

(12)

# PATENTSCHRIFT

(21) Anmeldenummer: 98/98  
(22) Anmeldetag: 21.01.1998  
(42) Beginn der Patentdauer: 15.02.2001  
(45) Ausgabetag: 25.10.2001

(51) Int. Cl.<sup>7</sup>: **H02M 5/452**  
H02M 1/14

(56) Entgegenhaltungen:  
DE 3542753A1

(73) Patentinhaber:  
KOLAR JOHANN W. DR.  
A-1050 WIEN (AT).  
(72) Erfinder:  
KOLAR JOHANN W. DR.  
WIEN (AT).  
WOLBANK THOMAS W. DR.  
WIEN (AT).

## (54) STEUERVERFAHREN ZUR VERMEIDUNG EINER GLEICHTAKTVERSCHIEBUNG DER AUSGANGSSPANNUNG VON DREIPHASEN-DREIPUNKT-PULSUMRICHTERSYSTEMEN

**AT 408 295 B**

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Steuerung eines Dreiphasen-Dreipunkt-Pulsumrichtersystems (3) für das keine Potentialdifferenz zwischen Netzsternpunkt (5) oder Lastmittelpunkt (12) und Zwischenkreisspannungsmittelpunkt (15) auftritt. Hierbei werden erfindungsgemäß für die Bildung eines, durch eine übergeordnete Steuereinheit vorgegebenen Soll-Dreiphasenzeigers (27) innerhalb jeder Pulsperiode, z.B. (44), i.a. drei auf, dem Sollzeiger (27) unmittelbar benachbart liegende Spannungszeiger (31), (32), (37) führende Schaltzustände herangezogen, für die die Summe der zugeordneten Eingangsspannungen in jedem Zeitaugenblick den Wert 0 ergibt. Weiters wird erfindungsgemäß stets die Einschaltdauer des, dem Soll-Spannungszeiger (27) nächstgelegenen Dreiphasenzeigers (31) symmetrisch zwischen Anfang und Ende jeder Pulsperiode aufgeteilt und die Abfolge der beiden verbleibenden Schaltzustände (32) und (37) nach jeder Pulsperiode vertauscht, und so eine Minimierung der schaltfrequenten Schwankung der Eingangsströme bei Pulsleichrichterbetrieb, oder der Ausgangsströme bei Pulswechselrichterbetrieb des Systems sichergestellt.

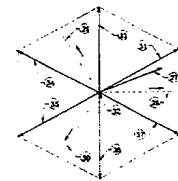


Fig. 2 Erfindungsgegenstand: Steuerverfahren zur Vermeidung einer Gleichtaktverschiebung der Ausgangsspannung von Dreiphasen-Dreipunkt-Pulsumrichtersystemen.  
Erfinder: Johann W. KOLAR und Thomas M. WOLBANK

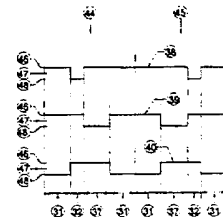


Fig. 3 Erfindungsgegenstand: Steuerverfahren zur Vermeidung einer Gleichtaktverschiebung der Ausgangsspannung von Dreiphasen-Dreipunkt-Pulsumrichtersystemen.  
Erfinder: Johann W. KOLAR und Thomas M. WOLBANK

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Steuerung eines Dreiphasen-Dreipunkt-Pulsumrichtersystems durch das Auftreten einer Gleichtaktverschiebung der Zwischenkreisspannung gegenüber dem, auf definiertem Potential befindlichen Sternpunkt eines speisenden Dreiphasen-Spannungssystems oder die Gleichtaktverschiebung eines isolierten Laststernpunktes gegenüber dem, auf definiertem Potential befindlichen Mittelpunkt der Zwischenkreisspannung unterbindet, wie es im Oberbegriff des Patentanspruches 1 beschrieben ist.

Zur rückwirkungsarmen Umformung eines dreiphasigen Spannungssystems werden nach dem derzeitigen Stand der Technik dreiphasige Spannungszwischenkreis-Pulsumrichtersysteme eingesetzt. Die Bildung der Eingangsspannung dieser Systeme erfolgt derart, daß die wechsellastseitigen Klemmen für einen positiven lokalen Mittelwert der (auf den Mittelpunkt der Ausgangs- oder Zwischenkreisspannung) bezogenen Wechselspannung über eine Anordnung abschaltbarer elektronischer Schalter und Dioden abwechselnd mit der positiven Ausgangsklemme und dem Ausgangsspannungsmittelpunkt, oder für einen negativen lokalen Mittelwert der Wechselspannung abwechselnd mit der negativen Ausgangsspannungsklemme und dem Ausgangsspannungsmittelpunkt verbunden werden. (Aufgrund der drei, für die Spannungserzeugung zur Verfügung stehenden Spannungsniveaus werden die Systeme auch als Dreipunkt-Pulsumrichter bezeichnet.) Im Zusammenwirken der Phasen resultieren damit pulsweitenmodulierte verkettete Spannungen, deren Differenzen zu den verketteten Spannungen des dreiphasigen Spannungssystems über Vorschaltinduktivitäten auftreten und eine weitgehend sinusförmige Stromaufnahme mit vorgebbarem Phasenwinkel sicherstellen. Neben dem, für die Erzeugung der Außenleiter-spannungen maßgeblichen Anteil enthalten die Phasenspannungen allerdings noch einen Nullgrößen- bzw. Gleichtaktanteil, der als schaltfrequent variierende Potentialdifferenz des (freien) Zwischenkreisspannungsmittelpunktes und des meist geerdeten Netzsternpunktes in Erscheinung tritt. Diese Gleichtaktverschiebung führt zum Auftreten kapazitiver, sich ausgehend von gleichspannungsseitigen Komponenten des Stromrichters und der Last gegen Erdpotential schließenden Störströmen, die nur durch relativ aufwendige Filter auf zulässige Werte beschränkt werden können. Ein ähnliches Problem ist bei Speisung einer Last mit geerdetem Mittelpunkt und eingepprägter Spannung (beispielsweise bei Ladung einer Batterie mit erdsymmetrischer Spannung) gegeben, wo das Auftreten schaltfrequenter, durch die Gleichtaktspannung getriebener, sich über Erde schließender Ströme unterbunden werden muß, um eine Störung anderer Verbraucher zu vermeiden.

Dreiphasige Pulsumrichtersysteme sind allgemein, d.h. für Gleich- und für Wechselrichterbetrieb durch das Auftreten von Gleichtakt-Störspannungen bzw. -strömen gekennzeichnet. Ein Unterschied besteht lediglich darin, daß für Wechselrichterbetrieb meist der Zwischenkreisspannungsmittelpunkt und nicht der Netzsternpunkt näherungsweise konstantes Potential aufweist und entsprechend eine Potentialverschiebung der Last auftritt.

Am Beispiel eines Motors als Last resultieren zufolge der hochfrequenten Potentialverschiebung des Motorsternpunktes kapazitive Ströme gegen Stator und Rotor auf, wobei insbesondere die über die Lager und das Motorgehäuse abfließenden, zur Verminderung der Lebensdauer der Lager führenden Ströme nur mit relativ hohem Aufwand unterbunden werden können.

Aufgabe der Erfindung ist es daher, ein Verfahren zur Steuerung von Dreipunkt-Pulsumrichtersystemen zu schaffen, durch das das Auftreten einer Gleichtaktspannung zwischen Netz- oder Laststernpunkt und Zwischenkreisspannungsmittelpunkt a priori vermieden wird, womit besondere Maßnahmen zur Unterdrückung von Gleichtaktstörungen entfallen können und der Realisierungsaufwand der Systeme verringert wird.

Dies wird erfindungsgemäß durch die kennzeichnenden Merkmale des Patentanspruches 1 erreicht. Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind den Unteransprüchen zu entnehmen.

Für die weiteren Überlegungen wird der Leistungsteil des Dreipunktumrichtersystems für eine klare Darstellung der Grundfunktion durch drei Umschalter zwischen positiver Ausgangs- bzw. Zwischenkreisspannungsschiene, Ausgangsspannungsmittelpunkt und negativer Ausgangsspannungsschiene ersetzt, wobei die festen Schalterkontakte direkt mit den, dem dreiphasigen Spannungssystem abgewandten Klemmen der Vorschaltinduktivitäten verbunden sind.

Grundgedanke der Erfindung ist nun, nur jene Schaltzustände des Systems zur Bildung der pulsweitenmodulierten Eingangsspannung zu verwenden für die eine Eingangsklemme mit der

positiven Ausgangsspannungsschiene, eine Eingangsklemme mit der negativen Ausgangsspannungsschiene und die jeweils dritte Eingangsklemme mit dem Ausgangsspannungsmittelpunkt verbunden ist, oder alle drei Phasen-Eingangsklemmen an den Ausgangsspannungsmittelpunkt gelegt werden.

5 Die derart zu bildenden Phasenspannungskombinationen können sehr anschaulich durch komplexe Dreiphasenzeiger dargestellt werden. Der Endpunkt eines Dreiphasenzeigers wird dabei dadurch erhalten, daß in der komplexen Ebene drei, vom Ursprung ausgehende, um 120 Grad versetzte und im Gegenuhrzeigersinn der Phasenfolge zugeordnete Phasenachsen definiert werden und die für einen Schaltzustand des Systems gegebenen, auf den Mittelpunkt der Ausgangsspannung bezogenen Phasenspannungen beginnend im Ursprung vorzeichenrichtig in Richtung der jeweiligen Phasenachse aufgetragen werden. Entsprechend dem konstanten Wert der Phasenspannungen resultiert damit für jeden Schaltzustand ein Eingangsspannungszeiger fester Lage. (Die Werte der Phasenspannungen können durch Normalprojektion dieses Zeigers auf die jeweilige Phasenachse zurückgewonnen werden). Für zeitlich symmetrisch sinusförmig verlaufende Phasengrößen, also für den ideal am Eingang des Systems zu bildenden Dreiphasenzeiger ergibt sich demgegenüber eine Drehung des Zeigers mit konstanter Winkelgeschwindigkeit. Die grundsätzliche Aufgabe einer Steuerung des Systems besteht somit darin, durch einen schaltfrequenten Wechsel zwischen verschiedenen Zeigern im Mittel über mehrere Umschaltungen die kontinuierliche Bewegung des Soll-Spannungszeigers nachzubilden.

20 Wie eine nähere Analyse zeigt, stehen für die erfindungsgemäße Steuerung des Dreipunkt-Konvertersystems 6 um 60 Grad versetzt liegende Zeiger gleichen Betrages und der Nullzeiger (komplexer Zeiger mit Betrag 0) zu Verfügung womit jede, innerhalb des, durch diese Zeiger aufgespannten Sechsecks liegende Bahn des Soll-Spannungszeigers approximiert werden kann.

25 Die erfindungsgemäße Aufeinanderfolge der, zur Spannungsapproximation herangezogenen Zeiger beschreibt der Kennzeichenteil des Patentanspruches 2.

Da der Soll-Spannungszeiger i.a. nur im Mittel über mehrere Umschaltungen gebildet wird, resultiert für jeden Schaltzustand eine Abweichung zwischen dem zugeordneten Spannungszeiger und dem Sollzeiger die letztlich auf eine schaltfrequente Schwankung des Eingangsstromes des Pulsurrichtersystems um die, in Verbindung mit der Netzspannung durch den Mittelwert der Istzeiger bzw. die Grundschiwingung der Eingangsspannungen definierte Eingangsstromgrundschiwingung führt. Die Höhe der, für einen Schaltzustand auftretenden Schwankungen wird durch die Differenz von Soll- und Istzeiger beeinflusst, entsprechend dem Stand der Technik werden daher für die Approximation eines Sollzeigers jeweils nur die 3 unmittelbar benachbart liegenden Istzeiger herangezogen. Die relative Einschaltdauer dieser Zeiger innerhalb einer Pulsperiode wird durch die konkrete Lage des Sollzeigers bestimmt und kann einfach direkt berechnet werden, worauf hier jedoch nicht näher eingegangen werden soll. Es sei nur darauf hingewiesen, daß grundsätzlich der, dem Sollzeiger am nächsten liegende Istzeiger die höchste Einschaltdauer aufweist.

40 Die schaltfrequente Abweichung der Eingangsströme von ihrer Grundschiwingung entspricht in Dreiphasenzeigerdarstellung der Abweichung von der, der Grundschiwingung zugeordneten Kreisbahn. Der Zeiger des Eingangsstromes startet am Beginn einer Pulsperiode auf dieser Kreisbahn und wird nach einer Pulsperiode bzw. einer Sequenz von drei Schaltzuständen innerhalb der eine, näherungsweise die Form eines Polygonzuges aufweisende Bahnkurve durchlaufen wird, wieder auf den Grundschiwingungskreis zurückgeführt. Dies ist unmittelbar dadurch einsichtig, daß innerhalb einer Pulsperiode im Mittel ja jene, dem Sollspannungszeiger entsprechende Grundschiwingung gebildet wird, die den Stromzeiger im Mittel entsprechend dem Sollwert bewegt.

45 Durch die Auswahl von 3 zur Spannungsbildung herangezogenen Zeigern wird jedoch noch nicht über die Aufeinanderfolge der Schaltzustände innerhalb einer Pulsperiode, die maßgeblich die Abweichung des Stromzeigers von der Kreisbahn seiner Grundschiwingung bzw. die Höhe der, zu Verlusten in den Zuleitungen und gegebenenfalls zu Störbeeinflussungen anderer Verbraucher führenden schaltfrequenten Schwankung der Eingangsströme bestimmt, verfügt.

50 Erfindungsgemäß wird die Sequenz der Schaltzustände für die einzelnen Pulsperioden nun so gewählt, daß die Einschaltdauer des, dem Soll-Spannungszeiger unmittelbar benachbart liegenden Zeigers symmetrisch zwischen Anfang und Ende einer Pulsperiode aufgeteilt und die Aufeinanderfolge der beiden verbleibenden Schaltzustände für jeweils aufeinanderfolgende Pulsperioden

55

vertauscht wird. Dadurch erfolgt die, aufgrund der relativ hohen Einschaltdauer des, dem Soll-Spannungszeiger nächstliegenden Schaltzustandszeigers relativ hohe Änderung des Phasenstromzeigers in erster Näherung symmetrisch um die, durch die Grundschiwingung definierte Kreisbahn bzw. wird der Stromrippel auf relativ kleine Werte begrenzt; durch aufeinanderfolgende

5 Vertauschung der Reihenfolge der Schaltzustände wird ein symmetrischer Verlauf des Polygonzuges um den Sollkreis sichergestellt und damit ebenfalls die Abweichung gegenüber der Kreisbahn minimiert.

Die Erfindung wird im weiteren anhand von Zeichnungen näher erläutert.

10 **Fig.1** zeigt die Grundstruktur (vereinfachte schematische Darstellung) des Leistungsteiles eines, dem Stand der Technik entsprechenden Dreipunkt-Pulsumrichtersystems wobei abschaltbare elektronische Schalter und Dioden durch, hinsichtlich der Grundfunktion äquivalente Umschalter dargestellt sind.

**Fig.2** Dreiphasenzeiger eines Dreiphasen-Dreipunkt-Pulsumrichtersystems für die keine Potentialdifferenz zwischen Mittelpunkt der Ausgangsspannung und dem Netzsternpunkt auftritt.

15 **Fig.3** Zeitverlauf der Eingangsphasenspannungen eines Dreiphasen-Dreipunkt-Pulsumrichtersystems innerhalb von zwei aufeinanderfolgenden Pulsperioden.

In Fig.1 sind der Leistungsteil 1 und der Spannungs-Steuerteil 2 eines Dreiphasen-Dreipunkt-Pulsumrichtersystems 3 gezeigt, dessen Grundfunktion in der Umformung einer, an Eingangsklemmen 4,5,6 anliegenden Dreiphasen-Wechselspannung 7 mit, an definiertem (Bezugs-) Potential liegendem Sternpunkt 8 in eine, zwischen Ausgangsklemmen 9,10 auftretende, einen Verbraucher 11 mit, an Bezugspotential gelegtem Mittelpunkt 12 speisende Gleichspannung besteht, die durch eine Serienschaltung von Kondensatoren 13,14 mit gemeinsamem, einen kapazitiven Zwischenkreisspannungsmittelpunkt bildenden Schaltungspunkt 15 gestützt wird. Die in der Praxis durch eine Anordnung abschaltbarer elektronischer Schalter und Dioden realisierten dreipoligen Umschalter 16,17,18 erlauben, bei entsprechender Steuerung durch die Steuereinheit 2, das Potential der positiven Ausgangsspannungsschiene 19, des Ausgangsspannungsmittelpunktes 15 oder der negativen Ausgangsspannungsschiene 20 an die dem Netz abgewandten Klemmen 21,22,23 der Vorschaltinduktivitäten 24,25,26 zu legen, womit in Verbindung mit der Netzspannung eine weitgehend sinusförmige Stromaufnahme des Systems erreicht werden kann.

30 Außer als Pulsleichrichtersystem kann die Stromrichterschaltung auch als Pulswechselrichtersystem, z.B. zur Speisung von Drehfeldmaschinen mit, in Amplitude und Frequenz vorgebbaren Spannung aus einer Gleichspannung herangezogen werden. Die Dreiphasenwechselspannung und die Vorschaltinduktivitäten sind in diesem Fall, als einfaches Ersatzschaltbild einer Drehfeldmaschine zu denken.

35 Die Steuerung der Umschalter erfolgt durch eine übergeordnete Steuereinheit in Abhängigkeit eines Sollzeigers 27 der die, innerhalb einer Pulsperiode zu bildenden Mittelwerte der, an den feststehenden Schalterkontakten 21,22,23 gegenüber dem Zwischenkreisspannungsmittelpunkt 15 zu bildenden Spannungen definiert. Diese Sollwerte werden z.B. durch einen überlagertem Stromregelkreis vorgegeben und durch die Steuerschaltung in relative Einschaltauern einzelner Schaltzustände innerhalb einer Pulsperiode umgesetzt. Hiefür wird meist auf eine Dreiphasenzeigerdarstellung des Sollwertes und der tatsächlich gebildeten Spannung Bezug genommen.

40 Die komplexen Dreiphasenzeiger der, zwischen den Klemmen 21,22,23 auftretenden und auf den Zwischenkreisspannungsmittelpunkt 15 bezogenen Eingangsspannungen eines Dreiphasen-Dreipunkt-Pulsumrichtersystems, für die keine Potentialdifferenz zwischen Wechselspannungsternpunkt 8 und Zwischenkreisspannungsmittelpunkt 15 auftritt, sind in Fig.2 gezeigt. Der, einem Schaltzustand des Pulsumrichtersystems zugeordnete Dreiphasenzeiger der Eingangsphasenspannungen wird dadurch erhalten, daß die Phasenspannungswerte vorzeichenrichtig in Richtung der, um 120 Grad in der komplexen Ebene versetzt liegenden Phasenachsen 28,29,30 - Achse 28 sei der Phase mit der Eingangsklemme 4, Achse 29 der Phase mit der Eingangsklemme 5 und Achse 30 der Phase mit der Eingangsklemme 6 zugeordnet, die positive Orientierung ist jeweils durch Pfeile gekennzeichnet, aufgetragen werden, wobei der Endpunkt dieses Linienzuges die Spitze des Dreiphasenzeigers definiert. Beispielsweise wird so, für den, in Fig.1 eingetragenen Schaltzustand der Zeiger 31 erhalten, also einem Tripel von Phasengrößen eine komplexe Größe zugeordnet. Werden sämtliche Eingangsklemmen mit dem Zwischenkreisspannungsmittelpunkt verbunden, resultiert ein Dreiphasenzeiger 32 mit Betrag 0. Durch die, außer für diesen Schalt-

zustand gleichen Betrag und jeweils eine Phasendifferenz von 60 Grad aufweisenden Dreiphasenzeiger 31,33,34,35,36,37 wird in der komplexen Ebene ein regelmäßiges Sechseck mit Mittelpunkt im Ursprung 32 aufgespannt, innerhalb dessen ein vorgegebener Soll-Spannungszeiger 27 im Mittel über eine Pulsperiode gebildet werden kann. Gemäß dem Stand der Technik werden dabei innerhalb von Pulsperioden konstanter Länge sequentiell die drei, dem Sollzeiger 27 unmittelbar benachbart liegenden Dreiphasenzeiger, im gezeigten Fall sind dies die Zeiger 31,32,37, angelegt. Die relative Einschaltdauer der, den einzelnen Spannungszeigern zugeordneten Schaltzustände wird durch Phase und Betrag des Sollzeigers bestimmt und folgt über Auswertung einfacher analytischer Ausdrücke, worauf hier jedoch nicht näher eingegangen werden soll.

Wichtig ist für die weiteren Überlegungen nur festzuhalten, daß stets der, dem Sollzeiger 27 nächstgelegene Zeiger die höchste relative Einschaltdauer aufweist und die Abweichung zwischen den Dreiphasenzeigern und dem Sollzeiger 27 zum Auftreten einer schaltfrequenten Schwankung des Eingangstromes um die netzfrequente Grundschiwingung führt, da nur die ideale Bildung des Sollspannungszeigers 27 einen rein sinusförmigen Eingangstromverlauf ergeben würde. Um die zu Verlusten in den Schaltungskomponenten und u.U. zur elektromagnetischen Beeinflussung anderer, am selben Netz betriebener Verbraucher führenden schaltfrequenten Oberschwingungen des Eingangstromes auf möglichst geringe Werte zu begrenzen ist daher erfindungsgemäß vorteilhaft jeweils die Einschaltdauer des, dem Sollzeiger 27 nächstgelegenen Dreiphasenzeigers, im gegenständlichen Fall des Zeigers 31, symmetrisch zwischen Anfang und Ende jeder Pulsperiode aufzuteilen. Dadurch wird eine einseitige, hohe Abweichung der Bahn des Istzeigers von seiner idealen, durch den Grundschiwingungsanteil definierten Kreisbahn vermieden und die Amplitude des Rippels des Netzstromes auf relativ kleine Werte beschränkt. Dies auch deshalb, da nach jeder Pulsperiode erfindungsgemäß die Aufeinanderfolge der, die beiden verbleibenden Dreiphasenzeiger (hier die Zeiger 32 und 37) bildenden Schaltzustände vertauscht wird, womit ein weitgehend symmetrischer Verlauf der Bahnkurve um den Grundschiwingungskreis bzw. ein weitgehend symmetrischer Zeitverlauf des Stromrippels sichergestellt wird.

Die, für das erfindungsgemäße Steuerverfahren und die in Fig.2 eingetragene Lage des Soll-Spannungszeigers 27 resultierenden Zeitverläufe 38,39,40 der Eingangsphasenspannungen 41,42,43 (Spannungen der Klemmen 21,22,23 gegenüber dem Zwischenkreisspannungsmittelpunkt 15) sind in Fig.3 für 2 Pulsperioden 44 und 45 qualitativ gezeigt. Die relativen Einschalt-dauern sind dabei gleich wie der jeweils auftretende Dreiphasenzeiger bezeichnet. Jede der drei Phasenspannungen weist grundsätzlich drei mögliche Spannungsniveaus 46,47,48 auf. Es wird deutlich, daß die Summe der Momentanwerte der Eingangsphasenspannungen in den einzelnen Abschnitten jeder Pulsperiode den Wert 0 ergibt, was dem Verschwinden der Potentialdifferenz von Netzsternpunkt 8 und Zwischenkreisspannungsmittelpunkt 15 entspricht. Die Last 11 wird stets durch, gegenüber dem Lastmittelpunkt 12 symmetrische Teilspannungen gespeist. Wie vorstehend ausgeführt, wird die Einschaltdauer des Schaltzustandes 31 symmetrisch zwischen Anfang und Ende jeder Pulsperiode geteilt und die Aufeinanderfolge der Schaltzustände 32 und 37 in jeder folgenden Pulsperiode vertauscht.

#### PATENTANSPRÜCHE:

1. Vorrichtung zur Steuerung eines Dreiphasen-Dreipunktumrichtersystems, welches durch eine Anordnung abschaltbarer Leistungshalbleiter zwischen drei wechsellspannungsseitigen Klemmen (21),(22),(23) und drei Zwischenkreisspannungsschienen (15),(19),(20) derart gebildet wird, daß durch entsprechende Ansteuerung durch eine Steuereinheit (2) des Systems an jede der Klemmen (21),(22),(23) das Potential der positiven Zwischenkreisspannungsschiene (19), oder der negativen Zwischenkreisspannungsschiene (20) oder des Zwischenkreisspannungsmittelpunktes (15) geschaltet werden kann, **dadurch gekennzeichnet**, daß ausschließlich Schaltzustände zur Spannungsbildung herangezogen werden, für die eine der Eingangsklemmen (21),(22),(23) mit der positiven Zwischenkreisspannungsschiene (19), eine der Eingangsklemmen (21),(22),(23) mit dem Zwischenkreisspannungsmittelpunkt (15) und eine der Eingangsklemmen (21),(22),(23) mit der negativen Zwischenkreisspannungsschiene (20) verbunden ist, oder alle drei Eingangs-

- klemmen (21),(22),(23) mit dem Zwischenkreisspannungsmittelpunkt (15) verbunden sind.
2. Verfahren zum Betrieb der Vorrichtung nach Anspruch 1 **dadurch gekennzeichnet**, daß zur Bildung eines vorgegebenen Umrichterspannungssollzeigers (27) in an sich bekannter Weise nur Schaltzustände gewählt werden für die die Summe der, auf den Zwischen-  
spannungsmittelpunkt (15) bezogenen Eingangsphasenspannungen den Wert 0 ergibt  
bzw. zwischen Zwischenkreisspannungsmittelpunkt (15) und Netzsternpunkt (8) und Last-  
mittelpunkt (12) keine Spannungsdifferenz auftritt und stets nur zwischen jenen drei  
Schaltzuständen umgeschaltet wird, die auf, dem Sollspannungsraumzeiger unmittelbar  
benachbart liegende Dreiphasenspannungszeiger (31),(32),(37) führen, wobei die Ein-  
schaltdauer des, dem Sollspannungsraumzeiger am nächsten liegenden Schaltzustandes  
(31) bzw. des, zugeordneten, die höchste relative Einschaltdauer aufweisenden Zeigers  
(31) zu gleichen Teilen zwischen Anfang und Ende jeder Pulsperiode, aufgeteilt wird und  
zwischen diesen Schaltzustandsdauern die Einschaltdauern der beiden verbleibenden  
Schaltzustände (32) und (36) aufeinanderfolgend eingefügt werden und die Aufeinander-  
folge der Schaltzustände (32) und (36) nach jeder Pulshalbperiode umgekehrt wird.

**HIEZU 2 BLATT ZEICHNUNGEN**

20

25

30

35

40

45

50

55

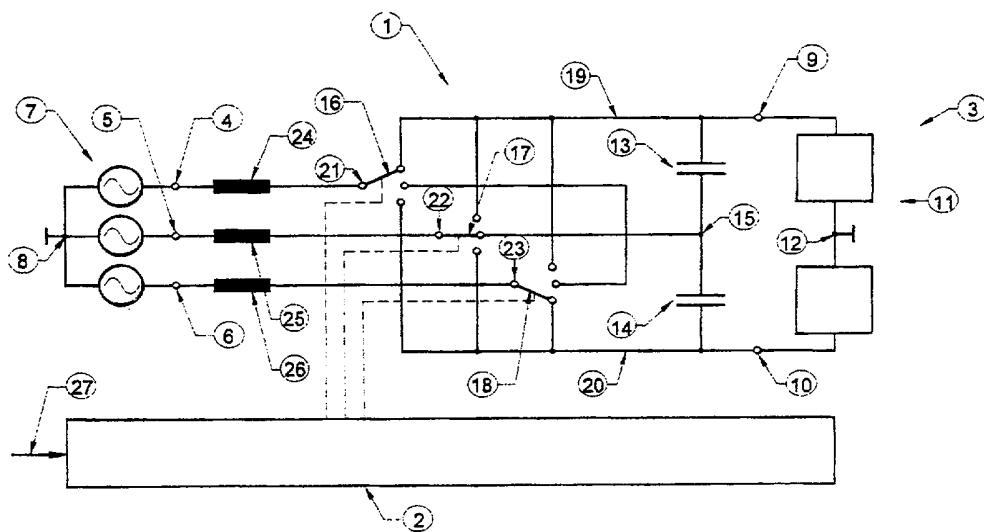


Fig. 1 Erfindungsgegenstand: Steuerverfahren zur Vermeidung einer Gleichtaktverschiebung der Ausgangsspannung von Dreiphasen-Dreipunkt-Pulsumrichtersystemen.  
Erfinder: Johann W. KOLAR und Thomas M. WOLBANK

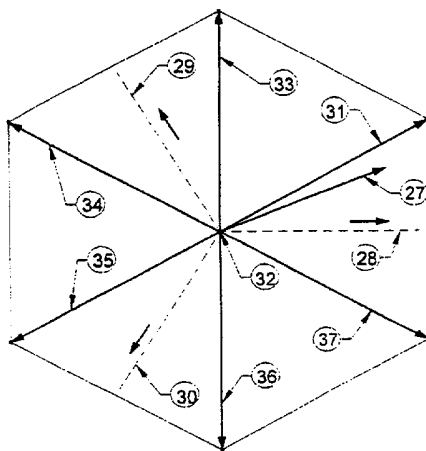


Fig. 2 Erfindungsgegenstand: Steuerverfahren zur Vermeidung einer Gleichtaktverschiebung der Ausgangsspannung von Dreiphasen-Dreipunkt-Pulsumrichtersystemen.  
Erfinder: Johann W. KOLAR und Thomas M. WOLBANK

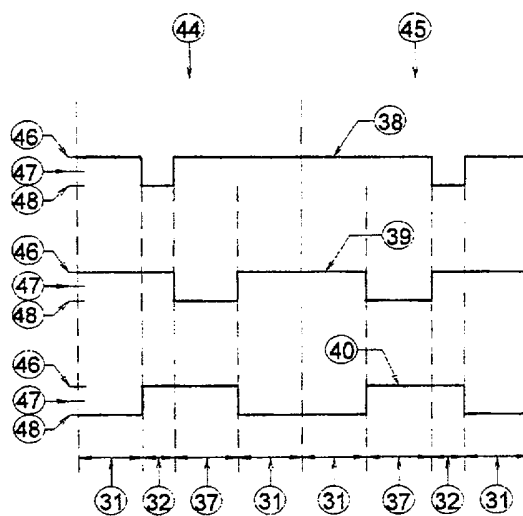


Fig. 3 Erfindungsgegenstand: Steuerverfahren zur Vermeidung einer Gleichtaktverschiebung der Ausgangsspannung von Dreiphasen-Dreipunkt-Pulsumrichtersystemen.  
Erfinder: Johann W. KOLAR und Thomas M. WOLBANK