



SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT  
BUNDESAMT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

① CH 654 152 A5

⑤ Int. Cl.4: H 02 K 35/00

**Erfindungspatent für die Schweiz und Liechtenstein**

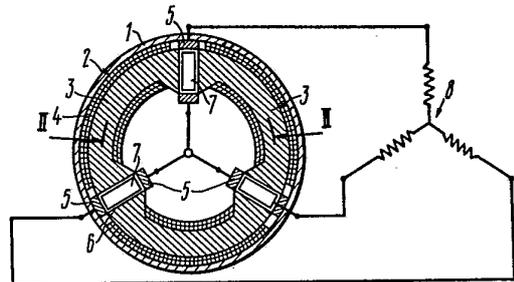
Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

⑫ PATENTSCHRIFT A5

⑲ Gesuchsnummer:	7860/80	⑦③ Inhaber:	Nauchno-Proizvodstvennoe Obiedinenie "Energia", Moskau (SU)
⑳ Anmeldungsdatum:	13.02.1980	⑦② Erfinder:	Aronov, Sergei Alexandrovich, Moskau (SU) Volkov, Nikolai Mikhailovich, Moskovskaya oblast (SU) Dukhovlinov, Sergei Dmitrievich, Moskau (SU) Ivanov, Vladimir Mikhailovich, Moskovskaya oblast (SU)
⑳ Priorität(en):	20.02.1979 SU 2721002	⑦④ Vertreter:	Patentanwälte W.F. Schaad, V. Balass, E.E. Sandmeier, Zürich
㉔ Patent erteilt:	31.01.1986	⑧⑥ Internationale Anmeldung:	PCT/SU 80/00027 (Ru)
④⑤ Patentschrift veröffentlicht:	31.01.1986	⑧⑦ Internationale Veröffentlichung:	WO 80/01744 (Ru) 21.08.1980

⑤④ **Linearer Wechselstromgenerator.**

⑤⑦ Der lineare Wechselstromgenerator enthält ein ruhendes Magnetsystem (2). In den Spalten des Magnetsystems (2) verlaufen Kanäle (6), die mit einem Flüssigmetall gefüllt und miteinander hydraulisch verbunden sind. Die hydraulische Verbindung der Kanäle (6) ist parallel ausgeführt. In den Kanälen (6) liegen Anker (7), die mit den Kolben eines hin- und hergehende Bewegung der Anker (7) ermöglichenden Motors verbunden sind. Mit den Ankern (7) werden Elektroden (5) zur Energieentnahme kontaktiert. Die Anzahl der Kanäle (6), die in ihnen untergebrachten Anker (7) und der mit diesen verbundenen Kolben des Motors ist durch drei teilbar. Hierbei liegen die jeder Phase entsprechenden Anker (7) in Stern- oder Dreieckschaltung.



## PATENTANSPRÜCHE

1. Linearer Wechselstromgenerator, der eine feststehende Magnetanordnung, in deren Spalten mit einem Flüssigmittel gefüllte und miteinander hydraulisch verbundene Kanäle verlaufen, sowie Anker, von denen jeder in einem Kanal verläuft und mit den Kolben eines hin- und hergehende Bewegung der Anker ermöglichenden Motors zu verbinden bestimmt ist, und mit den Ankern kontaktierte Elektroden zur Energieentnahme enthält, dadurch gekennzeichnet, dass die hydraulische Verbindung der Kanäle (6) parallel ausgeführt und die Zahl der in ihnen untergebrachten Anker (7) und der mit diesen zu verbindenden bestimmten Kolben (10) des Motors (11) durch drei teilbar ist, wobei die jeder Phase entsprechenden Anker (7) in Stern- oder Dreieckschaltung liegen.

2. Wechselstromgenerator nach Anspruch 1, mit einer Ankerzahl über drei, dadurch gekennzeichnet, dass die jeder Phase entsprechenden Anker (7) miteinander starr verbunden sind.

3. Wechselstromgenerator nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Achsen der jeder Phase entsprechenden Kanäle (6) zueinander unter einem Winkel von  $120^\circ$  bei einer axialen Symmetrie der Magnetanordnung (2) liegen.

4. Wechselstromgenerator nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Stern- oder die Dreieckschaltung der Anker (7) durch die zur Energieentnahme vorgesehenen Elektroden (5) gebildet ist, von denen alle einander benachbarten Elektroden (5) elektrisch miteinander in der Weise gekoppelt sind, dass Primärwicklungen (16) gebildet sind, die den Magnetkern (17) eines Transformators (18) umgeben, auf dem Sekundärwicklungen (19) angeordnet sind, von denen die Elektroenergie abnehmbar ist.

5. Wechselstromgenerator nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass ein Teil des Magnetkerns (26) des Transformators (24) durch einen Teil des Magnetkörpers (27) der Magnetanordnung (28) gebildet ist.

Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf Einrichtungen zur Elektroenergieerzeugung und betrifft einen linearen Wechselstromgenerator.

*Stand der Technik*

Es sind synchrone Wechselstromgeneratoren (A.P. Alexejew, K.P. Kudrjaschow, E.E. Tschekmenew Hilfsbuch «Elektrische Diesel- und Vergaseraggregate und -stationen», Moskau, 1973, Verlag «Maschinostrojenije», S. 35 bis 37, 220) bekannt, die sich aus zwei Hauptbestandteilen, einem feststehenden Ständer und einem drehbaren Läufer, zusammensetzen. Die Synchrongeneratoren umgekehrter Ausführung weisen ein auf dem Ständer angeordnetes Magnetsystem und eine Leistungswicklung auf, an der die erzeugte Energie abgenommen wird und die am Läufer angeordnet ist. Bei einer Rotation des Läufers durch einen Verbrennungsmotor schneidet die Leistungswicklung die magnetischen Feldlinien, und darin wird eine elektromotorische Kraft induziert.

Die genannten Generatoren besitzen in Verbindung mit den Verbrennungsmotoren eine grosse spezifische Masse, weil der ausgenutzte, den Läufer antreibende Verbrennungsmotor ein Schubkurbelgetriebe aufweist, das die fortschreitende Bewegung des Kolbens in eine Drehbewegung der Welle umsetzt. Das Gewicht dieses Getriebes samt den Teilen des Gehäuses kann 70% des Gesamtgewichtes des Verbrennungsmotors betragen.

Die Stromdichte in den Leitern der Leistungswicklung der Generatoren des genannten Typs ist gering, was zur Verwendung von Leitern mit einem grossen Querschnitt zwingt.

Darüber hinaus weisen die geschilderten Generatoren in Verbindung mit den Verbrennungsmotoren eine grössere Anlaufzeit bis zum Erreichen des Betriebes mit der Nennleistung

auf, was mit dem Vorhandensein belasteter Reibpaarungen im Verbrennungsmotor und mit grossen Schwungmassen des Gesamtsystems zusammenhängt.

Es ist auch ein linearer Wechselstromgenerator aus der DE-OS 2 807 148 bekannt, der ein feststehendes Magnetsystem enthält, bei dem in den Spalten des Magnetkörpers zum Teil Kanäle verlaufen. In den Kanälen sind aus einem Werkstoff mit hoher elektrischer Leitfähigkeit hergestellte Anker untergebracht. Sämtliche Kanäle sind mit einem Flüssigmetall gefüllt und hydraulisch hintereinander angeordnet. Der Generator besitzt auch mit den Ankern kontaktierte Elektroden zur Energieentnahme. Die Anker sind mittels Elektroden zur Energieentnahme elektrisch in Reihe geschaltet.

Die Anker sind mit Hilfe von Stangen mit den Kolben des Verbrennungsmotors verbunden, der sie in eine hin- und hergehende Bewegung versetzt. Bei der Bewegung der Anker im Magnetfeld wird in ihnen eine elektromotorische Kraft induziert. Beim Anschluss einer Last an die Elektroden zur Energieentnahme entsteht ein geschlossener Stromkreis über die Anker und die Elektroden mit der angeschlossenen Last. Hierbei wird der elektrische Kontakt zwischen den Ankern und den Elektroden durch eine Schicht des Flüssigmetalls gebildet. Die Bewegung der Anker ist in der Weise synchronisiert, dass die in ihnen induzierten elektromotorischen Kräfte addiert werden. Diese Synchronisierung kommt durch das Flüssigmetall zustande. Zur Sicherung einer wirksamen Synchronisierung weisen die Anker Abmessungen des Querschnitts auf, die den Abmessungen des Querschnitts der Kanäle nahe sind. Dies sichert auch einen geringen Wert von Shuntströmen in der Schicht des Flüssigmetalls zwischen dem Anker und der Kanalwand. Die spezifische Masse der geschilderten Generatoren liegt wesentlich niedriger als bei Synchrongeneratoren mit einem drehbaren Läufer in Verbindung mit einem Verbrennungsmotor, weil in den Motoren der linearen Generatoren ein Schubkurbelgetriebe fehlt und die Stromdichte bei den linearen Generatoren recht gross ist. Die Erhöhung der Stromdichte ist durch eine intensive Abkühlung der stromleitenden Teile durch das Flüssigmetall möglich. Die geringe Masse der beweglichen Teile des Generators und das Fehlen der belasteten Reibpaarungen ergeben die Möglichkeit, die Anlaufzeit bis zum Erreichen der Nennleistung wesentlich zu verringern.

Die bekannten linearen Generatoren sind aber grundsätzlich einphasig.

*Darstellung der Erfindung*

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, einen linearen Wechselstromgenerator der eingangs genannten Art unter Einhaltung einer geringen spezifischen Masse und einer geringen Anlaufzeit bis zum Erreichen der Nennleistung als Drehstromgenerator auszubilden, welcher die gegenseitige Verbindung der Anker und der Kanäle, in denen die Anker geführt sind, gestattet.

Die gestellte Aufgabe wird erfindungsgemäss durch die im kennzeichnenden Teil des Anspruchs 1 angegebenen Merkmale gelöst.

Durch eine Ausführungsform nach Anspruch 2 ist ein stabiler Betrieb des Generators gewährleistet.

Bei einer Ausführungsform nach Anspruch 3 lassen sich die Abmessungen des Generators und die spezifische Masse verringern. Eine Ausführungsform nach Anspruch 4 ermöglicht eine Erhöhung der Ausgangsleistung.

Durch eine Ausführungsform nach Anspruch 5 ist eine weitere Verringerung der Abmessungen und der spezifischen Masse möglich.

Die geringe spezifische Masse und die kleinen Abmessungen sind insbesondere auf das Fehlen eines Schubkurbelgetriebes und auf die hohe Stromdichte in den Ankern des Generators zurückzuführen. Die Stromdichte kann durch eine intensive Kühlung der stromführenden Teile durch das Flüssigmetall

erhöht werden. Die geringe Masse der beweglichen Teile des Generators und das Fehlen der belasteten Reibpaarungen geben die Möglichkeit, eine geringe Anlaufzeit zum Erreichen der Nennleistung zu erzielen.

#### *Kurze Beschreibung der Zeichnungen*

Die Aufgabe und die Vorteile der vorliegenden Erfindung sollen aus einer nachstehenden, ins Detail gehenden Beschreibung eines linearen Wechselstromgenerators, seiner Ausführungsformen anhand der Zeichnungen näher erläutert werden.

Es zeigt:

Fig. 1 einen linearen Drehstromgenerator in einer Draufsicht im Querschnitt, mit drei Kanälen, bei dem die Energie unmittelbar an den Elektroden abnehmbar ist,

Fig. 2 den Drehstromgenerator nach der Fig. 1 in einer Abwicklung nach der Schnittlinie II-II nach der Fig. 1,

Fig. 3 einen linearen Wechselstromgenerator in einer Draufsicht im Querschnitt, mit drei Kanälen, bei dem die Energie an einem eingebauten Transformator mit einem getrennten Magnetkern abnehmbar ist,

Fig. 4 den Drehstromgenerator nach der Fig. 3 im Schnitt nach der Linie IV - IV gemäss Fig. 3,

Fig. 5 einen linearen Drehstromgenerator in einer Draufsicht im Querschnitt, mit sechs Kanälen, bei dem die Energie an einem Transformator mit einem durch einen Teil der Magnetkörpers der Magnetanordnung gebildeten Magnetkern abnehmbar ist,

Fig. 6 den Drehstromgenerator nach der Fig. 5 in einer Schnittansicht nach der Linie VI - VI und

Fig. 7 den Drehstromgenerator nach der Fig. 5 in einer Abwicklung nach der Schnittlinie VII - VII.

#### *Bester Weg zur Ausführung der Erfindung*

Der lineare Drehstromgenerator gemäss Fig. 1 weist ein Gehäuse 1 auf, in dem eine aus einem Magnetkörper 3 und einer Erregerwicklung 4 bestehende Magnetanordnung 2 untergebracht ist. Im Gehäuse 1 befinden sich auch Elektroden 5 zur Energieabnahme. In den Spalten des Magnetkörpers 3 der Magnetanordnung 2 verlaufen Kanäle 6 mit rechteckiger Form, die durch die Flächen des Spaltes des Magnetkörpers 3 und die Elektroden 5 gebildet sind.

Es ist auch eine andere Ausführungsform der Kanäle möglich, wobei sie durch ein Stück eines rechteckigen Rohres gebildet sind, an dessen zwei anderen Wänden die Elektroden 5 in Kontakt stehen.

Der Magnetkörper 3 des Magnetsystems 2 weist eine axiale Symmetrie auf und ist in Form eines Ringes mit Spalten ausgeführt. Die Achsen der jeder Phase entsprechenden Kanäle 6 sind gegeneinander um einen Winkel von  $120^\circ$  versetzt.

Es ist ein Fall möglich, wo der Magnetkörper des Magnetsystems 2 keine axiale Symmetrie, sondern eine ovale Form aufweist.

In jedem der Kanäle 6 sind Anker 7 untergebracht, mit denen über eine Schicht des Flüssigmetalls die Elektroden 5 zur Energieentnahme kontaktieren. Die jeder Phase entsprechenden Anker 7 liegen in Sternschaltung. An die Anker 7 ist eine Belastung 8 angeschlossen.

Es ist auch eine Dreieckschaltung der jeder Phase entsprechenden Anker 7 möglich.

Jeder der Anker 7 ist mit Hilfe von Stangen 9 (Fig. 2) mit Kolben 10 eines Motors 11 verbunden.

Der Innenraum des Generators ist mit einem Flüssigmetall gefüllt. Er ist durch einen oberen Kommutator 12, einen unteren Kommutator 13 und durch die Kanäle 6 gebildet.

Die mit dem Flüssigmetall gefüllten Kanäle 6 liegen hydraulisch in Parallelschaltung. Die hydraulische Parallelschaltung der Kanäle 6 bedeutet, dass jeder Kanal 6 mit dem unteren und

dem oberen Kommutator 12 bzw. 13 gekoppelt ist, wodurch diese verbunden werden.

Die hermetische Abdichtung der Austrittsstellen der Stangen 9 aus dem Innenraum des Generators kommt durch Dichtungen 14 zustande. Zur Erhaltung der erforderlichen Spannung ist eine andere Ausführungsform des Generators möglich, bei der die Anker 7 (Fig. 3) mit Hilfe der Elektroden 15 in Stern zur Energieentnahme geschaltet sind.

Alle einander benachbarten Elektroden 15 (Fig. 3) bilden samt den Ankern 7 die Kerne 17 eines Transformators 18 umgebende Primärwicklungen 16. Auf den Kernen 17 sind auch die Sekundärwicklungen 19 untergebracht, von denen die Elektroenergie abgenommen wird. In diesem Fall liegt der Transformator 18 innerhalb des Gehäuses 1 des Generators.

Es ist auch möglich, die Primärwicklungen 16 des eingebauten Transformators 18 durch eine Dreieckschaltung der Anker 7 mit Hilfe der Elektroden 15 zu bilden.

Die Belastung 20 ist an die Anschlüsse der Sekundärwicklungen 19 des Transformators 18 gelegt.

Der Magnetkern 21 (Fig. 4) des Transformators 18 setzt sich aus Kernen 17 und sie schliessenden Jochen 22 zusammen.

In Fig. 5 ist ein linearer Wechselstromgenerator dargestellt, der sechs Anker 7 besitzt. Die zur gleichen Phase gehörenden Anker 7 sind elektrisch miteinander parallelgeschaltet. Die Primärwicklung 23 eines Transformators 24 (Fig. 5, 6) ist durch eine Sternschaltung der Anker 7 mit Hilfe von Elektroden 25 zur Energieentnahme gebildet.

Ein Teil des Kernes 26 eines Magnetkörpers 27 des Transformators 24 ist durch einen Teil des Magnetkörpers 28 eines Magnetsystems 29 gebildet.

Die zur gleichen Phase gehörenden Anker 7 (Fig. 7) sind miteinander durch Leisten 30 der Stange 9 starr verbunden.

Es ist auch eine Ausführungsform möglich, wobei die Primärwicklung 23 des Transformators 24 durch eine Dreieckschaltung der Anker 7 gebildet ist. In diesem Fall sind die zur gleichen Phase gehörenden Anker 7 auch parallelgeschaltet.

Es ist auch ein Fall möglich, wo die Anzahl der Anker 7 in der gleichen Phase mehr als zwei ist. In allen Fällen sind die zur gleichen Phase gehörenden Anker 7 parallelgeschaltet.

Der lineare Wechselstromgenerator funktioniert wie folgt.

Die Kolben 10 (Fig. 1, 2) des Motors 11 und die ihnen entsprechenden, zu jeder Phase gehörenden Anker 7 werden nach einem Sinusgesetz mit einer Verschiebung um  $120^\circ$  el. in Bewegung versetzt. Bei solch einer Bewegung der Anker 7 in einem durch das Magnetsystem 2 des Generators erzeugten Magnetfeld entsteht in einem durch die Anker 7, die Elektroden 5 und die Belastung 8 gebildeten Stromkreis ein elektrischer Drehstrom.

Diese Bewegung ist infolge des Vorhandenseins einer im geschilderten Generator verwendeten hydraulischen Synchronisierung stabil.

Für die dreiphasigen mechanischen Sinusschwingungen mit einer Phasenverschiebung der Schwingungen um  $120^\circ$  ist die Summe der Verschiebungen in den drei Phasen zu jedem Zeitpunkt gleich Null. Im betreffenden Fall entspricht dies einer Konstanz der Volumina des von den entgegengesetzten Seiten der Anker 7 befindlichen Flüssigmetalls.

Diese praktische Konstanz der Volumina wird durch eine geringfügige Grösse von Überströmungen des Flüssigmetalls zwischen dem oberen und dem unteren Kommutator 12 bzw. 13 infolge einer geringen Spaltweite zwischen den Ankern 7 und den Wänden der Kanäle 6 sichergestellt.

Da für einen beliebigen Zeitmoment die Summe der Verschiebungen der in der dreiphasigen sinusförmigen Bewegung mit einer gegenseitigen Phasenverschiebung um  $120^\circ$  beteiligten Anker 7 gleich Null ist, ruht der Massenmittelpunkt des Generators, und der Generator ist dementsprechend mechanisch ausgeglichen.

Der mit dem eingebauten Aufwärtstransformator 18 (Fig. 3, 4) ausgeführte lineare Wechselstromgenerator arbeitet in Analogie zum obenbeschriebenen. Der Unterschied besteht darin, dass der Anschluss der Belastung 20 an den Aufwärtstransformator 18 es gestattet, den Widerstand der Belastung 20 an die Ausgangsspannung anzupassen.

Der mit dem eingebauten Aufwärtstransformator 24 (Fig. 5, 6, 7) ausgeführte lineare Wechselstromgenerator, wobei ein Teil des Magnetkernes 27 des Transformators 24 durch einen Teil des Magnetkörpers 28 des Magnetsystems 29 gebildet ist, arbeitet in Analogie zum Generator mit dem eingebauten Transformator 18.

Bei Ausnutzung des linearen Wechselstromgenerators können alle seine Grundelemente im Laufe einer längeren Zeit betrieben werden.

5 *Gewerbliche Verwertbarkeit*

Die vorliegende Erfindung kommt auf dem Gebiet des Transportmaschinenbaues bei der Entwicklung von Elektroenergiequellen für Transportobjekte und auf dem Gebiet der Energetik bei der Entwicklung von Notstromversorgungssystemen und bei der Entwicklung autonomer Energieanlagen zur Anwendung.

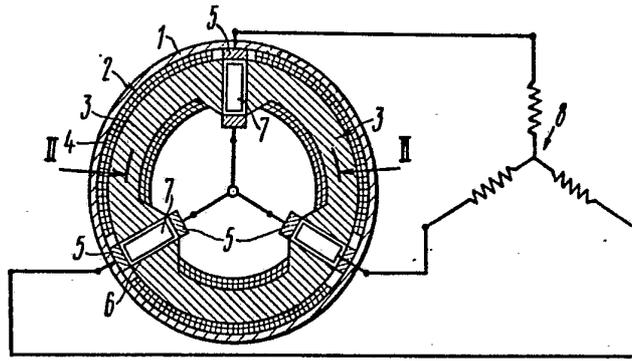


FIG. 1

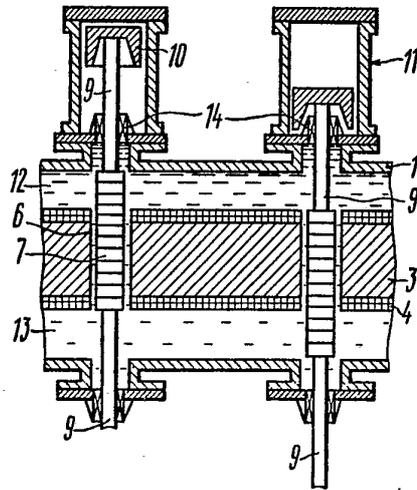


FIG. 2

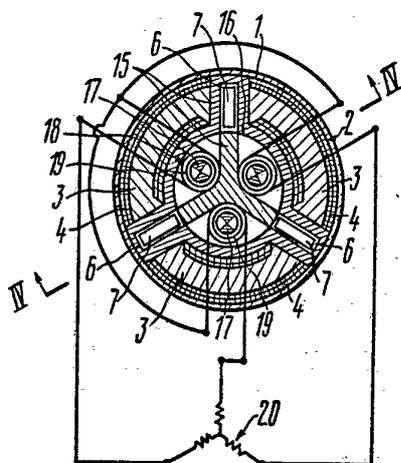


FIG. 3

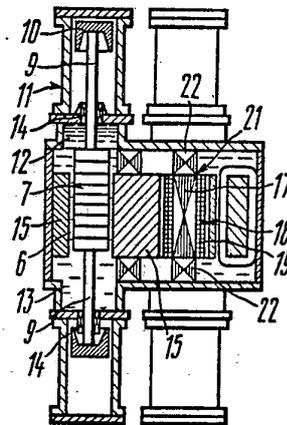


FIG. 4

