeteilt.

[0064] Wenn das Motorsteuergerät **2** den elektrischen Motor **5** nicht auf Einhalten einer Istwertbedingung überwacht, geht die Antriebssteuerung **1** zu einem Schritt **S13** über. Im Schritt **S13** ermittelt die Antriebssteuerung **1** anhand des Anwendungsprogramms **12** und/oder anhand von Eingaben des Anwenders **13** für den elektrischen Motor **5** die Folge von Sollwerten **x***. Vom Schritt **S13** geht die Antriebssteuerung **1** zum Schritt **S11** zurück.

[0065] Wenn das Motorsteuergerät **2** den elektrischen Motor **5** auf Einhalten einer Istwertbedingung überwacht, geht die Antriebssteuerung **1** vom Schritt **S12** zu einem Schritt **S14** über. Im Schritt **S14** ermittelt die Antriebssteuerung **1** anhand der zweiten Information **C2**, worin die Istwertbedingung besteht.

[0066] In einem Schritt **S15** ermittelt die Antriebssteuerung **1** die erste Folge von Sollwerten **x*** und stellt sie dem Motorsteuergerät **2** zur Verfügung. Der Schritt **S15** korrespondiert im Wesentlichen mit dem Schritt **S13**. Im Unterschied zum Schritt **S13** ermittelt die Antriebssteuerung **1** im Rahmen des Schrittes **S15** die Folge von Sollwerten **x*** für den elektrischen Motor **5** jedoch unter Berücksichtigung der im Schritt **S14** ermittelten Istwertbedingung.

[0067] Analog zum Motorsteuergerät **2** kann die Antriebssteuerung **1** die Sollwerte **x***, **x'*** für mehrere elektrische Motoren **5**, **5'** ermitteln. In diesem Fall wird gemäß **Fig. 7** die Vorgehensweise von **Fig. 6** für jeden von der Antriebssteuerung **1** gesteuerten elektrischen Motor **5**, **5'** durchgeführt. Soweit erforderlich berücksichtigt die Antriebssteuerung **1** hierbei etwaige erforderliche Koordinierungen der elektrischen Motoren **5**, **5'** miteinander. Dies impliziert insbesondere, dass in den Fall, dass das Motorsteuergerät **2** den Istwert des elektrischen Motors **5** auf Einhalten der Istwertbedingung überwacht, auch die Folge von Sollwerten **x'*** für den weiteren elektrischen Motor **5'** unter Berücksichtigung der Istwertbedingung ermittelt werden muss, die eigentlich nur für den elektrischen Motor **5** gilt.

[0068] Im Übrigen ist die Vorgehensweise von **Fig. 7** selbsterklärend, so dass - analog zu **Fig. 5** - auch bezüglich **Fig. 7** von weiteren Ausführungen abgesehen wird.

[0069] Die Antriebssteuerung **1** führt vorzugsweise eine Bewegungsführung durch. Der Begriff „Bewegungsführung“ bedeutet, dass die Antriebssteuerung **1** die Folgen von Sollwerten **x***, **x'*** für die elektrischen Motoren **5**, **5'** derart ermittelt, dass die korrespondierenden Istwerte **x**, **x'** den Sollwerten **x***, **x'*** folgen können. Die Antriebssteuerung **1** ist daher - siehe **Fig. 1** - als Bewegungsführungseinrichtung (motion control unit) für Produktionsmaschinen ausgebildet. Insbesondere kann sie als numerische Steuerung (CNC) für Werkzeugmaschinen ausgebildet sein.

[0070] Die ersten und die zweiten Informationen **C1**, **C2** müssen - für jeden vom Motorsteuergerät **2** gesteuerten elektrischen Motor **5**, **5'** - im Motorsteuergerät **2** gespeichert sein. Vorzugsweise speichert hierzu das Motorsteuergerät **2** gemäß **Fig. 8** die erste und die zweite Information **C1**, **C2** in einem in sich zusammenhängenden Datenbereich **16** des Motorsteuergeräts **2**. Insbesondere können in dem Fall, dass das Motorsteuergerät **2** mehrere elektrische Motoren **5**, **5'** steuert, gemäß **Fig. 8** für alle diese elektrischen Motoren **5**, **5'** jeweils die erste und die zweite Information **C1**, **C2** in dem Datenbereich **16** gespeichert sein.

[0071] Wie bereits erwähnt, ist der Begriff „zur Verfügung stellen“ umfassend zu verstehen. Er soll insbesondere die nachfolgend beschriebenen Vorgehensweisen umfassen.

[0072] So soll der Begriff mit umfassen, dass das Motorsteuergerät **2** die erste und die zweite Information **C1**, **C2** an die Antriebssteuerung **1** übermittelt. In diesem Fall liest gemäß **Fig. 9** eine Ausleseeinheit **17** des Motorsteuergeräts **2** - beispielsweise ein Mikroprozessor - aus dem Datenbereich **16** des Motorsteuergeräts **2** die erste und die zweite Information **C1**, **C2** aus und übermittelt sie an die Antriebssteuerung **1**. Die Antriebssteuerung **1** nimmt die ihr übermittelten Informationen **C1**, **C2** mittels einer Einleseeinheit **18** - beispielsweise ebenfalls einem Mikroprozessor - entgegen und speichert sie in einem Datenbereich **19** der Antriebssteuerung **1** ein. Von dort liest sie die Antriebssteuerung **1** nach Bedarf aus.

[0073] Das Übermitteln der Informationen **C1**, **C2** kann beispielsweise zyklisch erfolgen. Es kann von dem Motorsteuergerät **2** selbsttätig - also ohne Anstoß von außen - erfolgen. Alternativ kann das Motorsteuergerät **2** die erste und die zweite Information **C1**, **C2** nur auf Grund eines externen Ereignisses übermitteln. Ein derartiges Ereignis kann beispielsweise darin bestehen, dass die erste und/oder die zweite Information **C1**, **C2** sich geändert haben oder dass das Motorsteuergerät **2** von der Antriebssteuerung **1** eine Anfrage (polling) nach den Informationen **C1**, **C2** erhält. Das Polling kann gegebenenfalls seinerseits zyklisch erfolgen.

[0074] Der Vorteil der Vorgehensweise von **Fig. 9** besteht darin, dass weder das Motorsteuergerät **2** noch die Antriebssteuerung **1** wissen müssen, wo und wie die ersten und zweiten Informationen **C1**, **C2** von der jeweils anderen Einrichtung **2**, **1** gespeichert und verwaltet werden. Falls derartiges Wissen mit vorausgesetzt wird, ist alternativ zur Vorgehensweise von **Fig. 9** möglich, dass das Motorsteuergerät **2** der Antriebssteuerung **1** zumindest einen Lesezugriff auf den Datenbereich **16** des Motorsteuergeräts

2 ermöglicht. In diesem Fall kann die Antriebssteuerung **1** gemäß **Fig. 10** direkt auf den Datenbereich **16** des Motorsteuergeräts **2** zugreifen und die erste und die zweite Information **C1**, **C2** von dort auslesen. Derartige Vorgehensweisen sind unter dem Begriff DMA (direct memory access) an sich bekannt.

[0075] Wiederum alternativ ist es möglich, dass die Antriebssteuerung **1** dem Motorsteuergerät **2** einen Schreibzugriff auf den Datenbereich **19** der Antriebssteuerung **1** ermöglicht. In diesem Fall ist es gemäß **Fig. 11** möglich, dass das Motorsteuergerät **2** die erste und die zweite Information **C1**, **C2** in den Datenbereich **18** der Antriebssteuerung **1** einschreibt. Von dort kann sie die Antriebssteuerung **1** auslesen.

[0076] Wie obenstehend erläutert, kann die Istwertbedingung anhand von dem Motorsteuergerät **2** von außen zugeführten zweiten Signalen **B2** parametrierbar sein. Alternativ oder zusätzlich ist es jedoch auch möglich, dass die Istwertbedingung zeitvariabel ist. Dies wird nachfolgend in Verbindung mit **Fig. 12** näher erläutert.

[0077] Gemäß **Fig. 12** können zwischen die Schritte **S1** und **S2** - vergleiche auch **Fig. 4** - Schritte **S21** bis **S23** eingefügt sein. Im Schritt **S21** prüft das Motorsteuergerät **2**, ob eine Doppelbedingung erfüllt ist. Ein erster Teil der Doppelbedingung besteht darin, dass das Motorsteuergerät **2** sich im Überwachungsbetrieb befindet. Ein zweiter Teil der Doppelbedingung besteht darin, dass der Überwachungsbetrieb neu angenommen wurde, dass also beim unmittelbar vorhergehenden Durchlauf der Schleife von **Fig. 4** der Überwachungsbetrieb noch nicht angenommen war. Wenn beide Teile der Doppelbedingung erfüllt sind, geht das Motorsteuergerät **2** zum Schritt **S22** über. Anderenfalls geht das Motorsteuergerät **2** zum Schritt **S2** über. Der Schritt **S21** ist in **Fig. 12** der Übersichtlichkeit halber in zwei Teilschritte **S21a** und **S21b** aufgeteilt.

[0078] Im Schritt **S22** prüft das Motorsteuergerät **2**, ob der zu überwachende Istwert des Motors **5** die im Schritt **S1** ermittelte Istwertbedingung bereits erfüllt. Wenn dies der Fall ist, geht das Motorsteuergerät zum Schritt **S2** über. Nur wenn die Istwertbedingung noch nicht erfüllt ist, geht das Motorsteuergerät **2** zum Schritt **S23** über. Der Schritt **S22** ist in **Fig. 12** der Übersichtlichkeit halber in zwei Teilschritte **S22a** und **S22b** aufgeteilt.

[0079] Im Schritt **S23** ermittelt das Motorsteuergerät **2** in Abhängigkeit von der Istwertbedingung und dem momentanen Wert des zu überwachenden Istwertes - beispielsweise in Abhängigkeit von der Abweichung des überwachten Istwertes von einem einzuhaltenden Grenzwert - einen zeitlichen Verlauf der Istwertbedingung. Dadurch kann beispielsweise berücksichtigt werden, dass für ein Abbremsen des elektrischen Motors **5** eine bestimmte, nicht vernachlässigbare Zeit benötigt wird, dass also trotz ordnungsgemäßen Ansteuerns des elektrischen Motors **5** und trotz ordnungsgemäßen Reagierens des elektrischen Motors **5** die eigentlich gewünschte Istwertbedingung nicht sofort eingehalten werden kann.

[0080] Die erfindungsgemäße Vorgehensweise weist viele Vorteile auf. Insbesondere können die Computerprogramme **6**, **9** für die Antriebssteuerung **1** und das Motorsteuergerät **2** unabhängig von den Programmen für alle anderen Baugruppen - beispielsweise eine speicherprogrammierbare Steuerung - erstellt werden. Weiterhin ist keinerlei zusätzliche Verkabelung (einschließlich der damit verbundenen Fehlerquellen) erforderlich. Denn die Kommunikationsverbindung **14**, über die dem Motorsteuergerät **2** die Folgen von Sollwerten **x***, **x'*** zur Verfügung gestellt werden, ist bereits vorhanden. Auch können die Antriebssteuerung **1** und insbesondere auch das Anwendungsprogramm **12** unabhängig davon erstellt werden, auf welche Weise dem Motorsteuergerät **2** die ersten Signale **B1** zugeführt werden. Im Falle der Vorgehensweise gemäß **Fig. 9** ist weiterhin nicht erforderlich, dass der Antriebssteuerung **1** bekannt ist, wo und wie das Motorsteuergerät **2** die ersten und zweiten Informationen **C1**, **C2** speichert.

[0081] Die obige Beschreibung dient ausschließlich der Erläuterung der vorliegenden Erfindung. Der Schutzumfang der vorliegenden Erfindung soll hingegen ausschließlich durch die beigefügten Ansprüche bestimmt sein.

Patentansprüche

1. Antriebssteuerung (1) für zumindest einen elektrischen Motor (5), wobei die Antriebssteuerung (1) wie folgt betrieben wird:
- Die Antriebssteuerung ermittelt anhand eines Anwendungsprogramms (12) und/oder anhand von Eingaben eines Anwenders (13) für zumindest einen ersten elektrischen Motor (5) eine erste Folge von Sollwerten (x*).
- Die Antriebssteuerung stellt zumindest die erste Folge von Sollwerten (x*) über eine Kommunikationsverbindung (14) einem ersten untergeordneten Antriebsgerät (2) zur Verfügung.
- Die Antriebssteuerung prüft anhand einer ersten Information (C1), die der Antriebssteuerung vom ersten Antriebsgerät (2) über dieselbe Kommunikationsverbindung (14) zur Verfügung gestellt wird, über die die Antriebssteuerung die erste Folge von Sollwerten (x*) dem ersten Antriebsgerät (2) zur Verfügung stellt, ob das erste Antriebsgerät (2) einen Istwert des ersten elektrischen Motors (5) auf Einhalten einer Istwertbedingung überwacht.
- Wenn das erste Antriebsgerät (2) den Istwert des ersten elektrischen Motors (5) auf Einhalten der Istwertbedingung überwacht, ermittelt die Antriebs-

steuerung zunächst anhand einer zweiten Information (C2), die der Antriebssteuerung vom ersten Antriebsgerät (2) über dieselbe Kommunikationsverbindung (14) zur Verfügung gestellt wird, über die die Antriebssteuerung die erste Folge von Sollwerten (x*) dem ersten Antriebsgerät (2) zur Verfügung stellt, worin die Istwertbedingung besteht, und ermittelt sodann unter Berücksichtigung der Istwertbedingung die erste Folge von Sollwerten (x*).

2. Antriebssteuerung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die erste Folge von Sollwerten (x*) eine Folge von Lage- oder Drehzahlsollwerten (p*, n*) ist.

3. Antriebssteuerung nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Istwertbedingung das Einhalten einer Grenzdrehzahl (nmax) durch den ersten elektrischen Motor (5) und/oder das Drehen des ersten elektrischen Motors (5) in einer Solldrehrichtung (D) ist.

4. Antriebssteuerung nach Anspruch 1, 2 oder 3, **dadurch gekennzeichnet**,
- dass die Antriebssteuerung anhand des Anwendungsprogramms (12) und/oder anhand der Eingaben des Anwenders (13) für zumindest einen zweiten elektrischen Motor (5') eine zweite Folge von Sollwerten (x'*) ermittelt,
- dass die zweite Folge von Sollwerten (x'*) vom gleichen Typ wie die erste Folge von Sollwerten (x*) ist,
- dass die Antriebssteuerung die zweite Folge von Sollwerten (x'*) entweder dem ersten Antriebsgerät (2) oder einem zweiten Antriebsgerät (2') zur Verfügung stellt und
- dass die Antriebssteuerung in dem Fall, dass das erste Antriebsgerät (2) den Istwert des ersten elektrischen Motors (5) auf Einhalten der Istwertbedingung überwacht, die zweite Folge von Sollwerten (x'*) unter Berücksichtigung der Istwertbedingung ermittelt.

5. Antriebssteuerung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Antriebssteuerung die erste und die zweite Information (C1, C2) aus einem in sich zusammenhängenden Datenbereich (16) des Antriebsgeräts (2) ausliest.

6. Antriebssteuerung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Antriebssteuerung die erste und die zweite Information (C1, C2) vom Antriebsgerät (2) entgegen nimmt.

7. Antriebssteuerung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Antriebssteuerung dem Antriebsgerät (2) einen Schreibzugriff auf einen in sich zusammenhängenden Datenbereich (18) der Antriebssteuerung ermöglicht und dass die Antriebssteuerung die erste und die zweite Information (C1, C2) aus dem in sich zusammenhängenden Datenbereich (18) ausliest.

8. Antriebssteuerung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Antriebssteuerung als Bewegungsführungseinrichtung für Produktionsmaschinen, insbesondere als numerische Steuerung für Werkzeugmaschinen, ausgebildet ist.

Es folgen 8 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

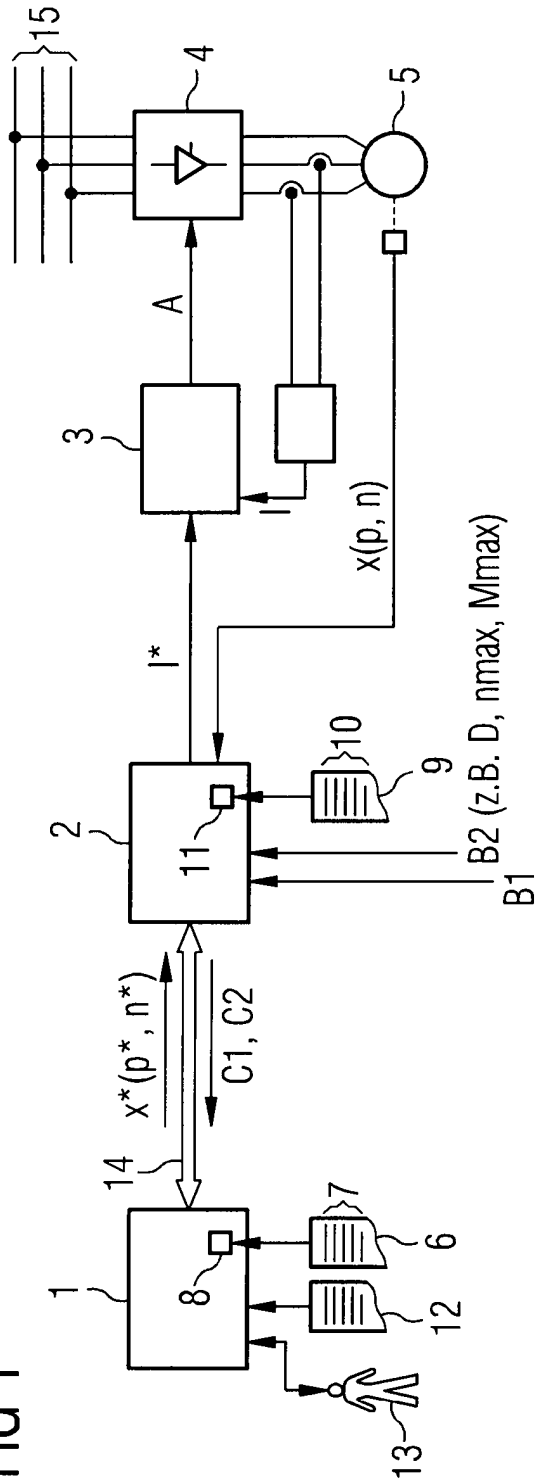


FIG 1

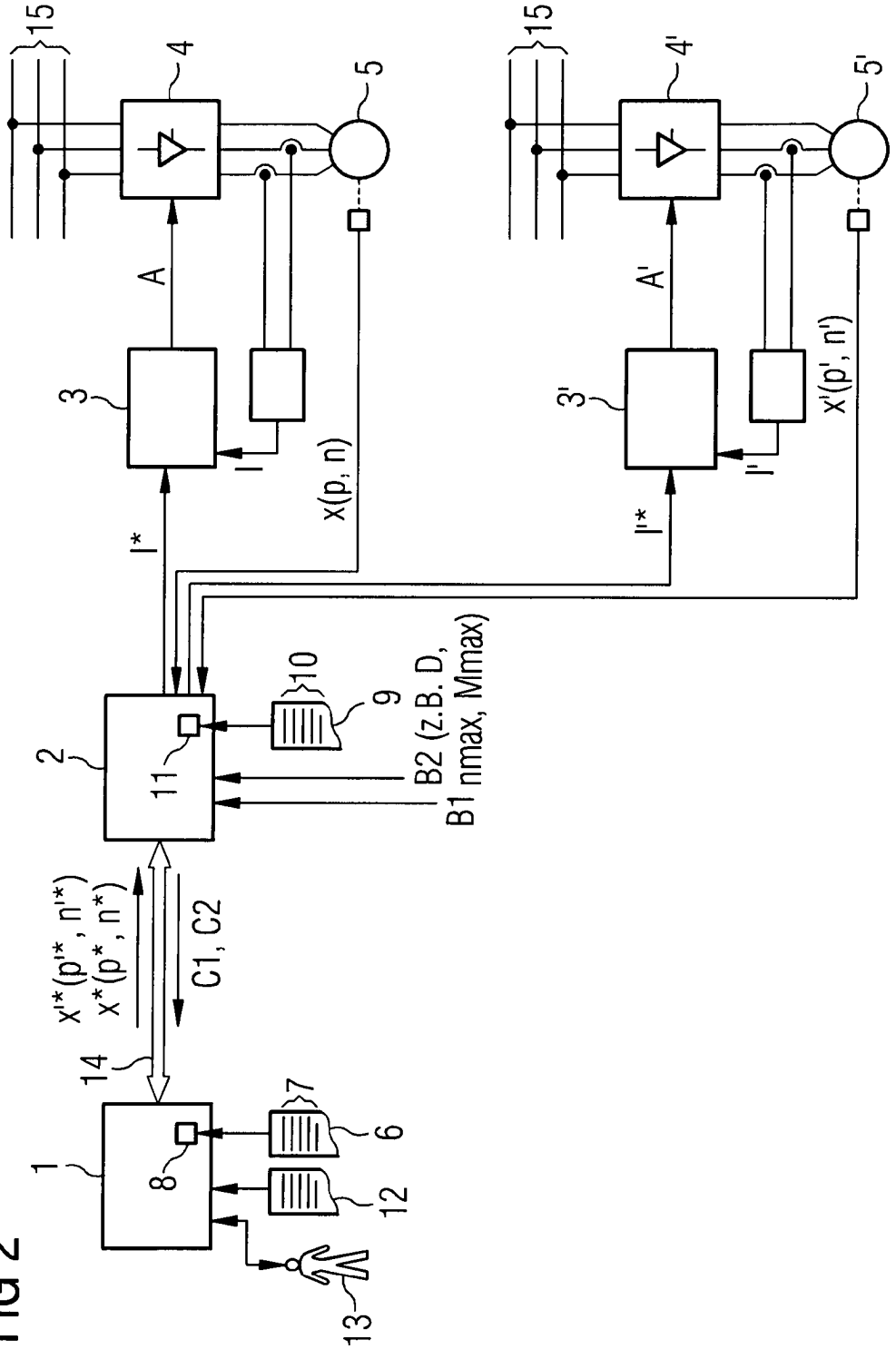

15
4
5
A
3
I
x(p, n)
I*
15
4'
5'
A'
3'
I'
I'*
x'(p', n')
10
9
B2 (z.B. D,
B1 nmax, Mmax)
2
11
x'*(p'*, n'*)
x*(p*, n*)
C1, C2
14
1
8
7
6
12
13

FIG 2

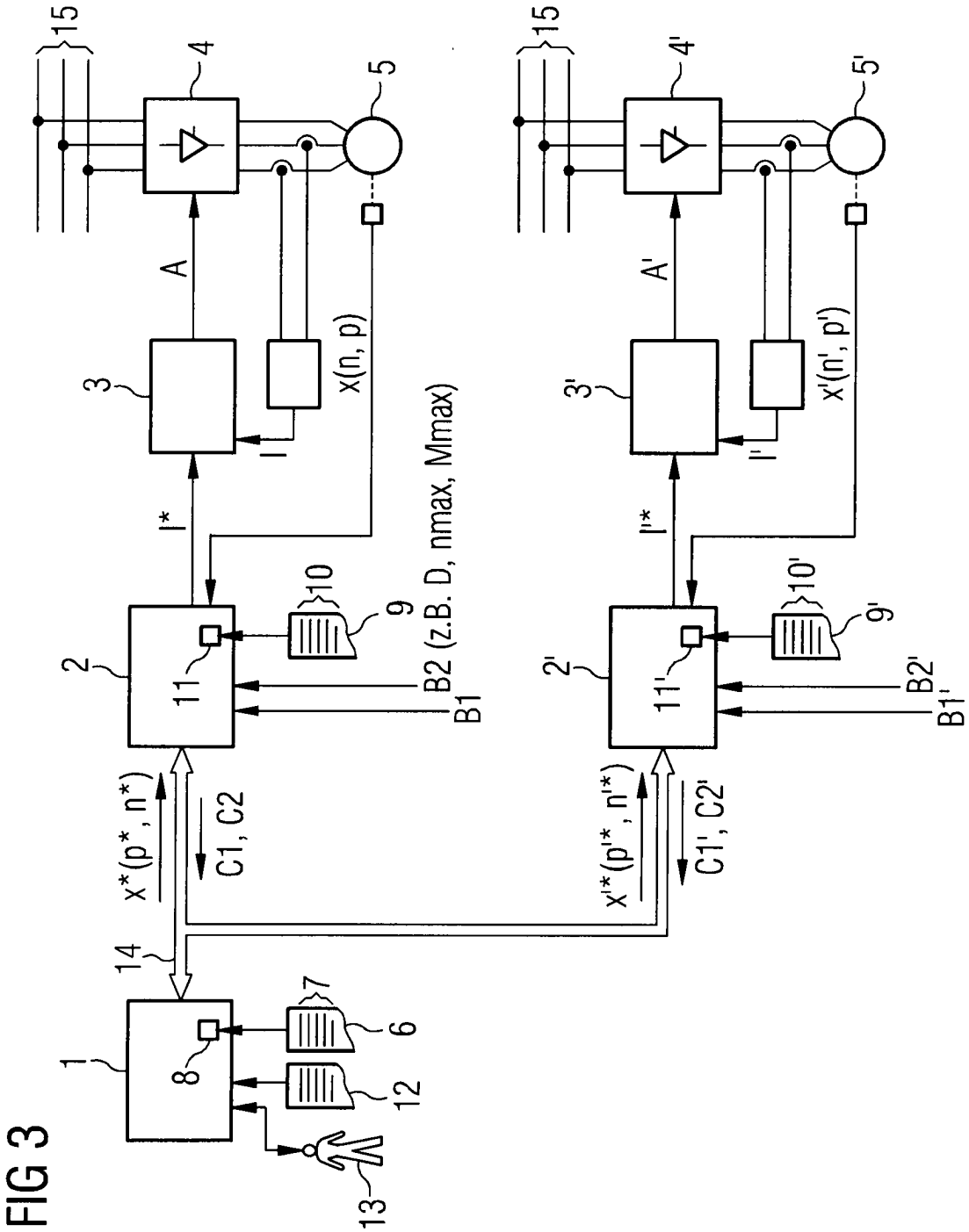

15
4
5
A
3
I
x(n, p)
I*
10
9
2
11
B2 (z.B. D, nmax, Mmax)
B1
x*(p*, n*)
C1, C2
14
1
8
7
6
12
13
15
4'
5'
A'
3'
I'
x'(n', p')
I'*
10'
9'
2'
11'
B2'
B1'
x'*(p'*, n'*)
C1', C2'

FIG 3

FIG 4

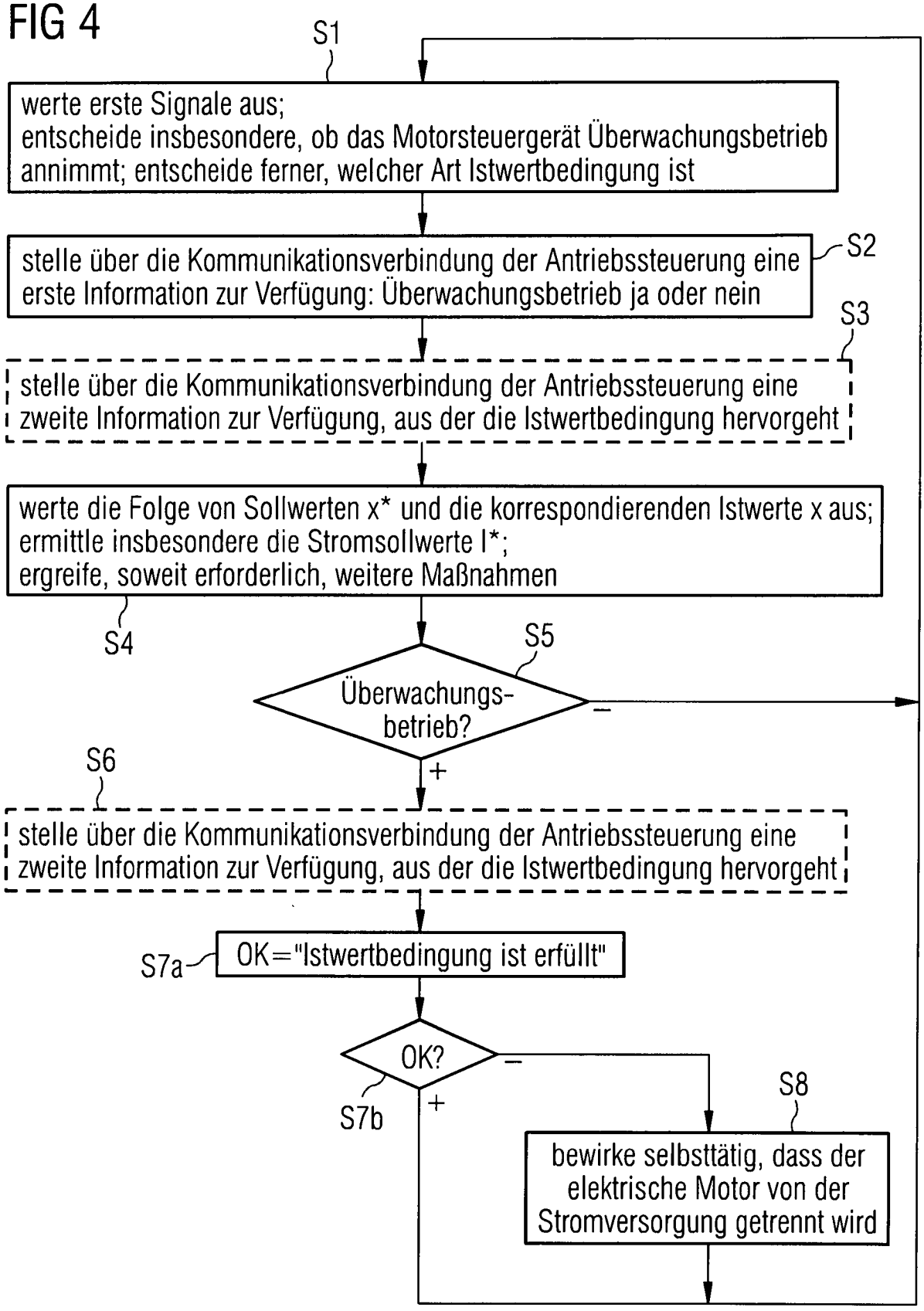

S1
werte erste Signale aus;
entscheide insbesondere, ob das Motorsteuergerät Überwachungsbetrieb annimmt; entscheide ferner, welcher Art Istwertbedingung ist
stelle über die Kommunikationsverbindung der Antriebssteuerung eine erste Information zur Verfügung: Überwachungsbetrieb ja oder nein
S2
S3
stelle über die Kommunikationsverbindung der Antriebssteuerung eine zweite Information zur Verfügung, aus der die Istwertbedingung hervorgeht
werte die Folge von Sollwerten x* und die korrespondierenden Istwerte x aus;
ermittle insbesondere die Stromsollwerte I*;
ergreife, soweit erforderlich, weitere Maßnahmen
S4
S5
Überwachungs-betrieb?
–
+
S6
stelle über die Kommunikationsverbindung der Antriebssteuerung eine zweite Information zur Verfügung, aus der die Istwertbedingung hervorgeht
S7a
OK="Istwertbedingung ist erfüllt"
OK?
–
+
S7b
S8
bewirke selbsttätig, dass der elektrische Motor von der Stromversorgung getrennt wird

FIG 5

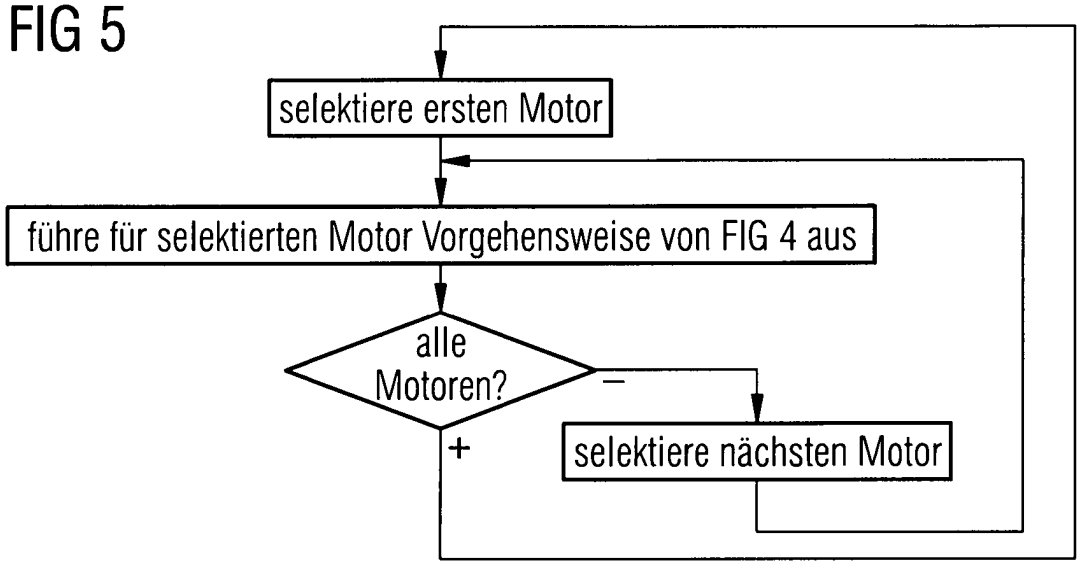

selektiere ersten Motor
führe für selektierten Motor Vorgehensweise von FIG 4 aus
alle Motoren?
–
+
selektiere nächsten Motor

FIG 6

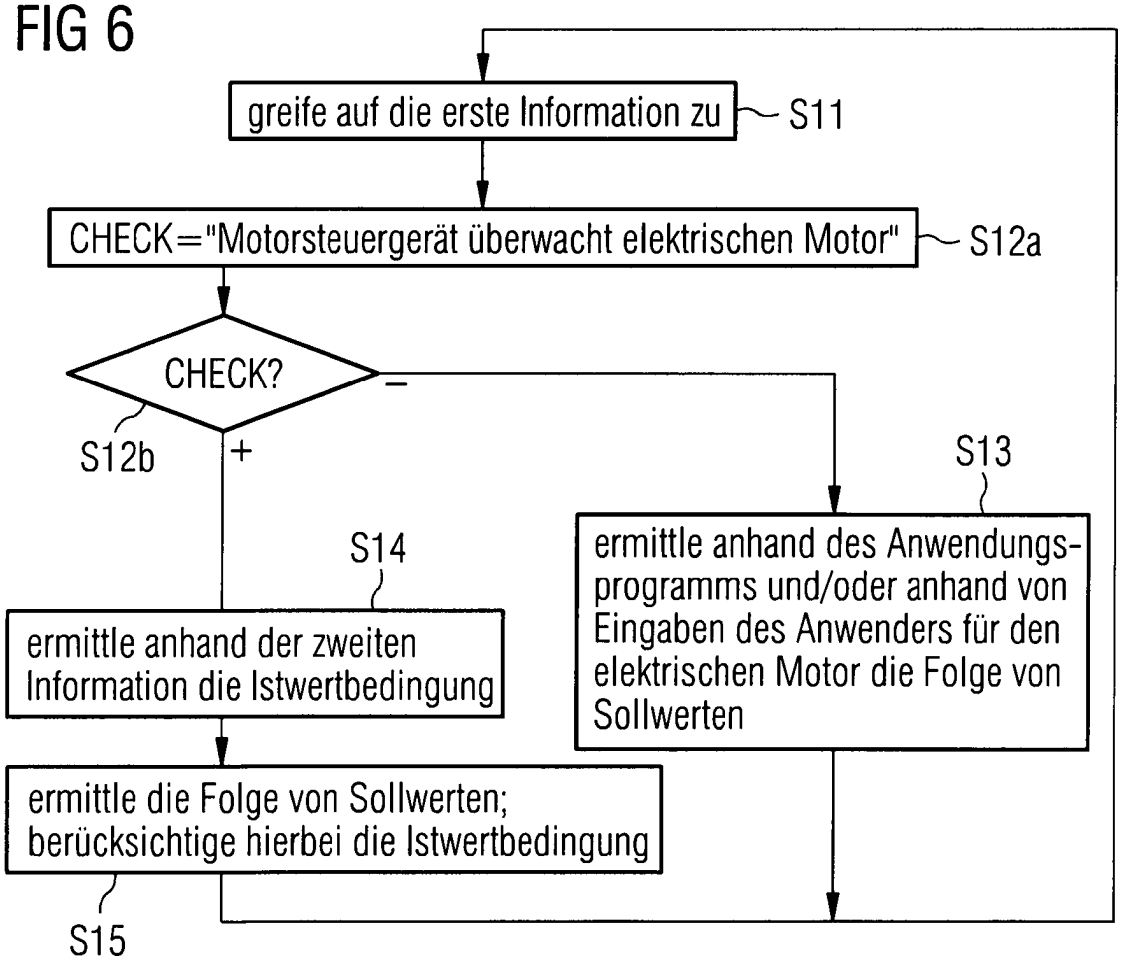

greife auf die erste Information zu
S11
CHECK="Motorsteuergerät überwacht elektrischen Motor"
S12a
CHECK?
S12b
–
+
S13
ermittle anhand des Anwendungs-programms und/oder anhand von Eingaben des Anwenders für den elektrischen Motor die Folge von Sollwerten
S14
ermittle anhand der zweiten Information die Istwertbedingung
ermittle die Folge von Sollwerten; berücksichtige hierbei die Istwertbedingung
S15

FIG 7

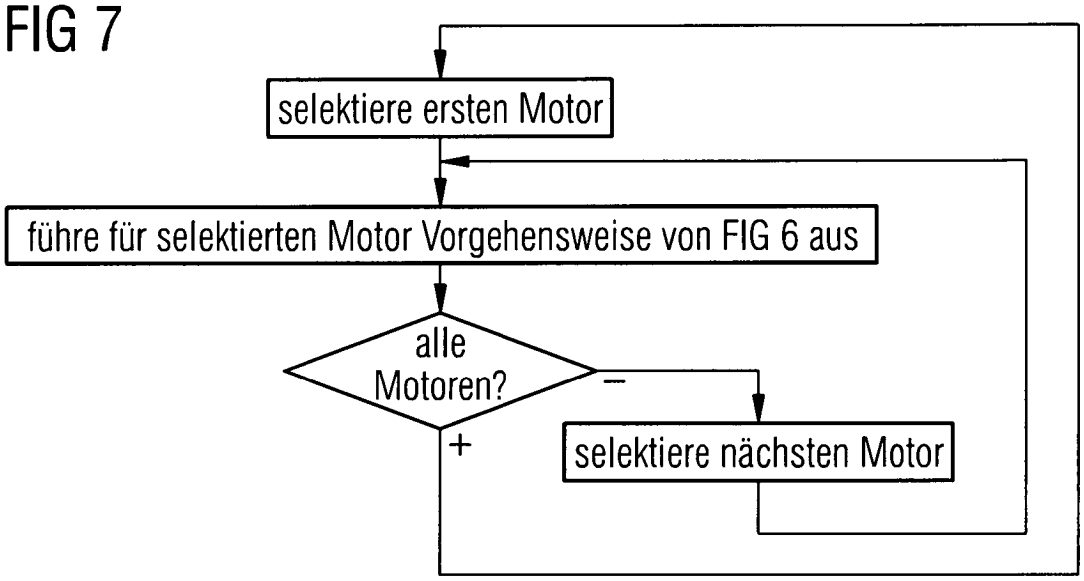

selektiere ersten Motor
führe für selektierten Motor Vorgehensweise von FIG 6 aus
alle Motoren?
–
+
selektiere nächsten Motor

FIG 8

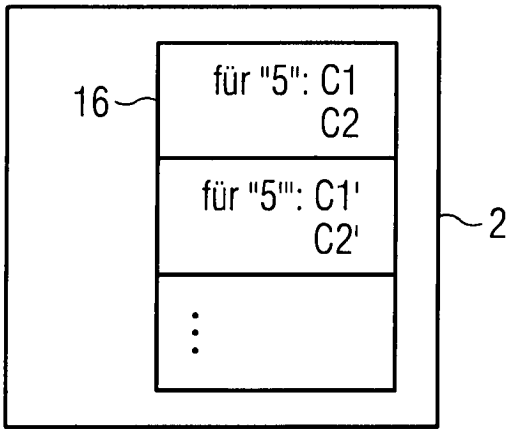

16
für "5": C1
C2
für "5'": C1'
C2'
2

FIG 9

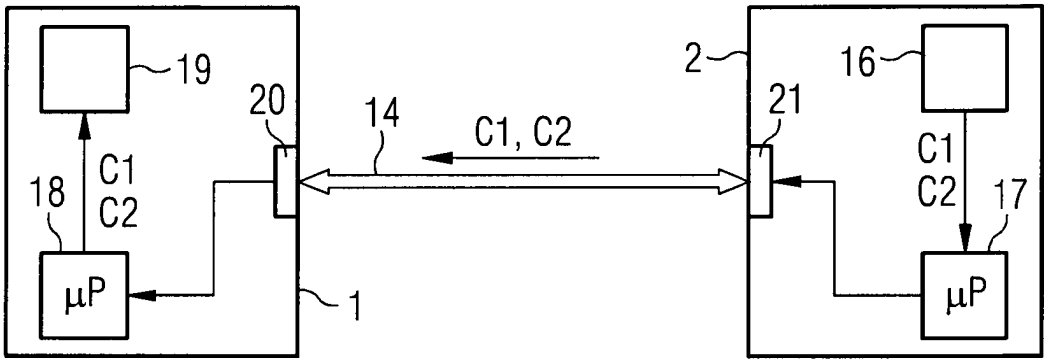


FIG 10

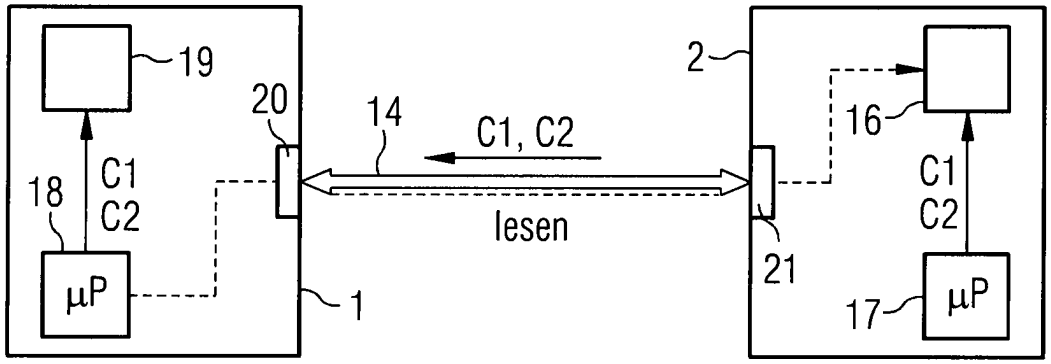


FIG 11

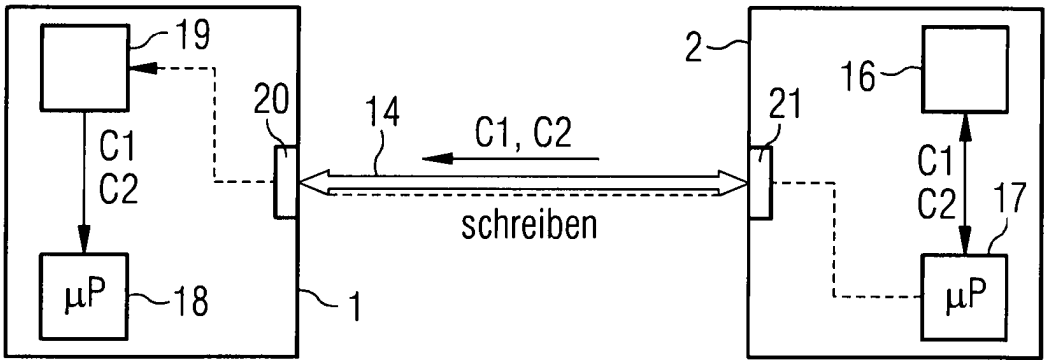
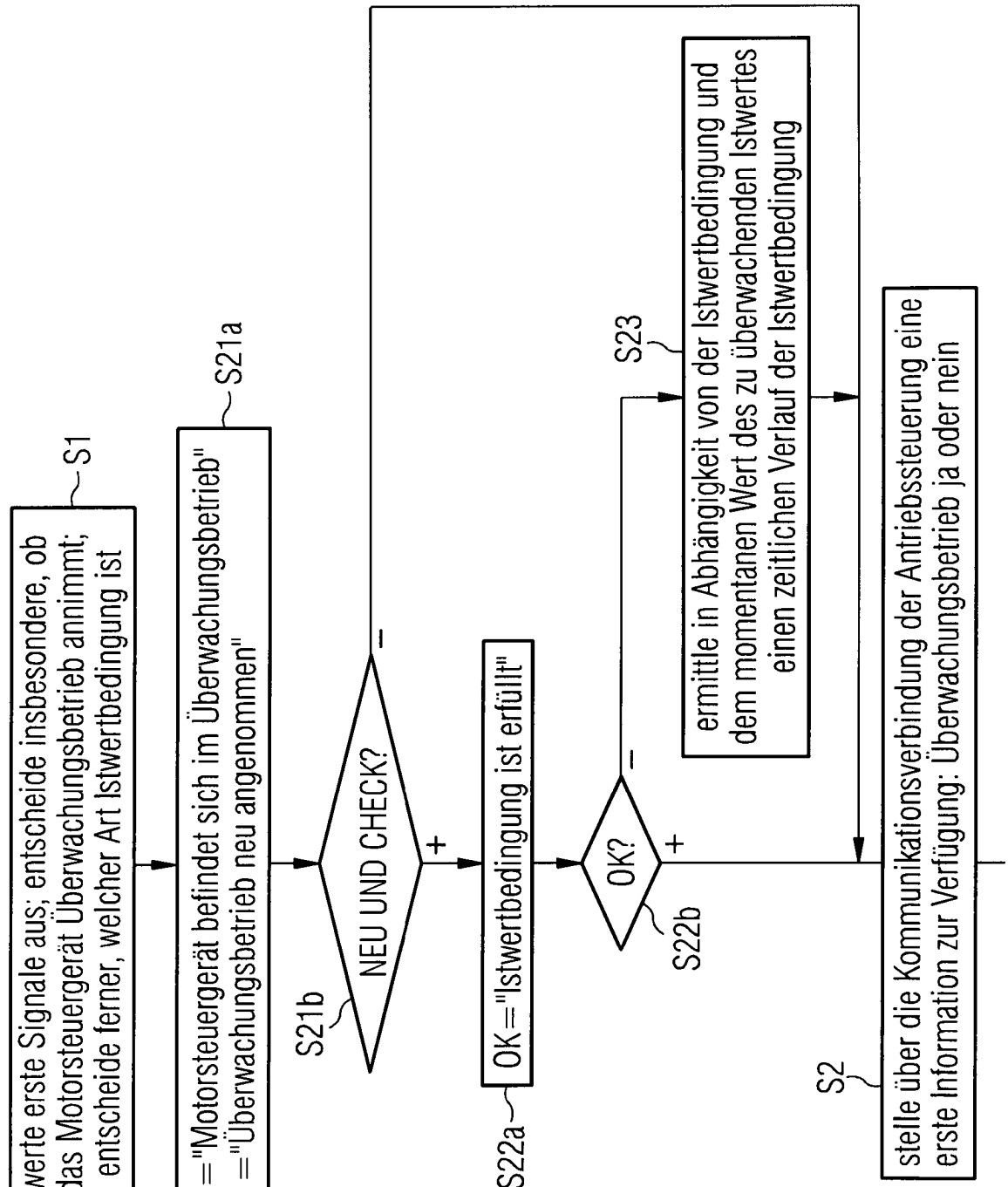


FIG 12


werte erste Signale aus; entscheide insbesondere, ob das Motorsteuergerät Überwachungsbetrieb annimmt; entscheide ferner, welcher Art Istwertbedingung ist
S1
CHECK="Motorsteuergerät befindet sich im Überwachungsbetrieb"
NEU ="Überwachungsbetrieb neu angenommen"
S21a
NEU UND CHECK?
S21b
+
-
OK="Istwertbedingung ist erfüllt"
S22a
OK?
S22b
+
-
ermittle in Abhängigkeit von der Istwertbedingung und dem momentanen Wert des zu überwachenden Istwertes einen zeitlichen Verlauf der Istwertbedingung
S23
stelle über die Kommunikationsverbindung der Antriebssteuerung eine erste Information zur Verfügung: Überwachungsbetrieb ja oder nein
S2