

(12)

PATENTCHRIFT

(21) Anmeldenummer: 1519/90

(51) Int.Cl.⁵ : H02M 1/08
H02M 7/537

(22) Anmeldetag: 18. 7.1990

(42) Beginn der Patentdauer: 15. 6.1992

(45) Ausgabetag: 25. 2.1993

(56) Entgegenhaltungen:

DE-OS3236071

(73) Patentinhaber:

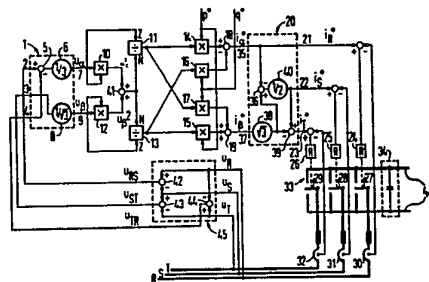
SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT ÖSTERREICH
A-1211 WIEN (AT).

(72) Erfinder:

KOLAR JOHANN
WIEN (AT).
ERTL HANS DIPL.ING.
MAWERKIRCHEN, OBERÖSTERREICH (AT).
ZACH FRANZ DIPL.ING. DR.
WIEN (AT).

(54) ANSTEUERSCHALTUNG FÜR PULSUMRICHTER

(57) Eine Ansteuerschaltung für Pulsumrichter basiert auf einer Weiterentwicklung des bisher hauptsächlich für rotierende Maschinen bekannten Raumzeigerkalküls zur Anwendbarkeit bei ruhenden Drehstromsystemen. Erfindungsgemäß wird durch die auf diesem basierende Schaltung mittels der verfügbaren verketteten Spannungen eines Dreileitersystems der Netzspannungsraumzeiger erfaßt und in die Komponenten u Alpha und u Beta zerlegt. Diese werden durch die Schaltung entsprechend den entwickelten Formeln verknüpft und nach den vorzugebenen Sollwerten $p^*(t)$ für den Wirkleistungsmomentanwert und $q^*(l)$ für den Blindleistungsmomentanwert gewichtet, sodaß eine entkoppelte Vorgabe der Momentanwerte von Netz-Wirkleistung und Netz-Blindleistung über die, einem unterlagerten Stromregler zugeführten, auf Phasengrößen rücktransformierten Stromsollwerte i_R^* , i_S^* , i_T^* möglich ist.



Die Erfindung betrifft eine Ansteuerschaltung für Pulsumrichter mit einem ersten Koordinatenwandler, an dessen drei Eingänge die verketteten Spannungen des speisenden Drehstromnetzes gelegt sind.

Die Entwicklung mehrphasiger Pulsumrichter hoher Taktzahl ermöglicht die Realisierung hochdynamischer Antriebe mit Wechselstrommaschinen, die beispielsweise als Hauptspindelantriebe von Werkzeugmaschinen breite Anwendung finden.

Als Einspeiseeinrichtung eines Pulsumrichtersystems wird, um die Rückführung der Energie bei Bremsbetrieb der Antriebsmaschine ins Netz zu ermöglichen, die Anordnung zweier Pulsumrichter mit gleichspannungsseitiger Kopplung über einen Zwischenkreis vorgesehen, die je nach Betriebszustand als Pulsleich- bzw. Pulswechselrichter arbeiten.

Aus der DE-OS 32 36 071 ist es bei Wechselrichtern bekannt, mit Hilfe von Koordinatenwandlern und Vektoranalysatoren den Frequenzsteuereingang des Stellgliedes eines Phasenreglers auf Null zu regeln. Die dabei verwendeten Pulswechselrichter haben üblicherweise Stelleingänge für Betrag und Frequenz der zu erzeugenden Spannung. Eine Transformationsschaltung mit Koordinatenwandler formt die orthogonale Spannungskomponenten in ein raumfestes Koordinatensystem um. In diesem Bezugssystem werden dann Winkelsignale berechnet, die Komponenten des in Richtung des Spannungsvektors weisenden Einheitsvektors sind. Die Phasen R, S, T des Netzes bilden voraussetzungsgemäß ein symmetrisches System.

Mittels eines Reglers für die Zwischenkreisspannung ist es möglich, Netzstromsollwerte vorzugeben, die über eine entsprechende Steuerung des den Zwischenkreis speisenden Umrichters eingepreßt werden und den Leistungsfluß in den Zwischenkreis definieren. Als Freiheitsgrad besteht der Phasenwinkel der Netzstrom-Grundschiwingung. Da im Idealfall leistungselektronische Systeme keine magnetischen oder elektrischen Energiespeicher enthalten und bei rein sinusförmigen Strömen bzw. Spannungen der Energieinhalt eines symmetrischen dreiphasigen elektrischen oder magnetischen Speichers zeitlich konstant ist, sodaß über alle Phasen summiert im Zeitaugenblick kein Leistungsfluß zwischen Netz und Speicher auftritt, muß mittels des, diesen Energiespeicher „simulierenden“ Stromrichtersystems nur eine Umverteilung der Energie zwischen den Phasen erfolgen. Dies ist allerdings nur bei Vorhandensein eines rein sinusförmigen, symmetrischen Netzspannungssystems einfach möglich, da bei nicht-sinusförmigen unsymmetrischen Netzverhältnissen die Oberschwingungen Beiträge zu den Leistungsflüssen liefern und somit eine Grundschiwingung nicht einfach ermittelbar ist, womit alle auf die Grundschiwingungen bezogenen, über eine Periode gemittelten Werte, wie Wirk- und Blindleistung der klassischen Wechselstromrechnung vollkommen ungeeignet zur Charakterisierung der Änderung der momentanen energetischen Verhältnisse eines Systems sind.

Eine Ansteuerschaltung für die diese Einschränkung nicht gilt, ist nach dem Kennzeichen des Patentanspruches gestaltet.

Der damit verbundene Vorteil liegt darin, daß eine entkoppelte Vorgabe der Momentanwerte der Wirk- und Blindleistung auch in unsymmetrischen Dreileiternetzen nicht sinusförmiger Spannungsform ermöglicht ist.

Das Prinzip der Erfindung soll nachfolgend anhand eines Schaltungsbeispiels näher erläutert werden.

Die Fig. 1 zeigt eine erfindungsgemäße Schaltung, die auf einer Weiterentwicklung des bisher nur für rotierende Maschinen bekannten Raumzeigerkalküls basiert.

Eine einfache prägnante Darstellungsweise, auch für elektrische Größen, ist bekanntlich der Vektor, der auch die Wirkungsrichtung angibt. Beim Raumzeigerkalkül wird ein komplexes Koordinatensystem - eine Gauß'sche Zahlenebene - verwendet. Dann kann anstelle eines Vektors ein komplexer Zeiger zur Festlegung von Richtung und Amplitude elektromagnetischer Größen benützt werden. Zur Schaffung definierter Verhältnisse wird in ansich willkürlicher Weise die Richtung der reellen Achse auf einen Zeiger des Raumzeigerdiagrammes bezogen.

Der Raumzeiger ist für an sich beliebige Augenblickswerte der durch ihn repräsentierten Phasengrößen definiert, wobei diese Phasengrößen beliebige, insbesondere voneinander unabhängige Werte haben dürfen. Diese Augenblickswerte müssen also keineswegs Ausschnitte aus einem eingeschwungenen Betriebszustand mit phasensymmetrischen, sinusförmigen Größen sein.

$$p(t) = u \cdot i \cos \phi \quad \phi \dots \text{Winkel zwischen Spannungs- und Stromzeiger}$$

$$q(t) = u \cdot i \sin \phi$$

dies gilt auch für Raumzeiger \underline{u} , \underline{i} , wobei ϕ , $u = |\underline{u}|$ und $i = |\underline{i}|$ eine beliebige zeitliche Variation aufweisen dürfen.

$$\underline{u} = u_{\alpha} + j \cdot u_{\beta} \quad \underline{i} = i_{\alpha} + j \cdot i_{\beta} \quad \text{in komplexer Schreibweise}$$

$$p = \text{Re} \{ \underline{u} \cdot \underline{i} \} \\ q = \text{Im} \{ \underline{u} \cdot \underline{i} \} \quad \dots \text{Momentanwerte}$$

$$p = \operatorname{Re} \{ (u_\alpha + ju_\beta) (i_\alpha + ji_\beta) \} = u_\alpha i_\alpha - u_\beta i_\beta$$

$$q = \operatorname{Im} \{ (u_\alpha + ju_\beta) (i_\alpha + ji_\beta) \} = i_\alpha u_\beta + u_\alpha i_\beta$$

5 Nach der Cramer'schen Regel ergibt dies

$$10 \quad i_\alpha^* = \frac{u_\alpha}{(u_\alpha^2 + u_\beta^2)} p^* - \frac{u_\beta}{(u_\alpha^2 + u_\beta^2)} q^*$$

$$i_\beta = \frac{u_\beta}{(u_\alpha^2 + u_\beta^2)} p^* + \frac{u_\alpha}{(u_\alpha^2 + u_\beta^2)} q^*$$

15 Es wird mittels der in einem Dreileitersystem meßbaren verketteten Spannungen (u_{RS} , u_{ST} , u_{TR}) der Netzspannungsraumzeiger erfaßt und in zwei Komponenten (u_α) und (u_β) zerlegt. Dazu ist ein erster Koordinatenwandler (1) vorgesehen. Dieser weist drei mit den verketteten Spannungen des speisenden Drehstromnetzes beaufschlagte Eingänge (2, 3, 4) auf, wobei in bekannter Weise aus der Verknüpfung der Signale des ersten Einganges (2) und des dritten Einganges (4) in einer ersten Summierstelle (5) und durch Abschwächung auf $1/3$ in einem ersten Meßspannungsteiler (6) am ersten Ausgang (7) ein der Rechengröße (u_α) entsprechendes Signal gewonnen wird und durch Abschwächung des am zweiten Eingang (3) auftretenden Signals auf $1/\sqrt{3}$ in einem zweiten Meßspannungsteiler (8) am zweiten Ausgang (9) ein der Rechengröße (u_β) entsprechendes Signal gewonnen wird.

20 Anschließend erfolgen Verknüpfungen, die der Endformel der mathematischen Herleitung entsprechen. So wird die am ersten Ausgang (7) des Koordinatenwandlers (1) auftretende Größe, die dem Wert (u_α) entspricht, sowohl einem ersten Quadrierer (10) als auch dem Zählereingang eines ersten Dividierers (11) zugeführt. In gleicher Weise wird die am zweiten Ausgang (9) des Koordinatenwandlers (1) auftretende Größe, die dem Wert (u_β) entspricht, sowohl einem zweiten Quadrierer (12) als auch dem Zählereingang eines zweiten Dividierers (13) zugeführt. Die Ausgangssignale der Quadrierer (10, 12) werden summiert und den Nennereingängen der Dividierer (11, 13) zugeführt. An den Ausgängen der Dividierer (11, 13) treten daher Signale auf, die den Quotienten der obigen Endformeln entsprechen und zwar am Dividierer (11) der den Zähler (u_α) enthaltende und am Dividierer (13) der den Zähler (u_β) enthaltende Quotient. Diese Ausgangsgrößen können nun unabhängig voneinander in je zwei Multiplizierern (14, 15) bzw. (16, 17) mit entsprechenden Größen (p^*) und (q^*) für Wirk- und Blindleistungsmomentansollwerte verknüpft werden und zwar die Ausgangssignale des Dividierers (11) in den Multiplizierern (14, 17) und die Ausgangssignale des Dividierers (13) in den Multiplizierern (15, 16). Durch Verknüpfung der Ausgangsgrößen jeweils zweier Multiplizierer (14, 16) bzw. (15, 17) treten letztlich an den Summierstellen (18) bzw. (19) zwei der Endformel für (i_α) bzw. (i_β) entsprechende Signale auf. Diese werden in einem zweiten Koordinatenwandler (20) auf die an dessen drei Ausgängen (21, 22, 23) auftretenden Sollwerte (i_R^* , i_S^* , i_T^*) für nachgeschaltete Phasenstromregler aufgespalten.

35 Diese Regler (24, 25, 26) wirken in bekannter Weise auf Steuersätze, die die Ansteuerimpulse für die elektronischen Schalter liefern, die in den drei Zweigen der Drehstrombrücke angeordnet sind. Zur Erhöhung der Anschaulichkeit wurde diese bekannte Anordnung wesentlich vereinfacht derart dargestellt, daß die Regler (24, 25, 26) direkt auf Umschalter (27, 28, 29) wirken, an deren Wurzeln über Stromwandler (30, 31, 32) die Phasen (R, S, T) liegen. Als Sollwert dienen den Reglern die von der erfindungsgemäßen Schaltung gelieferten Stromsollwerte (i_R^* , i_S^* , i_T^*), die Istwerte stammen von den Stromwandlern. Die Gleichstromausgänge (46) der Drehstrombrücke (33) speisen den Zwischenkreis (34).

40 Die an die Eingänge (2, 3, 4) des ersten Koordinatenwandlers gelegten verketteten Spannungen werden mittels eines aus drei Summierstellen (42, 43, 44) gebildeten Differenzbildners (45) aus den Differenzen der an den Phasenleitern (R, S, T) liegenden Potentialwerten gewonnen.

50 Bei dem zweiten an sich bekannten Koordinatenwandler (20), der bezüglich der Transformationsrichtung zum ersten Koordinatenwandler (1) invers ist wird das am Eingang (35) auftretende Signal sowohl direkt dem Ausgang (21) zugeführt als auch in einer Summierstelle (36) von dem am Eingang (37) auftretenden und über einen Verstärker (38) mit dem Beiwert $\sqrt{3}$ geleiteten Signal subtrahiert. Das Ausgangssignal der Summierstelle (36) wird über einen Sollstromteiler (40) mit dem Beiwert $1/2$ sowohl dem Ausgang (22) als auch einer Summierstelle (39) zugeführt, in der von ihm das vom Eingang (37) über den Verstärker (38) geleitete Signal subtrahiert wird. Das Ausgangssignal der Summierstelle (39) ist an den Ausgang (23) geführt.

55 Ist z. B. für ein Pulsleichrichtersystem ohmsches Verhalten am Netz gefordert, kann dies einfach über $q^* = 0$ vorgegeben werden. Es treten dann bei idealer Umsetzung der Sollwerte in Istwerte durch das Umrichtersystem nur

Ströme auf, die einen über die Phasen summierten resultierenden momentanen Leistungsfluß aus dem Netz bzw. in das Netz bewirken. Das Auftreten von Stromkomponenten, die in Summe nicht zum Energiefluß beitragen, also Komponenten die Energie von einer auf eine andere Phase transportieren, wird unterbunden. Die Energieübertragung erfolgt dann mit minimaler Verlustleistung.

5

PATENTANSPRUCH

10

Ansteuerschaltung für Pulsrichter mit einem ersten Koordinatenwandler, an dessen drei Eingängen die verketteten Spannungen des speisenden Drehstromnetzes gelegt sind, dadurch gekennzeichnet, daß das Signal des ersten Ausganges (7) des ersten Koordinatenwandlers (1) dem Zählereingang eines ersten Dividierers (11) sowie einem ersten Quadrierer (10) und einer Summierstelle (41) zugeführt ist, daß analog das Signal des zweiten Ausganges (9) des ersten Koordinatenwandlers (1) dem Zählereingang eines zweiten Dividierers (13) sowie einem zweiten Quadrierer (12) und der Summierstelle (41) zugeführt ist, wobei das Ausgangssignal der Summierstelle (41) den Nennereingängen (N) der Dividierer (11, 13) und das Ausgangssignal des ersten Dividierers (11) einem Eingang eines ersten Multiplizierers (14) sowie eines vierten Multiplizierers (17) zugeführt ist und das Ausgangssignals des zweiten Dividierers (13) einem Eingang eines dritten Multiplizierers (16) sowie eines zweiten Multiplizierers (15) zugeführt ist, wobei am jeweils anderen Eingang des ersten und zweiten Multiplizierers (14, 15) ein erstes, als Sollwert für den Wirkleistungs-Momentanwert vorgebbares Steuersignal (p^*) und am jeweils anderen Eingang des dritten und vierten Multiplizierers (16, 17) ein zweites, als Sollwert für den Blindleistungs-Momentanwert vorgebbares Steuersignal (q^*) geführt ist, daß das Ausgangssignal des dritten Multiplizierers (16) in einer Summierstelle (18) vom Ausgangssignal des ersten Multiplizierers (14) subtrahiert wird und das resultierende Signal einem ersten Eingang (35) eines, bezüglich der Transformationsrichtung zum ersten Koordinatenwandler (1) inversen, zweiten Koordinatenwandlers (20) zugeführt ist, daß die Ausgangssignale des zweiten und vierten Multiplizierers (15, 17) in einer Summierstelle (19) summiert werden und das Summensignal einem zweiten Eingang (37) des zweiten Koordinatenwandlers (20) zugeführt ist und daß an den drei Ausgängen (21, 22, 23) des zweiten Koordinatenwandlers (20) die Sollwerte für die Phasenstromregler (24, 25, 26) des Pulsrichtersystems abgreifbar sind.

35

Hiezu 1 Blatt Zeichnung

40

45

50

55

