



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
16.12.1998 Patentblatt 1998/51

(51) Int. Cl.⁶: H02P 21/00

(21) Anmeldenummer: 98109880.9

(22) Anmeldetag: 29.05.1998

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU
MC NL PT SE
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL LT LV MK RO SI

(71) Anmelder:
SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT
80333 München (DE)

(72) Erfinder:
• Birk, Gunther, Dipl.-Ing. (TH)
91054 Erlangen (DE)
• Holl, Eugen, Dipl.-Ing. (FH)
90579 Langenzenn (DE)

(30) Priorität: 12.06.1997 DE 19724946

(54) **Verfahren und Vorrichtung zur Regelung einer geberlosen, feldorientiert betriebenen Asynchronmaschine**

(57) Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Regelung einer geberlosen, feldorientiert betriebenen Asynchronmaschine, wobei mittels eines Zweikomponenten-Stromregelverfahrens ein Stellgrößen-Raumzeiger ($\underline{u}_s, \underline{i}_s$) und eine Ständerfrequenz (ω_s) berechnet werden, aus denen mittels eines Raumzeiger-Modulationsverfahrens Ansteuersignale (S_1, \dots, S_6) bestimmt werden. Erfindungsgemäß wird bei einer aus einer in Abhängigkeit einer ermittelten d-Komponente (e_d) eines berechneten EMK-Raumzeigers (\underline{e}) und einer berechneten Schlupffrequenz (ω_r) ermittelten Ständerfrequenz (ω_s) kleiner gleich einer ersten Grenzfrequenz (f_1) ein PI-Regler (38) einer EMK-Regelung (14) für die d-Komponente (e_d) eines berechneten EMK-Raumzeigers (\underline{e}) der feldorientierten Regelung (2) deaktiviert und sein Ausgangssignal stetig zu Null gesetzt. Somit wird ermöglicht, daß dieses Verfahren zur Drehzahlregelung einer geberlosen, feldorientiert betriebenen Asynchronmaschine bis zum Stillstand benutzt werden kann.

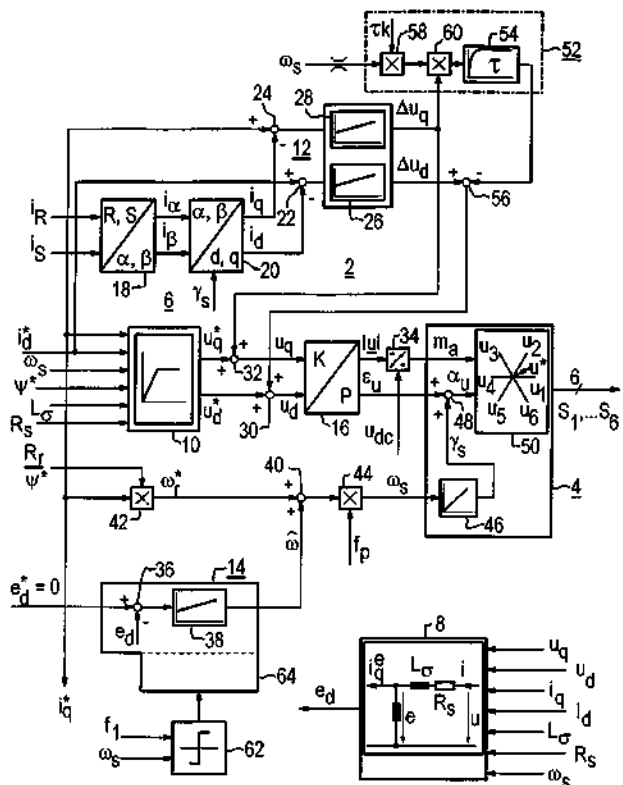


FIG 1

Beschreibung

Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Regelung einer geberlosen, feldorientiert betriebenen Asynchronmaschine.

Aus der WO 95/03649 ist eine Zweikomponenten-Stromregelung mit einem Raumzeiger-Modulator für eine pulswechselrichtergespeiste Induktionsmaschine bekannt. Diese feldorientierte Regelung weist eine eingangsseitige Transformatoranordnung, einen EMK-Rechner, ein Vorsteuernetzwerk, einen Stromregelkreis, eine aktive Strom-Regelung und einen ausgangsseitigen Koordinatenwandler auf. Der eingangsseitigen Transformationseinrichtung werden zwei gemessene Phasenströme zugeführt, aus denen mit Hilfe eines Flußwinkels kathetische feldorientierte Ist-Stromkomponenten generiert werden. Diese Ist-Stromkomponenten werden einerseits dem Strom-Regelkreis und andererseits dem EMK-Rechner zugeführt. Diesem EMK-Rechner werden außerdem die Soll-Spannungskomponenten, die Parameter der Induktionsmaschine (Ständerwiderstand R_s , Streuinduktivität L_{σ}) und die Ständerfrequenz ω_s zugeführt. Ausgangsseitig ist dieser EMK-Rechner mit einem Istwert-Eingang der aktiven Strom-Regelung verknüpft, wobei am Sollwert-Eingang dieser Regelung eine feldorientierte drehmomentbildende Soll-Stromkomponente ansteht. Das Ausgangssignal dieser aktiven Strom-Regelung wird als Drehzahlkorrektur einer berechneten Schlupffrequenz verwendet, der mit einem gemessenen Drehzahl-Istwert zu einer Ständerfrequenz aufaddiert wird. Der Strom-Regelkreis weist für jede feldorientierte Stromkomponente einen Vergleicher mit nachgeschalteten Regler auf, wobei an den invertierenden Eingängen jeweils ein Ausgangssignal der eingangsseitigen Transformatoranordnung und an den nichtinvertierenden Eingängen jeweils eine feldorientierte Soll-Stromkomponente anstehen. Die Ausgänge dieses Strom-Regelkreises sind mit den Ausgängen des Vorsteuernetzwerks verbunden, wobei eingangsseitig diesem Vorsteuernetzwerk die Soll-Stromkomponenten, die Parameter "Ständerwiderstand", "Streuinduktivität" und "Hauptinduktivität" zugeführt sind. Das Summensignal, bestehend aus feld-orientierten Vorsteuergrößen und Reglern-Stellgrößen, auch als feldorientierte Stellgröße genannt, wird dem ausgangsseitigen Koordinatenwandler zugeführt, der diese kathetischen Komponenten in polare Komponente wandelt. Diese polaren Stellgrößen-Komponenten, auch Spannungskomponenten genannt, und die Ständerfrequenz werden dem Raumzeiger-Modulator zugeführt, an dessen Ausgänge Ansteuersignale für den Pulswechselrichter anstehen.

Bei dieser feldorientierten Regelung mit Geber wird die aktive Strom-Regelung zur Korrektur der Schlupffrequenz und zur Parameteradaption (Rotorwiderstand) benutzt. Die Schlupffrequenz wird dabei berechnet aus der drehmomentbildenden Soll-Stromkomponente und einem Quotient aus Rotorwiderstand und Soll-Fluß.

Diese beiden Signale werden miteinander multipliziert, wobei das Produkt gleich der Schlupffrequenz ist. Da der Parameter "Rotorwiderstand" temperaturabhängig ist, ändert sich die Schlupffrequenz proportional zum Parameter "Rotorwiderstand". Mittels dieser aktiven Strom-Regelung kann die korrekte Schlupffrequenz bestimmt und damit maximales Drehmoment erreicht werden.

Diese Regelungsstruktur hat sich auch bei einer geberlosen Induktionsmaschine bewährt. In der feldorientierten Regelung ohne Geber wird anstelle einer aktiven Strom-Regelung eine EMK-Regelung verwendet, deren Isteingang mit einem d-Komponenten-Ausgang eines EMK-Rechners der feldorientierten Regelung verknüpft ist. Der Integralanteil des PI-Reglers dieser EMK-Regelung bildet die Drehzahl inklusiv der Schlupffrequenzkorrektur ab. Die Korrektur der Schlupffrequenz ist im Betrag bereits bei kleinen Drehzahlen vernachlässigbar. Dadurch liefert die EMK-Regelung im mittleren und hohen Drehzahlbereich einen guten Schätzwert für die Drehzahl.

Der EMK-Rechner, mit dem in Abhängigkeit der Ist-Stromkomponenten, der Soll-Spannungskomponenten und der Maschinenparametern ein EMK-Istraumzeiger berechnet wird, benutzt das sogenannte "Spannungsmodell". Da dieses Spannungsmodell bei sehr kleinen Frequenzen wegen dem kleinen Betrag der Motorspannung sehr ungenau arbeitet, ist im Bereich um die Drehzahl Null ein feldorientierter Betrieb nicht ohne weiteres möglich. Bei Frequenz Null läßt sich dieses Verfahren nicht mehr anwenden. Insbesondere ein Reversieren ohne unerwünschte Momentenänderungen ist sehr schwierig durchführbar. Außerdem müssen Strategien zum Anfahren aus dem Stillstand und zur Verzögerung bis zum Stillstand gefunden werden.

Zur Zeit sind verschiedene Verfahren zur Realisierung des geberlosen Betriebes von Asynchronmaschinen bekannt. Im mittleren und oberen Drehzahlbereich kann der geberlose Betrieb mit den klassischen Methoden der feldorientierten Regelung zufriedenstellend realisiert werden. Für kleine Frequenzen existieren verschiedene Lösungsansätze.

Aus dem Aufsatz "Feldorientierung der geberlosen Drehfeldmaschine", abgedruckt in der DE-Zeitschrift "etz", Heft 21, 1995, Seiten 14 bis 23, ist ein Verfahren zur sensorlosen Feldorientierung von Drehfeldmaschinen bis zur Frequenz Null bekannt. Bei diesem Verfahren werden dynamische Stromsignale in der flußbildenden Stromkomponente des Statorstromes aufgeschaltet. Eine solche Aufschaltung hat dynamisch einen geringen Einfluß auf das entwickelte Drehmoment; stationär arbeitet das Modell einwandfrei. In den gemessenen Motorspannungen und -strömen wird die Wirkung dieser Anregung gemessen. Durch die Sättigungseigenschaften der Läuferstreuung kann die Lage der Rotorflußachse geschätzt werden, wodurch die Feldorientierung gewährleistet ist. Dieses Verfahren muß im oberen Drehzahlbereich durch eine geeignete

feldorientierte Regelung abgelöst werden, da es nur im Sättigungsbereich der Läuferstreuung angewendet werden kann und außerdem eine ausreichende Spannungsreserve für die Umschaltung des Testsignals benötigt. Grundsätzlich muß die verwendete Maschine ein ausgeprägtes Sättigungsverhalten der Läuferströme aufweisen. Die Realisierung dieses Verfahrens ist wegen der auftretenden Vektortransformation sehr aufwendig und damit sehr rechenzeitintensiv.

Im Aufsatz "High-Dynamic AC maschine control without speed or position sensor", abgedruckt in der Zeitschrift "ETEP", vol. 6, No. 1, Januar/Februar 1996, Seiten 47 bis 51, ist ein Verfahren angegeben, wobei das Spannungsmodell der Maschine durch das Strommodell bei kleinen Frequenzen unterstützt wird. Die Dynamik dieses Modells ist durch die Rotorzeitkonstante der Maschine begrenzt. Außerdem liefert das Strommodell nicht den für die Orientierung wichtigen Flußwinkel, sondern nur die Amplitude des Rotorflusses. Damit eignet es sich in dem genannten Ansatz nur als Beobachter zur Parameternachführung für das Spannungsmodell. Damit kann man sich prinzipiell dem Nullpunkt nähern und die Auswirkungen von thermisch bedingten Schwankungen des Statorwiderstandes eliminieren.

Der Erfindung liegt nun die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Regelung einer geberlosen, feldorientiert betriebenen Asynchronmaschine anzugeben, bei dem dieser Antrieb bis zum Stillstand verzögert werden kann.

Eine weitere Aufgabe besteht darin, diese geberlose, feldorientiert betriebene Asynchronmaschine aus dem Stillstand anzufahren.

Außerdem soll das erfindungsgemäße Verfahren derart weitergebildet werden, damit ein Reversieren ohne unerwünschte Momentenänderungen möglich wird.

Die erste Aufgabe wird erfindungsgemäß mit den Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst.

Basierend auf eine feldorientierte Regelung mit einer EMK-Regelung und einer Vorsteuerung wird bei einer aus einer in Abhängigkeit einer ermittelten d-Komponente eines berechneten EMK-Raumzeigers und einer berechneten Schlupffrequenz ermittelten Ständerfrequenz kleiner gleich einer ersten Grenzfrequenz der PI-Regler dieser EMK-Regelung deaktiviert und sein Ausgangssignal stetig zu Null gesetzt. Der Wert der ersten Grenzfrequenz ist dabei sehr viel kleiner als der Nennschlupf der geberlosen, feldorientiert betriebenen Asynchronmaschine. Bei Ständerfrequenzen kleiner gleich dieser ersten Grenzfrequenz liegt ein Betrieb mit sehr kleinem Momenten-Sollwert vor, der einem Losbrechmoment einer Antriebskonfiguration entspricht, womit keine merkliche Einbuße durch das deaktivieren des EMK-Reglers mit verzögerter Nullsetzung seines Integralanteils spürbar wird.

Bei einem vorteilhaften Verfahren wird das Ausgangssignal des EMK-Reglers bei einer ermittelten

Ständerfrequenz größer der ersten Grenzfrequenz abhängig von einer Solldrehrichtung einseitig auf Null begrenzt. Somit werden für eine positive Solldrehrichtung nur positive Schätzwerte (Ausgangssignal) des PI-Reglers der EMK-Regelung zur Ermittlung der Ständerfrequenz weitergeleitet. Dadurch wird eine Fehlfunktion der EMK-Regelung in dem Bereich der ungenauen Spannungsberechnung vermieden.

Die Dynamik des PI-Reglers der EMK-Regelung und damit des Drehzahl-Schätzwertes ist aufgrund der realisierbaren Verstärkung begrenzt. Im belasteten Betrieb der Maschine ist die Dynamik bei weitem ausreichend. Sie wird bestimmt durch das resultierende Trägheitsmoment am Motorantrieb (Trägheitsmomente des Getriebes, Steigung, Antriebsmasse ...).

Um starke Fehlorientierungen bei Lastabwurf durch unzureichende Dynamik des PI-Reglers der EMK-Regelung zu vermeiden, wird gemäß einem weiteren vorteilhaften Verfahren die drehmomentbildende Soll-Stromkomponente in Abhängigkeit einer ermittelten Abweichung eines Beschleunigungs-Istwertes von einem Beschleunigungs-Sollwertes begrenzt. Dieser Wert kann so gesetzt werden, daß die Beschleunigungsbegrenzung nur für nicht reguläre Betriebspunkte im Eingriff ist.

Mittels dieser beschriebenen Verfahren wird ein einwandfreies Anfahren und ein Betrieb im gesamten Drehzahlbereich ermöglicht. Im Bremsbetrieb bei Fahrzeugen wird das Bremsmoment in Abhängigkeit von der Drehzahl bis zum Stillstand des Fahrzeugs auf Null reduziert, um ein sanftes Anhalten zu gewährleisten. Somit ermöglicht das erfindungsgemäße Verfahren auch diesen Anwendungsfall.

Bei einer dynamischen Drehrichtungsumkehr (Reversieren im Betrieb) ist die Beherrschung des Nulldurchgangs der Ständerfrequenz mit gegebenem Moment erforderlich. Mit dem bisher erläuterten Verfahren kann dieser Betrieb nur unzureichend bewerkstelligt werden.

Die dritte Aufgabe, nämlich ein Reversieren ohne unerwünschte Momentenänderungen, wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß mit der eingangs beschriebenen feldorientierten Regelung bei Umkehrung der Soll-Drehrichtung ab einer zweiten Grenzfrequenz, deren Wert größer ist als der Wert der ersten Grenzfrequenz, die Drehzahl Null gesteuert durchfahren wird, wobei die Modelldrehzahl in Abhängigkeit des bei der zweiten Grenzfrequenz ermittelten Beschleunigungs-Istwertes verändert wird.

Dadurch, daß das Ausgangssignal des PI-Reglers der EMK-Regelung innerhalb des Drehzahlbereichs zwischen dem positiven und dem negativen Wert der zweiten Grenzfrequenz in Abhängigkeit eines zum Zeitpunkt dieser Grenzfrequenz ermittelten Beschleunigungs-Istwertes gesteuert wird, wird die Ständerfrequenz mit einem gegebenen Moment durch Null geführt.

Bei einem vorteilhaften Verfahren werden während des gesteuerten Drehzahl-Nulldurchgangs Sollwertän-

derungen in der Momentenvorgabe in äquivalente Beschleunigungs-Istwerte umgerechnet. Somit können auch Momentenänderungen während dieses Betriebes realisiert werden.

Zur weiteren Erläuterung der Erfindung wird auf die Zeichnung Bezug genommen, in der mehrere Ausführungsformen der Vorrichtung zur Durchführung der erfindungsgemäßen Regelung für eine geberlose, feldorientiert betriebenen Asynchronmaschine schematisch veranschaulicht sind.

- FIG 1 zeigt ein Blockschaltbild einer ersten Ausführungsform der Vorrichtung zur Durchführung der erfindungsgemäßen Drehzahlregelung, wobei in den
- FIG 2 und 3 jeweils ein Blockschaltbild einer zweiten und dritten Ausführungsform der Vorrichtung zur Durchführung der erfindungsgemäßen Drehzahlregelung dargestellt sind, in der
- FIG 4 ist in einem Diagramm über der Zeit t eine gemessene Geschwindigkeit und eine berechnete Modellgeschwindigkeit dargestellt, die
- FIG 5 zeigt in einem Diagramm über der Zeit t die Verläufe der drehmomentbildenden und der flußbildenden Ist-Stromkomponente der geberlosen, feldorientiert betriebenen Asynchronmaschine, in der
- FIG 6 ist der Verlauf des Beschleunigungs-Istwertes in einem Diagramm über der Zeit t dargestellt und in der
- FIG 7 ist in einem Diagramm über der Zeit t der Verlauf eines errechneten Drehmoments und einer gemessenen Geschwindigkeit veranschaulicht.

Die FIG 1 zeigt ein Blockschaltbild einer Vorrichtung zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens zur Regelung einer geberlosen, feldorientiert betriebenen Asynchronmaschine. Diese Vorrichtung ist unterteilt in einer feldorientierten Regelung 2 und einem Raumzeiger-Modulator 4. Die feldorientierte Regelung 2 weist eine eingangsseitige Transformationseinrichtung 6, einen EMK-Rechner 8, ein Vorsteuernetzwerk 10, einen Stromregelkreis 12, eine EMK-Regelung 14 und einen ausgangsseitigen Koordinatenwandler 16 auf. Mittels der eingangsseitigen Transformationseinrichtung 6, die einen Koordinatenwandler 18 und einen Vektordreher 20 aufweist, und einer ermittelten Flußlage γ_s werden die gemessenen Phasenströme i_r und i_s in eine fluß- und drehmomentbildende Ist-Stromkomponente i_d und i_q transformiert. Diese Ist-Stromkomponenten i_d und i_q werden jeweils einem Vergleichler 22 und 24 des Stromregelkreises 12 zugeführt, an deren nichtinvertierenden Eingängen jeweils eine Soll-Stromkomponente i_d^* und i_q^* anstehen. Ausgangsseitig ist der Vergleichler 22 bzw. 24 mit einem Stromregler 26 bzw.

28 verknüpft, der ausgangsseitig mit einem Addierer 30 bzw. 32 verbunden ist. Diese Stromregler 26 und 28 werden von dem Vorsteuernetzwerk 10 dadurch unterstützt, daß dieses Vorsteuernetzwerk 10 in Abhängigkeit von Soll-Stromkomponenten i_d^* und i_q^* , von Parametern der Asynchronmaschine (Ständerwiderstand R_s , Streuinduktivität L_σ), einer ermittelten Ständerfrequenz ω_s und einem Soll-Fluß Ψ^* Vorsteuergrößen u_d^* und u_q^* berechnet, die jeweils dem Addierer 30 bzw. 32 zugeführt werden. Somit müssen die Stromregler 26 und 28 an ihren Ausgängen nurmehr die Spannung Δu_d und Δu_q , auch als Regler-Stellgrößen bezeichnet, liefern, die vom Vorsteuernetzwerk 10 nicht ermittelt werden, beispielsweise dynamische Anteile, Fehler etc... Die Ausgänge der beiden Addierer 30 und 32 werden dem ausgangsseitigen Koordinatenwandler 16 zugeführt. Mit diesem Koordinatenwandler 16 werden die kathesischen Komponenten u_d und u_q des Stellgrößen-Raumzeigers \underline{u} in polare Komponenten $|\underline{u}|$ und ε_u gewandelt. Die Betragskomponente $|\underline{u}|$ wird mittels eines Dividierers 34, an dessen zweiten Eingang eine Eingangsgröße u_{dc} des Pulswechselrichters ansteht, normiert. Die Ausgangsgröße m_a ist der Aussteuerwert des Pulswechselrichters. Der Dividierer 34 kann auch Bestandteil des Raumzeiger-Modulators 4 sein. Die kathesischen Stellgrößen-Komponenten u_d und u_q und die Ist-Stromkomponenten i_d und i_q werden dem EMK-Rechner 8 zugeführt, dem ebenfalls die Maschinenparameter Ständerwiderstand R_s und Streuinduktivität L_σ und die ermittelte Ständerfrequenz ω_s zugeführt sind. Am Ausgang dieses EMK-Rechners 8 steht eine d-Komponente e_d eines EMK-Raumzeigers \underline{e} an. Da bei einer korrekten Feldorientierung der EMK-Raumzeiger \underline{e} nur eine Komponente e_q in der q-Achse des mit der Ständerfrequenz ω_s rotierenden d-,q-Koordinatensystem aufweist, muß die d-Komponente $e_d = 0$ sein. Diese d-Komponente e_d wird der EMK-Regelung 14 zugeführt, an deren zweitem Eingang die Soll-d-Komponente e_d^* ansteht, die Null ist. Diese EMK-Regelung 14 weist einen Vergleichler 36 und einen PI-Regler 38 auf.

In dieser feldorientierten Regelung 2 ohne Geber bildet der Imaginarteil des PI-Reglers 38 der EMK-Regelung 14 einen Schätzwert $\hat{\omega}$ der Geschwindigkeit des Asynchronmotors. Dieser Schätzwert $\hat{\omega}$ wird mittels eines Addierers 40 zu einem berechneten Schlupffrequenz-Sollwert ω_r^* addiert. Dieser berechnete Schlupffrequenz-Sollwert ω_r^* steht am Ausgang eines Multiplizierers 42 an, an dessen Eingängen eine drehmomentbildende Soll-Stromkomponente i_q^* und ein Quotient aus Rotorwiderstand R_r und Soll-Fluß Ψ^* anstehen. Die Ständerfrequenz ω_s ist die Summe dieses berechneten Schlupffrequenz-Sollwertes ω_r^* und des Schätzwertes $\hat{\omega}$, wobei die Ständerfrequenz ω_s mittels eines Multiplizierers 44, an dessen zweiten Eingang die Polpaarzahl f_p des Motors ansteht, womit die Umrechnung der mechanischen Drehzahl auf die elektrische Ständerfrequenz ω_s erfolgt.

Diese Ständerfrequenz ω_s wird ebenfalls im Raumzeiger-Modulator 4 zugeführt. Dieser Raumzeiger-Modulator 4 weist einen Winkelintegrator 46, einen Addierer 48 und eine Recheneinheit 50 auf. Mittels des Winkelintegrators 46 und der Ständerfrequenz ω_s wird der Flußwinkel γ_s im ständerorientierten Koordinatensystem ermittelt, die zur Lage ε_u des Stellgrößen-Raumzeigers \underline{u} im flußorientierten Koordinatensystem addiert wird. Als Summe dieser beiden Winkel γ_s und ε_u erhält man die Lage α_u des Stellgrößen-Raumzeigers \underline{u} im ständerorientierten Koordinatensystem. Aus den Signalen m_a (Aussteuerwert) und α_u (Lage des Stellgrößen-Raumzeigers \underline{u}) werden mittels der Recheneinheit 50 die Ansteuersignale $S_{1...6}$ für den Pulswechselrichter bestimmt.

Die bisher beschriebene feldorientierte Regelung 2 ist für eine Induktionsmaschine aus der eingangs genannten WO 95/03649 bekannt. Das Regelverfahren, daß mit dieser feldorientierten Regelung 2 durchgeführt wird, ist das Zweikomponenten-Stromregelverfahren. In dieser WO 95/03649 wird auf die Veröffentlichung verwiesen, die sich auf die Recheneinheit 50 bzw. auf das Vorsteuernetzwerk 10, das auch als Entkopplungsnetzwerk bezeichnet wird, beziehen.

Diese Zweikomponenten-Stromregelung ist um einen Querzweig 52 erweitert, der die Regler-Stellgröße Δu_q des Stromreglers 28 über ein Verzögerungsglied 54 auf die Regler-Stellgröße Δu_d des Stromreglers 26 mittels eines Addierers 56 aufschaltet. Den Eingängen dieses Querzweiges 52 ist jeweils ein Multiplizierer 58 und 60 nachgeschaltet, wobei am zweiten Eingang des ersten Multiplizierers 58 Kooffizienten τ und k und am zweiten Eingang des zweiten Multiplizierers 60 die Frequenzgröße des ersten Multiplizierers 58 anstehen, und wobei der Ausgang des zweiten Multiplizierers 60 mit dem Verzögerungsglied 54 verbunden ist. Durch die Einführung dieses Querzweiges wird erreicht, daß der Ausgang des Stromreglers 28 nicht nur die Wirkspannung verändert (wie bei der Zweikomponenten-Stromregelung), sondern über die Änderung der Blindspannung auch eine Drehung des Spannungszeigers bewirkt (wie bei der Wirkstromregelung). Gleichzeitig läßt sich durch diesen Querzweig 52 erreichen, daß eine Änderung der Regler-Stellgröße Δu_q den Blindstrom nicht beeinflusst, die Regelkreise also entkoppelt sind. Die für die Zweikomponenten-Regelung typischen langsamen Ausgleichsvorgänge bei verstimmteten Vorsteuernetzwerk 10 treten daher nicht mehr auf. Für eine ideale Entkopplung wird die Zeitkonstante τ des Verzögerungsgliedes 54 gleich der Kurzschlußzeitkonstante des Motors gewählt und die Verstärkung k proportional zur Ständerfrequenz veränderbar gemacht. Dieser Querzweig 52 ist aus der EP 0 633 653 A1 bekannt und dort ausführlich beschrieben, so daß an dieser Stelle nicht näher darauf eingegangen werden muß.

Diese feldorientierte Regelung 2 weist noch einen Komparator 62 auf, der ausgangsseitig mit einer Vor-

richtung 64 zur Deaktivierung des PI-Reglers 38 der EMK-Regelung 14 und zur verzögerten Herabsetzung des Integralanteils dieses PI-Reglers 38 auf Null, verknüpft ist. Diese Vorrichtung 64 ist Bestandteil der EMK-Regelung 14. An den Eingängen des Komparators 62 stehen eine erste Grenzfrequenz f_1 und die ermittelte Ständerfrequenz ω_s an. Sobald die Ständerfrequenz ω_s kleiner gleich der ersten Grenzfrequenz f_1 ist, wird die Vorrichtung 64 aktiviert. Diese Vorrichtung 64 deaktiviert den PI-Regler 38 der EMK-Regelung 14 und setzt seinen Integralanteil verzögert auf Null. Dadurch wird der Schätzwert $\hat{\omega}$ und damit die Ständerfrequenz ω_s sanft zu Null. Als erste Grenzfrequenz f_1 wird ein Wert weit unterhalb der Nennschlupffrequenz ω_{rn}^* ($f_1 \leq 30\% \cdot \omega_{rn}^*$) vorbestimmt.

Durch diese Ergänzung der feldorientierten Regelung 2 einer geberlosen, feldorientiert betriebenen Asynchronmaschine kann nun diese Asynchronmaschine bis zum Stillstand sanft verzögert werden. Außerdem kann diese Asynchronmaschine wieder aus dem Stillstand anfahren. Beim Anfahren aus dem Stillstand bis zur ersten Grenzfrequenz f_1 ist die EMK-Regelung 14 gesperrt, so daß die Ständerfrequenz ω_s gleich der berechneten Schlupffrequenz ω_r^* ist. Bei Überschreitung der ersten Grenzfrequenz f_1 wird die Vorrichtung 64 wieder deaktiviert, so daß der PI-Regler 38 der EMK-Regelung 14 wieder aktiv ist.

Der FIG 2 ist ein Blockschaltbild einer zweiten Ausführungsform der Vorrichtung zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens zur Regelung einer geberlosen, feldorientiert betriebenen Asynchronmaschine dargestellt. Diese Ausführungsform unterscheidet sich von der Ausführungsform gemäß FIG 1 dadurch, daß der EMK-Regelung 14 eine Einrichtung 66 zur Begrenzung des Ausgangssignals $\hat{\omega}$ des PI-Reglers 38 der EMK-Regelung 14 nachgeschaltet ist. Diese Einrichtung 66 ist ebenfalls eine Soll-Drehrichtung S_{dir}^* zugeführt. Außerdem ist ein weiterer Eingang dieser Einrichtung 66 mit einem Ausgang einer Umrechnungs-Einrichtung 74 verknüpft, die einseitig mit einem d-Ausgang des EMK-Rechners 8 verbunden ist. Am Ausgang dieser Umrechnungs-Einrichtung 74 steht ein Beschleunigungs-Istwert S_{acc} an, der aus der d-Komponente e_d eines berechneten EMK-Raumzeigers \underline{e} bestimmt ist. Aus Übersichtlichkeitsgründen sind der Komparator 62 und die Vorrichtung 64, die bevorzugt Bestandteile der EMK-Regelung 14 sind, hier nicht explizit dargestellt. Mittels der Einrichtung 66 wird der Schätzwert $\hat{\omega}$ der EMK-Regelung 14 einseitig auf Null begrenzt. Welcher Schätzwert $\hat{\omega}$ begrenzt wird, hängt von der Soll-Drehrichtung S_{dir}^* ab. Für eine positive Soll-Drehrichtung S_{dir}^* werden nur positive Werte des Schätzwertes $\hat{\omega}$ weitergeleitet. Dadurch wird erreicht, daß, nachdem der PI-Regler 38 der EMK-Regelung 14 wieder aktiv ist, Fehler der EMK-Regelung 14 infolge der noch ungenauen Spannungsberechnung nicht zur Bestimmung der Ständerfrequenz ω_s weiterverwendet werden.

Die Dynamik des PI-Reglers 38 der EMK-Regelung 14 und damit der Schätzwert $\hat{\omega}$ ist aufgrund der realisierbaren Verstärkung begrenzt. Im belasteten Betrieb der Asynchronmaschine ist die Dynamik dieser EMK-Regelung 14 bei weitem ausreichend. Sie wird bestimmt durch das resultierende Trägheitsmoment am Motorabtrieb (Trägheitsmoment des Getriebes, Steigung, Fahrzeugmasse ...).

Damit bei Laständerung nahe der Frequenz Null durch die unzureichende Dynamik des PI-Reglers 38 der EMK-Regelung 14 keine starken Fehlorientierungen der Regelung entsteht, ist dieser Einrichtung 66 gemäß der FIG 3 ein Beschleunigungs-Istwert S_{acc} zugeführt. Diese FIG 3 zeigt eine vorteilhafte Ausführungsform der Vorrichtung zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens zur Regelung einer geberlosen, feldorientiert betriebenen Asynchronmaschine. Außerdem ist dieser Beschleunigungs-Istwert S_{acc} einer Beschleunigungs-Regeleinrichtung 68 zugeführt, die ausgangsseitig über eine Begrenzereinrichtung 70 mit einem Addierer 72 verknüpft ist. Der Beschleunigungs-Istwert S_{acc} wird mittels einer Umrechnungs-Einrichtung 74 aus der d-Komponente e_d des EMK-Raumzeigers e bestimmt.

Die Beschleunigungs-Regeleinrichtung 68 weist einen Betragsbildner 76, einen Vergleicher 78 und einen PI-Regler 80 auf. Der Betragsbildner 76 ist eingangsseitig angeordnet, dem eingangsseitig der ermittelte Beschleunigungs-Istwert S_{acc} zugeführt ist. Ausgangsseitig ist dieser Betragsbildner 76 mit einem invertierenden Eingang des Vergleichers 78 verbunden. Ausgangsseitig ist dieser Vergleicher 78 mit dem PI-Regler 80 der Beschleunigungs-Regeleinrichtung 68 verbunden. Am nichtinvertierenden Eingang des Vergleichers 78 steht ein Betrag $|S_{acc}^*|$ eines Beschleunigungs-Grenzwertes S_{acc}^* an. Der Ausgang des PI-Reglers 80 ist über der Begrenzereinrichtung 70 mit dem Addierer 72 verbunden, an dessen zweiten Eingang eine drehmomentbildende Soll-Stromkomponente i_q^* ansteht. Der Ausgang dieses Addierers 72 ist einerseits mit einem Eingang der Einrichtung 66 und andererseits mit den Bauelementen 42,10 und 24 dieser feldorientierten Regelung 2 verbunden.

Aus dem ermittelten Beschleunigungs-Istwert S_{acc} wird mittels des Betragsbildners 76 der Beschleunigungs-Regeleinrichtung 68 der Betrag $|S_{acc}|$ gebildet, der mittels des Vergleichers 78 mit dem Betrag $|S_{acc}^*|$ eines Beschleunigungs-Grenzwertes S_{acc}^* verglichen wird. Solange der Beschleunigungs-Betrags-Istwert $|S_{acc}|$ kleiner ist als der Beschleunigungs-Betrags-Grenzwert $|S_{acc}^*|$, wird eine positive Ausgangsspannung des PI-Reglers 80 wegen der Begrenzereinrichtung 70 nicht zum Addierer 72 weitergeleitet. Ist der Beschleunigungs-Betrags-Istwert $|S_{acc}|$ größer als der Beschleunigungs-Betrags-Grenzwert $|S_{acc}^*|$, so wird die drehmomentbildende Soll-Stromkomponente i_q^* solange vermindert, bis der Beschleunigungs-Betrags-Istwert $|S_{acc}|$ gleich dem Beschleunigungs-Betrags-

Grenzwert $|S_{acc}^*|$ ist.

Mit dieser Beschleunigungs-Regeleinrichtung 68 wird erreicht, daß bei Lastabwurf durch die unzureichende Dynamik des PI-Reglers 38 der EMK-Regelung 14 starke Fehlorientierung dieser Regelung 2 vermieden werden.

Dem Blockschaltbild gemäß der FIG 3 ist ebenfalls zu entnehmen, daß der Einrichtung 66 zur Begrenzung des Ausgangssignals $\hat{\omega}$ des PI-Reglers 38 der EMK-Regelung 14 außerdem der Beschleunigungs-Istwert S_{acc} und die drehmomentbildenden Soll-Stromkomponente i_q^* zugeführt sind. Ferner ist dieser Einrichtung 66 noch eine zweite Grenzfrequenz f_2 zugeführt, deren Wert größer ist als der Wert der ersten Grenzfrequenz f_1 .

Da die feldorientierte Regelung 2 mittels eines Mikroprozessors realisiert ist, werden die Bauelemente 62, 64, 66, 68, 70, 72 und 74 ebenfalls durch diesen Mikroprozessor realisiert. D.h., daß die bestehende Software für die bekannte feldorientierte Regelung 2 durch wenigstens einem Zusatzprogramm erweitert wird. Zur Realisierung der Einrichtung 66 zur Begrenzung des Ausgangssignals $\hat{\omega}$ der EMK-Regelung 14 in Abhängigkeit der Eingangssignale S_{acc} , f_2 , und i_q^* weist diese Einrichtung 66 die Funktionsblöcke Komparator, Vorrichtung zur gesteuerten Veränderung des Schätzwertes $\hat{\omega}$ und Recheneinheit auf. Dem Komparator sind die ermittelte Ständerfrequenz ω_s und der Wert der zweiten Grenzfrequenz f_2 zugeführt. Das ausgangsseitige Komparatorsignal wird der Vorrichtung zur gesteuerten Veränderung des Schätzwertes $\hat{\omega}$ zugeführt, an deren zweiten Eingang ein Beschleunigungs-Istwert S_{acc} ansteht. Die Recheneinheit berechnet in Abhängigkeit des ermittelten Beschleunigungs-Istwertes $S_{acc}(f_2)$ zum Zeitpunkt der zweiten Grenzfrequenz f_2 und der drehmomentbildenden Soll-Stromkomponente i_q^* einen Trägheitsmomenten-Istwert, der der Vorrichtung zur gesteuerten Veränderung des Schätzwertes $\hat{\omega}$ zugeführt wird. Dieser neue Trägheitsmomenten-Istwert wird dann bei der Veränderung des Schätzwertes $\hat{\omega}$ verwendet, wenn während des gesteuerten Drehzahlnulldurchgangs Sollwertänderungen in der Momentenvorgabe auftreten. Mittels dieser Recheneinheit können diese Änderungen in der Momentenvorgabe in äquivalente Beschleunigungswerte umgerechnet werden.

Bei einer dynamischen Drehrichtungsumkehr, gekennzeichnet dadurch, daß sich das Vorzeichen der Soll-Drehrichtung S_{dir}^* ändert, wird, sobald die Ständerfrequenz ω_s diese zweite Grenzfrequenz f_2 unterschreitet, der zu diesem Zeitpunkt anstehende Trägheitsmomenten-Istwert festgehalten. In Abhängigkeit des Beschleunigungs-Istwertes $S_{acc}(f_2)$ wird der Schätzwert $\hat{\omega}$ der EMK-Regelung 14 derart gesteuert, daß der Nullpunkt durchfahren wird. Gemäß der neuen Soll-Drehrichtung S_{dir}^* wird die dieser Drehrichtung entgegengesetzte Begrenzenseite dynamisch zu Null begrenzt.

Wenn beispielsweise zu einem Zeitpunkt, zu dem

die Ständerfrequenz ω_s größer als der positive Wert der Grenzfrequenz f_2 und die Soll-Drehrichtung S_{dir}^* positiv ist, ein Revasiervorgang (dynamische Drehrichtungs-umkehr) einsetzt, so wechselt die Soll-Drehrichtung S_{dir}^* und die drehmomentbildende Soll-Stromkomponente i_{q1}^* die Vorzeichen. Dadurch wird die Ständerfrequenz ω_s mit dem Trägheitsmomenten-Istwert und einem Momenten-Sollwert vermindert. Wird die zweite Grenzfrequenz f_2 von der Ständerfrequenz ω_s unterschritten, so wird der zu diesem Zeitpunkt aktuelle Beschleunigungs-Istwert S_{acc} festgehalten. In Abhängigkeit dieses Beschleunigungs-Istwertes $S_{acc}(f_2)$ wird der Schätzwert $\hat{\omega}$ derart gesteuert, daß der Nullpunkt durchlaufen wird. Da das Vorzeichen der Soll-Drehrichtung S_{dir}^* negativ ist, wird die negative Begrenzung aufgehoben. Nachdem der negative Wert der Grenzfrequenz f_2 überschritten ist, wird die positive Begrenzung aktiviert.

Da der Beschleunigungs-Istwert $S_{acc}(f_2)$ sowohl die Information über die Trägheit am Abrieb als auch das momentane Drehmoment beinhaltet und während des gesteuerten Bereichs die Trägheit als konstant angenommen wird, treten in diesem gesteuerten Bereich keine unerwünschten Momentenänderungen auf. Aufgrund dieser Tatsache kann bei Sollwertänderungen in der Momentenvorgabe während des gesteuerten Drehzahl-Nulldurchgangs diese Momentenvorgabe realisiert werden. Dazu wird in Abhängigkeit der konstanten Trägheit und des neuen Drehmoments ein Beschleunigungswert errechnet, mit dem dann der Schätzwert $\hat{\omega}$ verändert wird.

In den FIG 4 bis 7 sind verschiedene Signalverläufe beim Anfahren, Reversieren und Bremsen für den geberlosen Betrieb einer feldorientiert betriebenen Asynchronmaschine veranschaulicht. Die Messungen sind bei unbelasteter Maschine mit maximalem Sollmoment durchgeführt und zeigen somit die größte auftretende Beschleunigung für den verwendeten Motor.

Mit dem erfindungsgemäßen Verfahren und deren vorteilhaften Ausgestaltungen erhält man eine feldorientierte Regelung der Drehzahl einer Asynchronmaschine ohne Geber, mit der bis zum Stillstand sanft verzögert und aus diesem Stillstand angefahren werden kann. Außerdem wird ein Reversieren ohne unerwünschte Momentenänderungen ermöglicht.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Regelung einer geberlosen, feldorientiert betriebenen Asynchronmaschine, wobei mittels einer Zweikomponenten-Stromregelung ein feldorientierter Stellgrößen-Raumzeiger ($|\underline{u}|, \varepsilon_u$) generiert wird, wobei mittels eines EMK-Rechners (8) eine d-Komponente (e_d) eines berechneten EMK-Raumzeigers ($|\underline{e}|$) ermittelt wird, wobei in Abhängigkeit dieser d-Komponente (e_d) mittels einer EMK-Regelung (14) mit einem PI-Regler (38) ein Schätzwert ($\hat{\omega}$) der Geschwindigkeit der Asyn-

chronmaschine ermittelt wird, der mit einer errechneten Schlupffrequenz (ω_r) zu einer Ständerfrequenz (ω_s) aufaddiert wird, wobei die Ständerfrequenz (ω_s) bzw. der aus ihr errechnete Flußwinkel (γ_s) zur Transformation des feldorientierten Stellgrößen-Raumzeigers ($|\underline{u}|, \varepsilon_u$) in einem ständerorientierten Stellgrößen-Raumzeiger ($|\underline{u}|, \alpha_u$) dient, aus dem Ansteuersignale ($S_{1...6}$) bestimmt werden und wobei bei einer Ständerfrequenz (ω_s) kleiner gleich einer ersten Grenzfrequenz (f_1) der PI-Regler (38) deaktiviert und sein Ausgangssignal ($\hat{\omega}$) stetig zu Null gesetzt wird, wobei die erste Grenzfrequenz (f_1) sehr viel kleiner ist als ein Nennschlupf (s_n) der geberlosen, feldorientiert betriebenen Asynchronmaschine.

2. Verfahren nach Anspruch 1, wobei das Ausgangssignal ($\hat{\omega}$) der EMK-Regelung (14) bei einer Ständerfrequenz (ω_s) größer der ersten Grenzfrequenz (f_1) abhängig von einer Soll-Drehrichtung (S_{dir}^*) einseitig auf Null begrenzt wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1, wobei die drehmomentbildende Soll-Stromkomponente (i_{q1}^*) in Abhängigkeit einer ermittelten Abweichung eines Beschleunigungs-Betrags-Istwertes ($|S_{acc}|$) von einem Beschleunigungs-Betrags-Grenzwert ($|S_{acc}^*|$) vermindert wird.

4. Verfahren nach Anspruch 1, wobei bei Umkehrung der Soll-Drehrichtung (S_{dir}^*) ab einer zweiten Grenzfrequenz (f_2), deren Wert größer ist als der Wert der ersten Grenzfrequenz (f_1), die Drehzahl Null gesteuert durchfahren wird, wobei der Schätzwert ($\hat{\omega}$) der Drehzahl in Abhängigkeit des bei der zweiten Grenzfrequenz (f_2) ermittelten Trägheitsmomenten-Istwertes und eines Momenten-Sollwertes verändert wird.

5. Verfahren nach Anspruch 4, wobei während des gesteuerten Drehzahl-Nulldurchgangs Sollwertänderungen in der Momentenvorgabe in äquivalente Beschleunigungs-Istwerte umgerechnet werden.

6. Verfahren nach Anspruch 3 oder 4, wobei der Beschleunigungs-Betrags-Istwert ($|S_{acc}|$) aus einer d-Komponente (e_d) eines ermittelten EMK-Raumzeigers (\underline{e}) bestimmt wird.

7. Vorrichtung zur Durchführung des Regelverfahrens nach Anspruch 1 mit einer feldorientierten Regelung (2), einem Raumzeiger-Modulator (4) und einer Einrichtung zur Bestimmung der Ständerfrequenz (ω_s) für eine geberlose, feldorientiert betriebene Asynchronmaschine, wobei diese Einrichtung eine EMK-Regelung (14), einen Multiplizierer (42) und einen Addierer (40) aufweist, wobei diese EMK-Regelung (14) ausgangsseitig

mit einem Eingang des Addierers (40) und sein Ist-eingang mit einem d-Komponenten-Ausgang eines EMK-Rechners (8) der feldorientierten Regelung (2) verknüpft sind, wobei der zweite Eingang des Addierers (40) mit dem Ausgang des Multiplizierers (42) verbunden ist, an dessen Eingängen eine drehmomentbildende Soll-Stromkomponente (i^*_q) und ein Quotient aus Rotorwiderstand (R_r) und Soll-Fluß (Ψ^*) anstehen, wobei der Ausgang des Addierers (40) mit dem Frequenz-Eingang des Raumzeiger-Modulators (4) verbunden ist und wobei ein Komparator (62) vorgesehen ist, an dessen Eingängen eine erste Grenzfrequenz (f_1) und die ermittelte Ständerfrequenz (ω_s) anstehen und der ausgangsseitig mit einer Vorrichtung (64) zur Deaktivierung des PI-Reglers (38) der EMK-Regelung (14) und zur stetigen Herabsetzung seines Ausgangssignals auf Null verbunden ist.

8. Vorrichtung nach Anspruch 7, wobei der EMK-Regelung (14) einer Einrichtung (66) zur Begrenzung des Ausgangssignals (ω) des PI-Reglers (38) der EMK-Regelung (14) mit einstellbaren positiven und negativen Grenzwerten nachgeschaltet ist, der eine Soll-Drehrichtung (S^*_{dir}) zugeführt ist.

9. Vorrichtung nach Anspruch 7, wobei ein Beschleunigungs-Regeleinrichtung (68) vorgesehen ist, die einen Betragsbildner (76), einen Vergleicher (78) und einen PI-Regler (80) aufweist, die einander nachgeschaltet sind, wobei der d-Komponenten-Ausgang des EMK-Rechners (8) mittels einer Umrechnungs-Einrichtung (74) mit dem Eingang des Betragsbildners (76) der Beschleunigungs-Regeleinrichtung (68) verbunden ist, wobei am nichtinvertierenden Eingang des Vergleichers (78) der Beschleunigungs-Regeleinrichtung (68) ein Beschleunigungs-Betrags-Grenzwert ($|S^*_{acc}|$) ansteht, wobei der Ausgang des PI-Reglers (80) der Beschleunigungs-Regeleinrichtung (68) mittels einer einseitigen Begrenzereinrichtung (70) mit einem Addierer (72) verbunden ist, an dessen zweiten Eingang eine drehmomentbildende Soll-Stromkomponente (i^*_q) ansteht und wobei das Ausgangssignal dieses Addierers (72) der feldorientierten Regelung (2) und der Einrichtung zur Bestimmung der Ständerfrequenz (ω_s) als korrigierte drehmomentbildende Soll-Stromkomponente dient.

10. Vorrichtung nach Anspruch 7, wobei die Einrichtung (66) zur Begrenzung des Ausgangssignals ($\hat{\omega}$) der EMK-Regelung (14) einen Komparator aufweist, an dessen Eingängen eine zweite Grenzfrequenz (f_2) und die ermittelte Ständerfrequenz (ω_s) anstehen, und wobei die Einrichtung (66) eine Vorrichtung zur gesteuerten Veränderung des Schätzwertes ($\hat{\omega}$) der Drehzahl aufweist, der

eingangsseitig ein Komparatorsignal und ein Beschleunigungs-Istwert (S_{acc}) zugeführt sind.

11. Vorrichtung nach Anspruch 10, wobei die Einrichtung (66) zur Begrenzung des Ausgangssignals ($\hat{\omega}$) der EMK-Regelung (14) eine Recheneinheit aufweist, der die drehmomentbildende Soll-Stromkomponente (i^*_q) zugeführt ist, und wobei am Ausgang dieser Recheneinheit ein Beschleunigungswert ansteht, der der Vorrichtung zur gesteuerten Veränderung des Schätzwertes ($\hat{\omega}$) der Drehzahl zugeführt wird.

12. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 7 bis 11, wobei für die feldorientierte Regelung (2) ein Mikroprozessor vorgesehen ist.

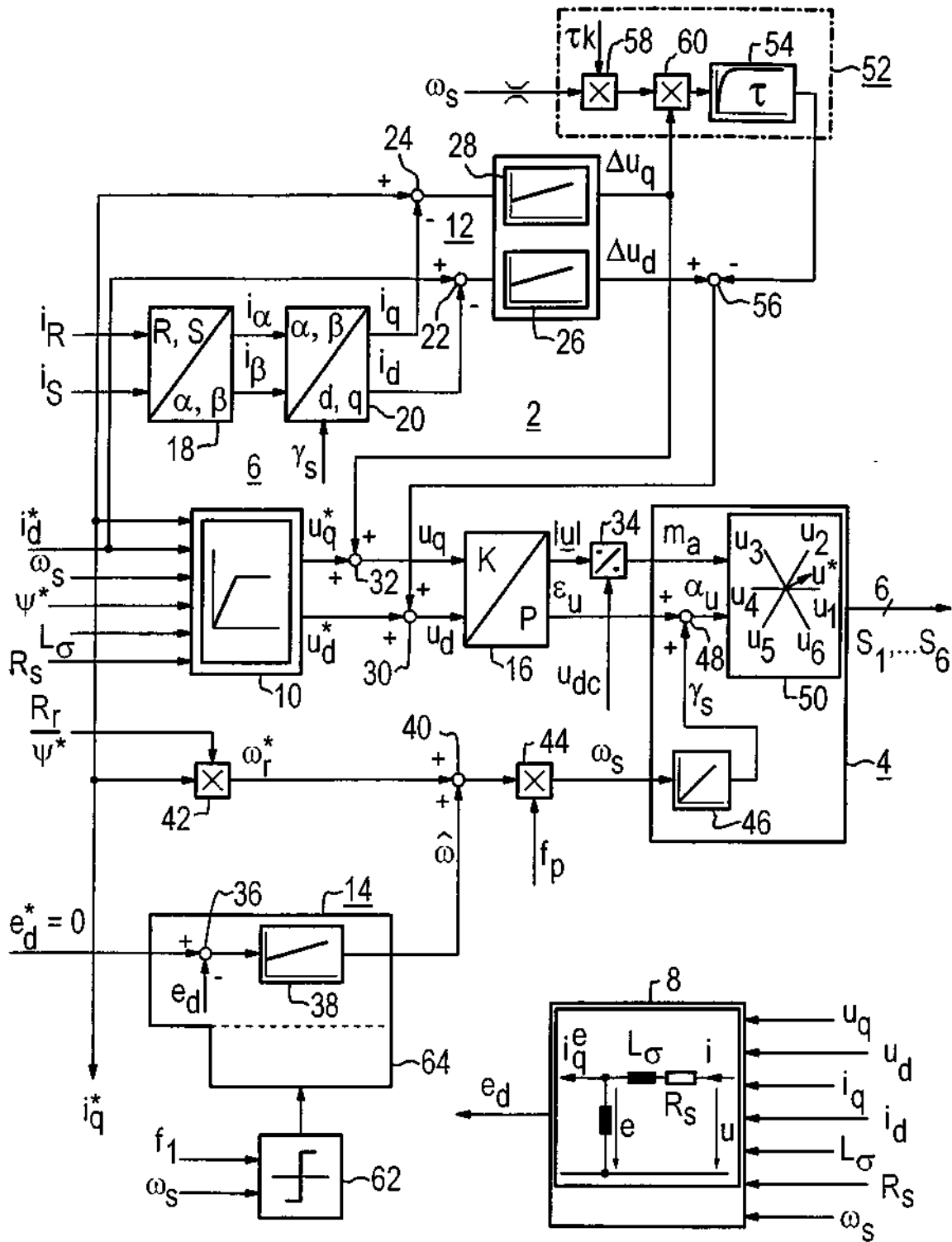


FIG 1

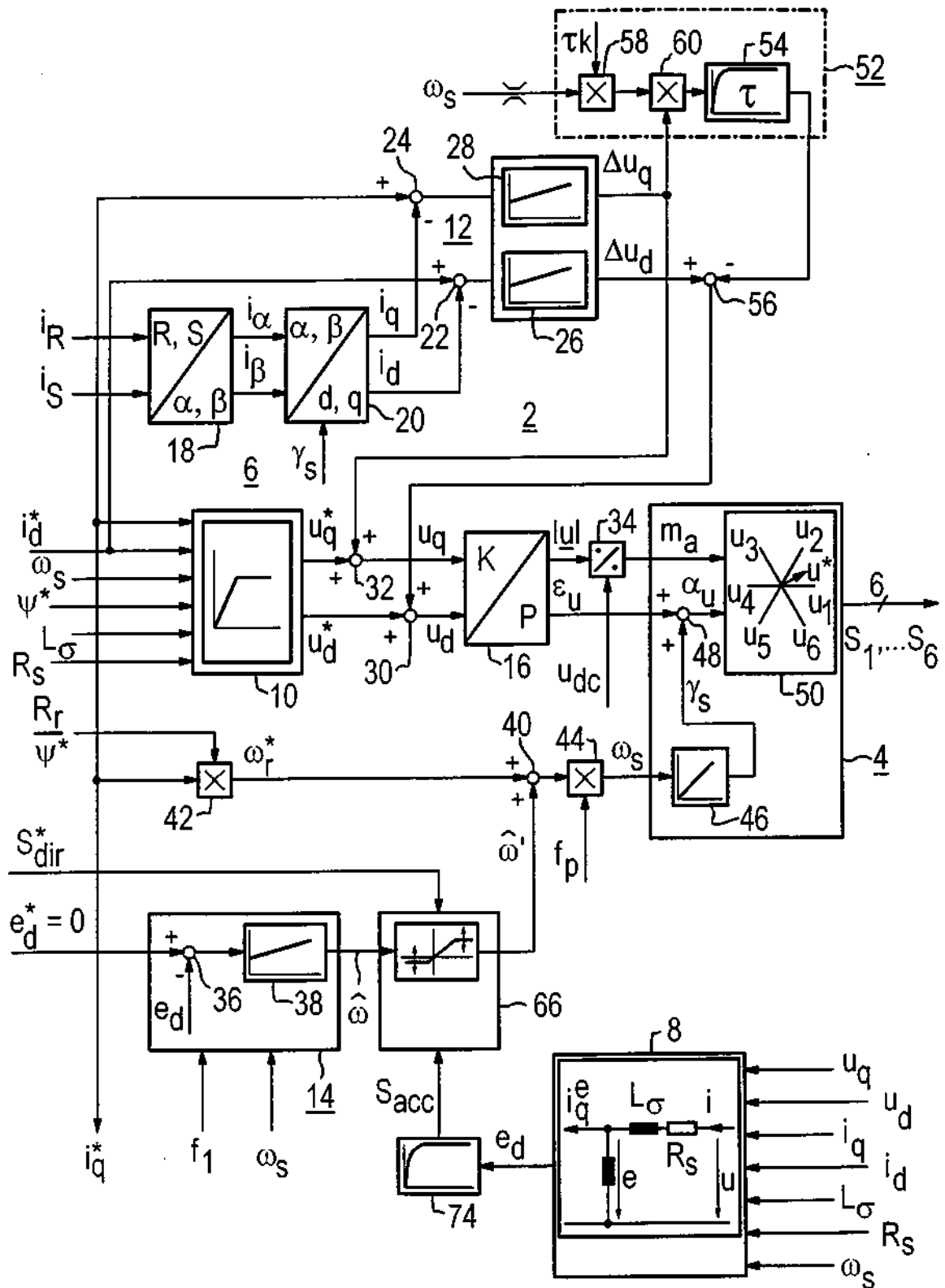


FIG 2

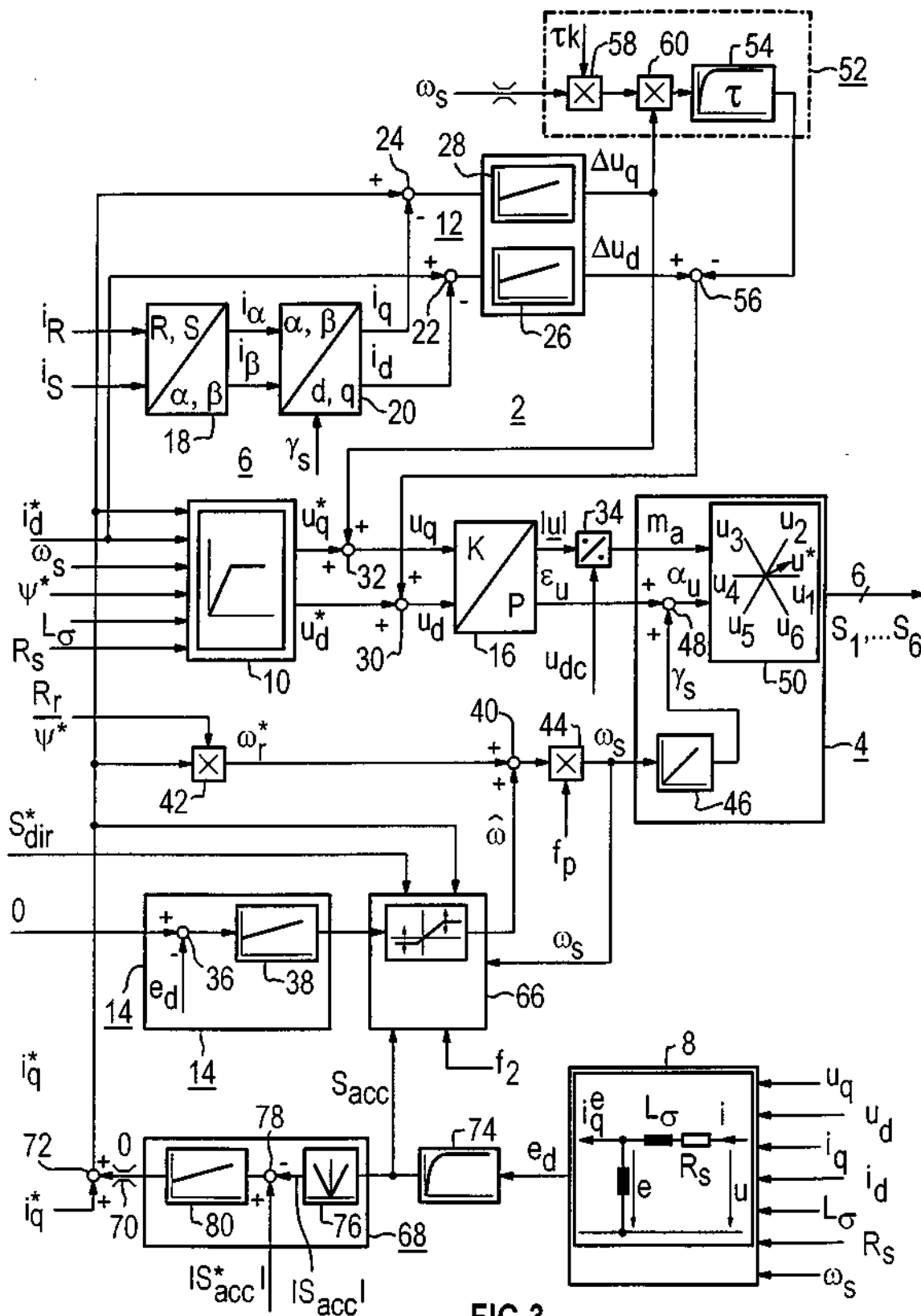
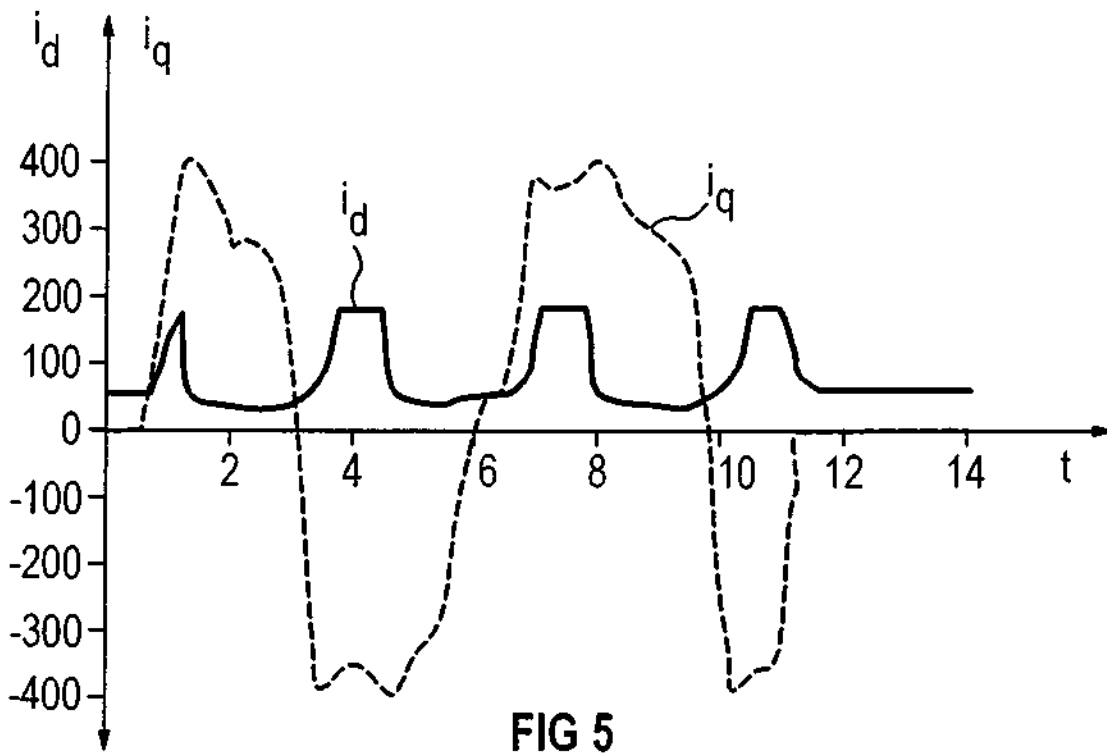
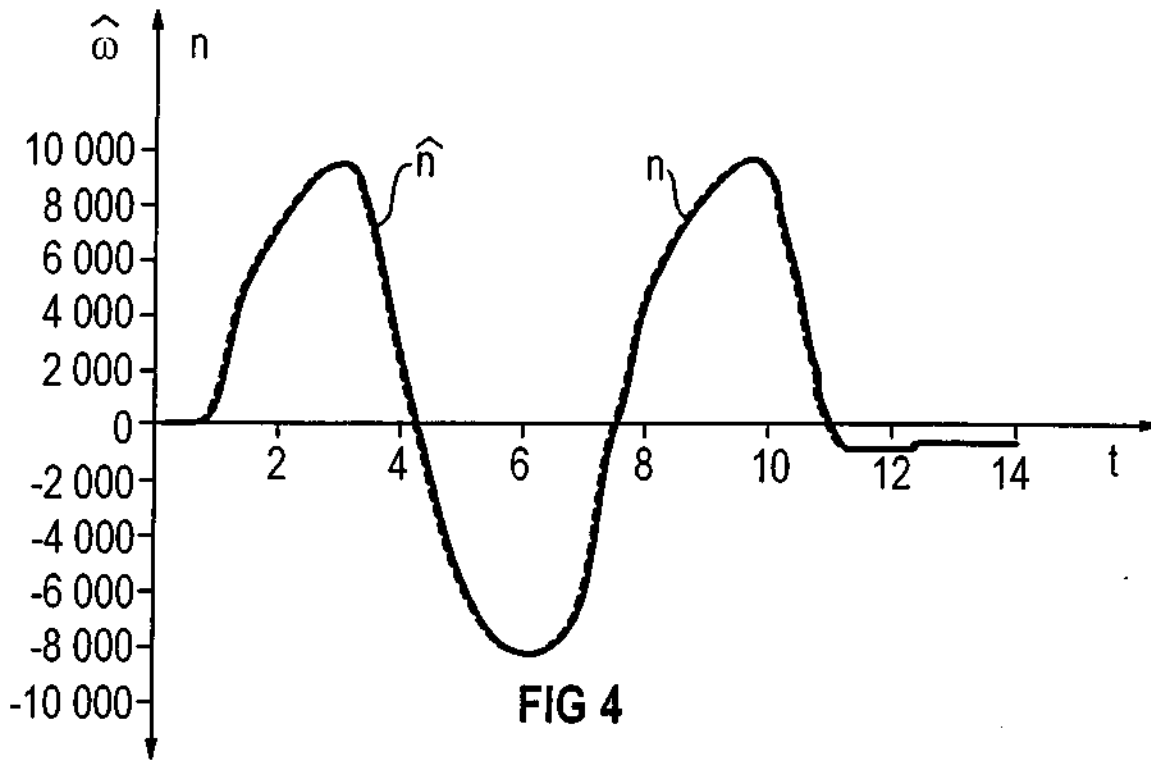


FIG 3



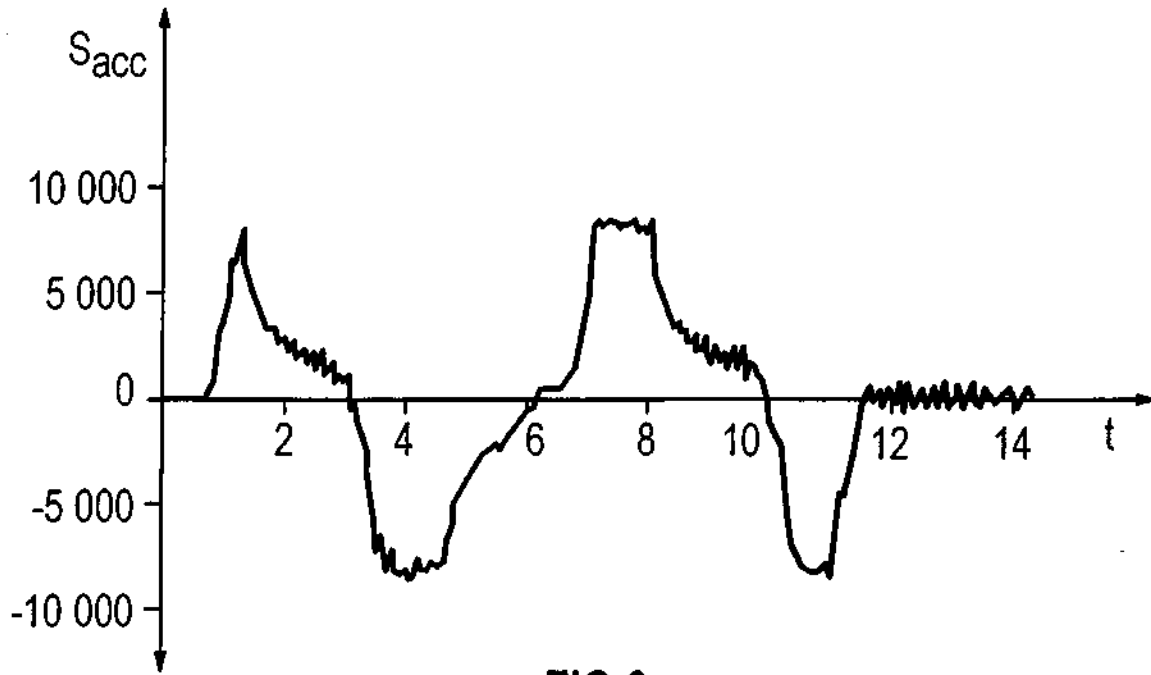


FIG 6

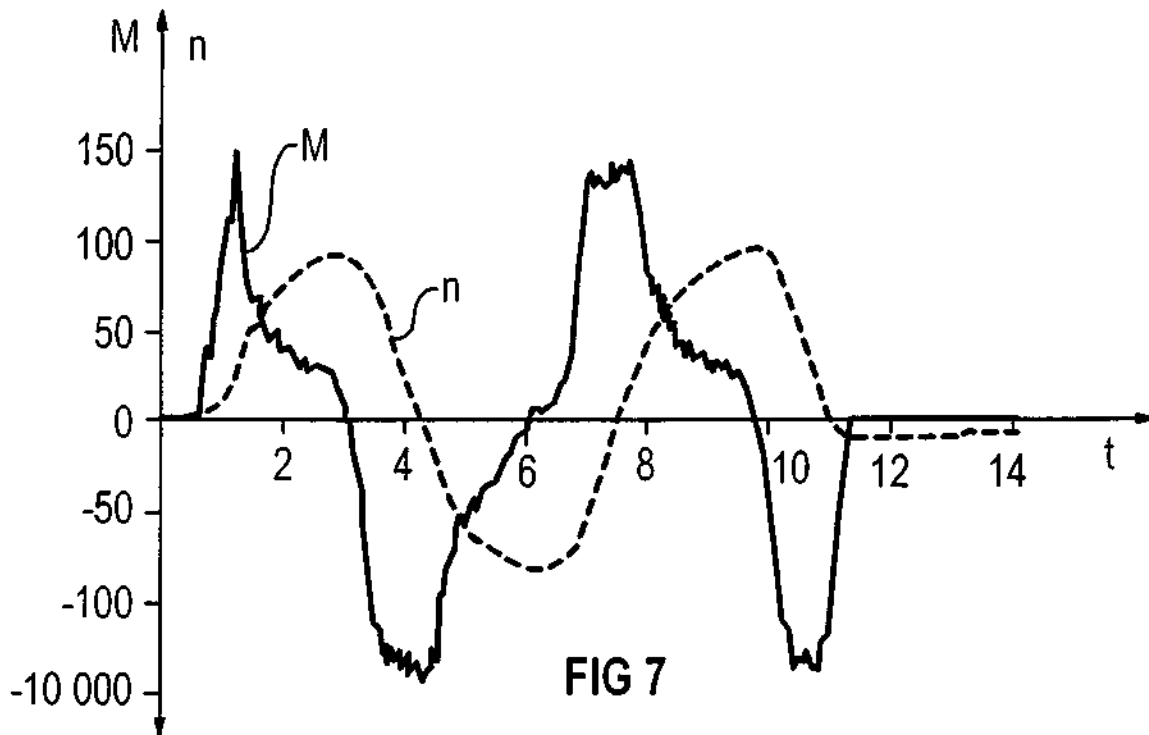


FIG 7



Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 98 10 9880

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.6)
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 095, no. 009, 31. Oktober 1995 & JP 07 143798 A (MEIDENSHA CORP), 2. Juni 1995 * Zusammenfassung *	1,7	H02P21/00
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 096, no. 007, 31. Juli 1996 & JP 08 080098 A (MEIDENSHA CORP), 22. März 1996 * Zusammenfassung *	1,7	
A	EP 0 673 110 A (FUJI ELECTRIC CO LTD) 20. September 1995 * Spalte 8, Zeile 55 - Spalte 9, Zeile 24; Abbildung 4 * * Spalte 10, Zeile 6 - Zeile 30; Abbildung 7 *	1,7	
A	EP 0 598 921 A (YASKAWA DENKI SEISAKUSHO KK) 1. Juni 1994 * Seite 6, Zeile 12 - Zeile 39; Anspruch 1; Abbildung 4 *	1,7	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.6)
A	EP 0 330 188 A (MEIDENSHA ELECTRIC MFG CO LTD) 30. August 1989 * Seite 8, Zeile 43 - Seite 9, Zeile 10; Anspruch 1; Abbildung 6 *	1,7	H02P
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort BERLIN		Abschlußdatum der Recherche 25. September 1998	Prüfer Roy, C
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)