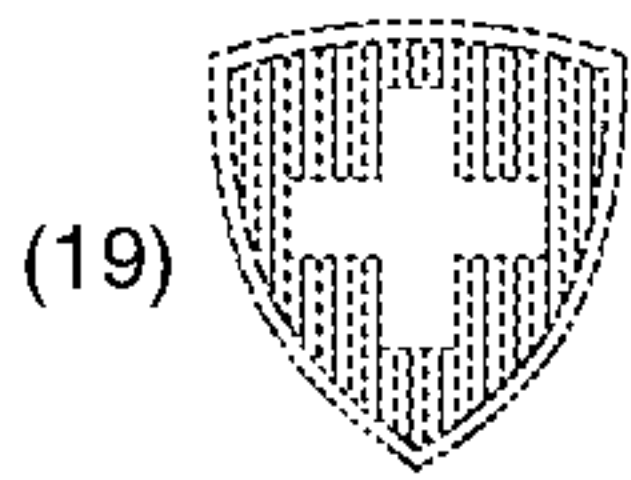




SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT  
EIDGENÖSSISCHES INSTITUT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

(11) CH 715 367 A2

(51) Int. Cl.: H01G 4/38 (2006.01)  
H02J 15/00 (2006.01)

Patentanmeldung für die Schweiz und Liechtenstein

Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

(12) PATENTANMELDUNG

(21) Anmeldenummer: 01142/18

(22) Anmeldedatum: 21.09.2018

(43) Anmeldung veröffentlicht: 31.03.2020

(71) Anmelder:  
Franz Rüegg, Riedenweg 8  
4208 Nunningen (CH)  
Charles Rippert, Barranc del bon capo, Poligono 50,  
parrela 55  
E-43860 L'Ammetlla de Mar (ES)

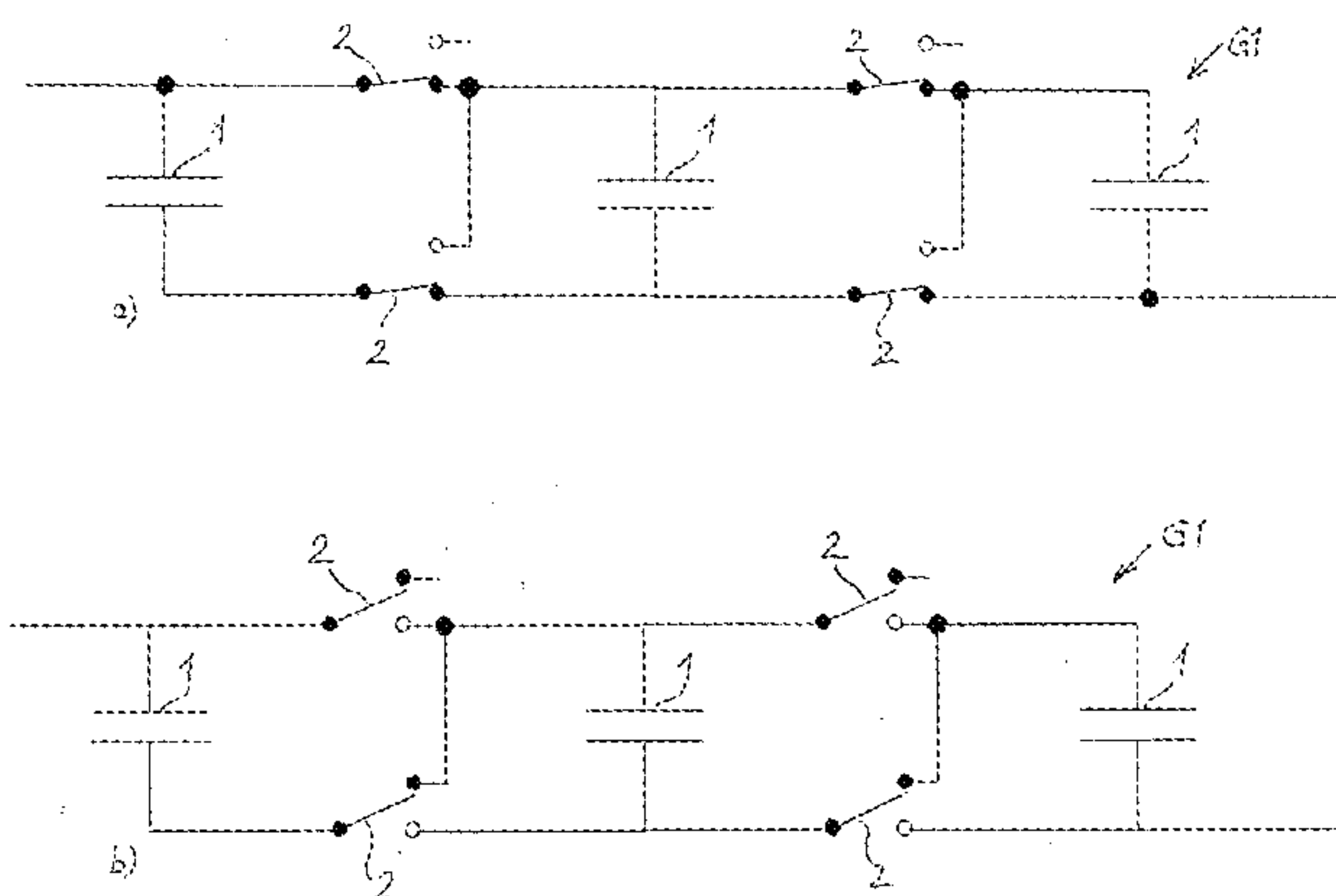
(72) Erfinder:  
Charles Rippert, E-43860 L'Ammetlla de Mar (ES)

(74) Vertreter:  
Braunpat Braun Eder AG, Holeestrasse 87  
4054 Basel (CH)

(54) Verfahren und System zur maximalen Kapazitätsnutzung von Kondensatoren.

(57) Für das erfindungsgemässe Verfahren zur Nutzung der Kapazität mobiler Kondensatoren (1) sind die mobilen Kondensatoren (1) zum Laden parallel und zur Stromabgabe seriell geschaltet. Die Kondensatoren (1) sind mehrstufig gruppiert derart, dass in einer ersten Stufe Gruppen aus mehreren miteinander verschalteten Kondensatoren (1) gebildet sind, in einer zweiten Stufe wiederum mehrere Gruppen der ersten Stufe zu weiteren Gruppen und in weiteren Stufen jeweils Gruppen der jeweils vorangehenden Stufe zu weiteren Gruppen miteinander verschaltet sind.

Die Erfindung betrifft auch ein System zur Durchführung des erfindungsgemässen Verfahrens.



## Beschreibung

**[0001]** Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zur verbesserten Kapazitätsnutzung von Kondensatoren gemäss dem Oberbegriff des Anspruchs 1 und eine Vorrichtung gemäss Anspruch 3 zur Durchführung dieses Verfahrens.

**[0002]** Elektroautos beziehen gemäss dem derzeitigen Stand der Technik die zur Fortbewegung nötige elektrische Energie vorwiegend aus Akkumulatoren auf elektrochemischer Basis. Von den Speicherelementen für elektrische Energie sind diese derzeit diejenigen mit der grössten Energiedichte und erlauben somit die grösste Reichweite bezogen auf ihr Gewicht. Alternative Speicher, die ebenfalls bereits in Fahrzeugen genutzt werden, sind kapazitive Speicher, die jedoch derzeit nur etwa 10% der Energiedichte von Akkumulatoren erreichen und deshalb nur eingesetzt werden können, wo eine Aufladung in kurzen Abständen möglich ist.

**[0003]** Dem Vorteil der hohen Energiedichte von Akkumulatoren stehen einige gewichtige Nachteile gegenüber, wie z.B. die lange Ladedauer, die vergleichsweise geringe Lebensdauer etc. In dieser Hinsicht bieten kapazitive Speicher Vorteile. Aber obwohl beispielsweise die Ladedauer von kapazitiven Speichern deutlich kürzer ist als die von Akkumulatoren, genügt dies noch nicht, um den Nachteil der kürzeren Reichweite auszugleichen.

**[0004]** Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, die Kapazitätsnutzung von Kondensatoren, insbesondere mobilen Ultra-und Pseudokondensatoren in Fahrzeugen, so zu verbessern, dass damit die vergleichsweise geringere Energiedichte von Kondensatoren keinen Nachteil mehr darstellt.

**[0005]** Erfindungsgemäss wird dies durch die kennzeichnenden Merkmale der Anspruch 1 und 3 erreicht.

**[0006]** Bevorzugte Ausführungsbeispiele zeichnen sich durch die in den Unteransprüchen angegebenen Merkmale aus.

**[0007]** In der vorliegenden Beschreibung werden mit dem Begriff «Kondensatoren» alle Arten von kapazitiven Energiespeichern unterschiedlicher Technologie bezeichnet, insbesondere solche mit hohen Kapazitäten im Bereich von 1000 F und mehr, die prinzipiell für den Antrieb von Elektrofahrzeugen geeignet sind.

**[0008]** Im Folgenden sind anhand der beiliegenden Zeichnung bevorzugte Ausführungsbeispiele der Erfindung beschrieben. Es zeigt

Fig. 1 die Verschaltung von drei Kondensatoren seriell a) oder parallel b) mittels Relais,

Fig. 2 die Verschaltung von Kondensatorgruppen in mehreren Stufen,

Fig. 3 eine schematische Darstellung eines Dreipolrelais,

Fig. 4 die Verschaltung dreier Kondensatoren mit Dreipolrelais,

Fig. 5 die Verschaltung von mehreren Kondensatorgruppen.

**[0009]** Hochleistungskondensatoren, wie z.B. Ultrakondensatoren oder Pseudokondensatoren liefern eine Spannung von typischerweise maximal 2,7 Volt, also für den Antrieb von Elektrofahrzeugen, wie auch für andere Anwendungen zu wenig. Um höhere Spannungen zu erreichen, müssen mehrere geladene Kondensatoren zur Ladungsentnahme in Serie geschaltet werden. Werden jedoch mehrere in Serie geschaltete Kondensatoren geladen, so ist ihre Gesamtkapazität kleiner als die kleinste Einzelkapazität. In Serie geschaltete Kondensatoren, können also nur einen Bruchteil der Ladung aufnehmen, die jeder einzelne dieser Kondensatoren aufnehmen könnte. Daraus folgt, dass mehrere Kondensatoren, die benötigt werden, um in Serienschaltung eine gewünschte Spannung zu liefern, zum Laden parallel geschaltet werden müssen, um maximal geladen zu werden, d.h. um die zur Verfügung stehende Kapazität tatsächlich vollumfänglich zu nutzen.

**[0010]** Es ist also eine Schaltvorrichtung nötig, die mehrere Kondensatoren in Serie oder parallel schaltet. Eine solche Schaltvorrichtung ist beispielsweise ein handelsübliches Relais. Eine Gruppe aus mehreren Kondensatoren, die mittels eines Relais seriell oder parallel geschaltet werden können, wird in der nachfolgenden Beschreibung als «miteinander verschaltet» bezeichnet. In gleicher Weise, wie mehrere einzelne Kondensatoren miteinander verschaltet sein können, ist es auch möglich, Gruppen von Kondensatoren miteinander zu verschalten.

**[0011]** Mit den nachfolgend beschriebenen Ausführungsbeispielen einer stufenförmigen Verschaltung von Gruppen ist maximale Flexibilität in Bezug auf alle benötigten Parameter möglich. In einer in Fig. 1 dargestellten ersten Stufe werden jeweils drei Kondensatoren 1 zu einer Gruppe verschaltet, die im Folgenden als «Gruppe G1 der ersten Stufe» oder einfach als «Gruppe G1» bezeichnet wird. Werden sie zur Ladungsentnahme, wie in Fig. 1a gezeigt, seriell geschaltet, liefern sie eine Spannung von 8,1 Volt. Wie in Fig. 1b parallel geschaltet können sie maximal geladen werden und alle auf eine Spannung von z. B. 2,7 Volt aufgeladen werden. Die Umschaltung von parallel zum Laden auf seriell zur Stromentnahme erfolgt mittels vier einzelnen konventionellen Relais 2 oder einem 4-Wechslerrelais.

**[0012]** In einer in Fig. 2a gezeigten zweiten Stufe sind drei solcher Gruppen G1 der ersten Stufe mit je drei Kondensatoren 1 mittels vier einzelnen Relais 3 oder einem 4-Wechsler-Relais zu einer weiteren Gruppe G2 verschaltet. Diese weitere Gruppe G2 umfasst somit neun Kondensatoren, die seriell geschaltet je nach Ladezustand der Kondensatoren bis zu 24,3

Volt liefern. Wenn die Kondensatoren nur teilweise seriell und teilweise parallel geschaltet sind, können unterschiedliche Spannungen abgegriffen werden.

**[0013]** Fig. 2b zeigt eine dritte Stufe, in der drei der in der zweiten Stufe gebildeten Gruppen G2 mit vier einzelnen Relais 4 oder einem 4-Wechsler-Relais zu einer weiteren Gruppe G3 miteinander verschaltet sind. Der Übersichtlichkeit halber sind in dieser Darstellung die Gruppen G1 als Blöcke dargestellt. Diese weitere Gruppe G3 der dritten Stufe umfasst somit 27 Kondensatoren, die je nach Schaltung und Ladezustand der Kondensatoren bis zu 72,9 Volt, aber auch verschiedene andere Spannungswerte liefern können.

**[0014]** Fig. 2c zeigt eine vierte Stufe, in der drei der in der dritten Stufe gebildeten Gruppen G3 mit vier einzelnen Relais oder einem 4-Wechsler-Relais zu einer weiteren Gruppe G4 miteinander verschaltet sind. Die Gruppen G3 sind wiederum als Blöcke dargestellt. Diese weitere Gruppe G4 der vierten Stufe umfasst 81 Kondensatoren.

**[0015]** In den jeweiligen Stufen können auch mehr als nur drei Gruppen der darunter liegenden Stufe zu Gruppen zusammengefasst werden, welche dann eine höhere Anzahl von Relais zum Verschalten benötigen. Entsprechend der Formel  $R = (C-1)*2$  kann R, die Anzahl 1-Pol-Relais, anhand von C, der Anzahl verwendeter Kondensatoren, berechnet werden. Dies lässt sich auf die gesamte Vorrichtung anwenden.

**[0016]** In Fig. 2 sind alle Relais in der Schaltstellung dargestellt, in der alle Kondensatoren parallel miteinander verbunden sind. Wenn alle Relais seriell geschaltet sind, liefern sie in der vierten Stufe eine Maximalspannung von 218,7 Volt. Wenn teilweise parallel und teilweise seriell geschaltet wird sind verschiedene tiefere Spannungswerte erhältlich.

**[0017]** Alternativ können in den einzelnen Stufen jeweils mehr als drei, also vier, fünf etc. Kondensatoren oder Gruppen miteinander verschaltet werden, sodass andere Maximalspannungen und Spannungsschritte erreicht werden. Es ist auch möglich, in den einzelnen Stufen unterschiedliche Gruppierungen vorzunehmen, also z.B. in der ersten Stufe drei Kondensatoren zu ersten Gruppen G1 und danach in den weiteren Stufen jeweils fünf Gruppen G1, G2 etc. zu weiteren Gruppen zu verschalten.

**[0018]** Innerhalb jeder der Stufen muss immer derselbe Schaltzustand bestehen, d.h. also entweder parallel oder seriell. Ausserdem muss innerhalb der Stufen immer dieselbe Anzahl Elemente vorhanden sein, also z.B. in allen ersten Gruppen G1 die identische Anzahl Kondensatoren, in den zweiten Gruppen G2 der zweiten Stufe die identische Anzahl von Gruppen G1, etc.

**[0019]** Die Bedingung, dass innerhalb einer Stufe in allen Gruppen dieselbe Anzahl von Elementen vorhanden ist, ist vor allem im Zusammenhang mit dem nachfolgend noch zu beschreibenden Stilllegen defekter Kondensatoren von zentraler Bedeutung und erfordert den Einsatz von speziellen Relaisanordnungen oder von 3-Pol-Relais auf der zweiten Stufe. Fakultativ können diese Relaisanordnungen oder -Varianten auch auf der ersten Stufe einsetzbar.

**[0020]** In der ersten Stufe nur jeweils wenige, z.B. drei, Kondensatoren zu Gruppen zu verschalten, ist vorteilhaft in Bezug auf Massnahmen, die erforderlich werden, wenn einzelne Kondensatoren wegen Defekten ausfallen. Fällt in einer Gruppe G1 ein einzelner Kondensator aus, so muss in der nächsten Stufe diejenige Gruppe G1 ausgeschaltet werden, die den defekten Kondensator enthält. Zudem ist es zwingend notwendig, dass in allen anderen Gruppen G2 jeweils eine Gruppe G1 «vom Netz» genommen wird und dass alle Gruppen G2 auf parallel geschaltet werden. Wie die Gruppen der anderen Stufen, inklusive G1, geschaltet werden ist belanglos und wird von der Steuerelektronik gewählt.

**[0021]** Je kleiner die Zahl der miteinander verschalteten Kondensatoren in einer Gruppe ist, desto geringer ist die Wahrscheinlichkeit, dass eine Gruppe wegen eines Defekts eines einzelnen Kondensators ausfällt. Je grösser die Anzahl Elemente innerhalb der Gruppen G2 ist, desto geringer ist der prozentuale Anteil der «vom Netz» genommenen Kondensatoren.

**[0022]** Die Relais, mit denen die Umschaltung zwischen seriell und parallel erfolgt, sind vorzugsweise so geschaltet, dass in der sog. Defaultposition, d.h. also ohne Spannung am Anker, die Kondensatoren bzw. Gruppen auf seriell (also wie in Fig. 1a) gezeigt) und mit Spannung parallel verbunden sind. Dies hat den Vorteil, dass defekte, bspw. leitend gewordene Kondensatoren, dem gesamten System möglichst wenig schaden. Seriell geschaltet fliesst der Strom einfach durch sie hindurch, vergrössern den Schaden an ihrem Dielektrikum, aber beeinträchtigen nicht oder kaum andere Kondensatoren. Parallel geschaltet wirken sie wie ein Kurzschluss auf die anderen Kondensatoren ihrer Gruppe und der gesamten Vorrichtung, was erhebliche Zerstörung anrichten würde. Somit ist die Vorrichtung entschärft, nicht aber fail-safe. Um letzteres zu erreichen sind die noch zu beschreibenden 3-Pol-Relais vorteilhaft, die deshalb vorzugsweise einzusetzen sind.

**[0023]** Die verschiedenen Varianten der Verschaltung, von denen vorstehend einige beispielhaft erwähnt sind, ermöglichen es, eine Vielzahl unterschiedlicher Spannungsschritte zur Verfügung zu stellen. Diese werden mit abnehmender Gesamtladung interessant, indem durch zusätzliche Serienschaltung von Gruppen eine gewünschte Ausgangsspannung verfügbar bleibt.

**[0024]** Kondensatoren weisen eine andere Entladekurve auf als Batterien. Die verfügbare Spannung ist im Wesentlichen proportional zur gespeicherten Ladung, d.h. ein noch halb geladener Kondensator hat die Hälfte der bei Vollladung verfügbaren Spannung. Verbraucher im realen Alltag benötigen aber eine möglichst konstant gleichbleibende, bzw. mit zwischengeschalteten DC-DC-Invertoren eine Spannungsbandbreite, die eingehalten werden muss. Invertoren benötigen eine «Speisung», welche sich in einer gewissen Bandbreite befindet und typischerweise nicht um mehr als einen gewissen

Faktor variieren darf, oft um den Faktor drei. Dies macht Spannungsstufen für den praktischen Einsatz zwingend erforderlich, also Spannungsstufen, welche im laufenden Betrieb ein Anpassen, also Umschalten, erlauben. Die hier beschriebene Vorrichtung weist genau diese Eigenschaft auf. Die oben beschriebenen Gruppen lassen sich so schalten, dass jederzeit umgeschaltet werden kann, was bedeutet, dass eingesetzte Invertoren kontinuierlich mit der von ihnen benötigten Spannung versorgt werden können. Somit kann den Invertoren je nach Beladezustand und Belastung der Kondensatoren immer eine adäquate Speisespannung zur Verfügung gestellt werden, um den Verbraucher zu versorgen.

**[0025]** Soll beispielsweise ein Motor mit 24 Volt betrieben werden, so werden die Kondensatoren bzw. Gruppen anfänglich in drei Stufen parallel und in einer Stufe seriell, und bei abnehmender Ladung zunehmend mehr Stufen von parallel auf seriell geschaltet. In diesem Beispiel ergeben neun in Serie geschaltete Kondensatoren auf Stufe 1, als Gruppe G1, eine Spannung von etwas mehr als 24 Volt ab. G1 enthält also neun Elemente. Die Gruppen G2, G3 und G4 sollen in diesem Beispiel jeweils drei Elemente, bzw. Untergruppen, enthalten. Diese Vorrichtung enthält somit  $9 \times 3 \times 3 \times 3 = 243$  Kondensatoren.

**[0026]** Wird G1 auf seriell und G2, G3 und G4 auf parallel geschaltet, so steht eine Ausgangsspannung von 24,3 Volt zur Verfügung. Entladen sich während des Energieverzehrs die Kondensatoren nun auf 33% und liegen somit 7,2 Volt an, so kann durch das Umschalten von einer einzigen der drei darüber liegenden Gruppen, bzw. Stufen von parallel auf seriell wieder eine Ausgangsspannung von 24 Volt erreicht werden. Somit weist die Vorrichtung auf zwei Stufen, bzw. in zwei Gruppen die Schaltweise «parallel», sowie in zwei Stufen die Schaltweise «seriell» auf. Wird bei weiterer Entladung erneut 7,2 Volt erreicht, so ist es lediglich erforderlich, eine weitere Gruppe, bzw. Stufe von parallel auf seriell umzuschalten, um erneut 24 Volt liefern zu können, usw.

**[0027]** Selbstverständlich ergäbe sich aus einer Serienschaltung auf allen Stufen, bzw. aller Gruppen bei Vollladung eine anliegende Spannung von 656,1 Volt (243 Kondensatoren à 2,7 Volt = 656,1 Volt). Werden diese alle auf seriell geschaltet und erreicht der Verbund eine Spannung von 7,2 Volt, so ergibt dies rein rechnerisch, dass die Kondensatoren noch eine Restladung von 1% aufweisen. Dies ergibt, dass nahezu 99% ihrer Kapazität genutzt wurde, und sich keine Kapazitätsverluste durch seriell laden ergeben haben.

**[0028]** Für diese Aufgabe sind in der ersten Stufe Gruppen von fünf Kondensatoren die geeignete Lösung, da sie weniger aber breitere Spannungsschritte ergibt, die näher an der gewünschten Ziel-Verbraucher-Spannung liegen.

**[0029]** Gemäss einem weiteren Ausführungsbeispiel werden DC-DC-Invertoren, auch DC-DC-Step-up-Konvertoren genannt, verwendet, um die Spannung zu vergrössern bzw. zu erhöhen und um dem Verbraucher konstant die gleiche Spannung anbieten zu können. DC-DC-Invertoren weisen Wirkungsgrade von etwa 90% auf. Sie können sowohl mit einer variablen Eingangsspannung eine konstante, definierte Ausgangsspannung sicherstellen, als auch aus einer höheren Eingangsspannung eine konstante, definierte Ausgangsspannung niedrigeren Niveaus liefern. Letzteres kann zur Ladung der mobilen Einheit verwendet werden, was folgende Vorteile mit sich bringt:

Gruppen von parallel geschalteten Kondensatoren können in Serie geladen werden, und erleiden dabei keinen Verlust ihrer Gesamtkapazität, da sie durch die DC-DC-Invertoren, welche man sich auch als Elektronen-Pumpen vorstellen kann, voneinander getrennt sind. Dadurch kann die Spannung auf Ladekabeln wesentlich höher sein, was ein schnelleres Laden und weniger Übertragungsverluste mit sich bringt. Dies kann in einem gewissen Rahmen noch weiter geführt werden, indem für die Eingangsspannung der DC-DC-Invertoren nicht 2,5 Volt, sondern ein höherer Wert gewählt werden.

**[0030]** Unter Last nimmt die Spannung, welche die genannten Zellen liefern, proportional zum vom Verbraucher gezogenen Strom ab. Umgekehrt weisen die Zellen die Eigenschaft auf, dass sie, wenn die Last wegfällt, sich «erholen», d.h. dass die anliegende Spannung über Zeit wieder auf ein höheres Niveau ansteigt, als zuvor unter Last. Dieses Verhalten weisen auch konventionelle chemische Batterien auf, aber in einem sehr viel kleineren Mass, weshalb dieser Effekt üblicherweise vernachlässigt wird. Etwas ausgeprägter als «Super-Kondensatoren» oder «Ultra-Capacitors» weisen die sog. Pseudo-Kondensatoren diesen Effekt auf.

**[0031]** Indem mit «Spannungsschritten» gearbeitet werden kann, «passt» sich der Energiespeicher dem Verbraucher an. Ein weiteres vorteilhaftes Element der vorliegenden Erfindung ist ein 3-Pol-Relais.

**[0032]** Ein normales Wechslerrelais schaltet, bzw. verbindet einen Eingangsanschluss in Ruheposition mit einem von zwei Arbeitsanschlüssen (NC = «normally connected»). Wird an die Steueranschlüsse eine Spannung angelegt, so wird der Eingangsanschluss mit dem anderen Arbeitsanschluss (NO = «normally open») verbunden.

**[0033]** Das in Fig. 3 gezeigte 3-Pol-I-Wechsler-Relais 10 besitzt wie das Zweipolrelais zwei Arbeitsanschlüsse 6, 7, die aber beide im Ruhezustand nicht mit dem Eingang 8 verbunden sind, sondern dieser befindet sich in einer Mittelposition (Fig. 3b, Fail-Safe-Position). In dieser Position ist der Eingangsanschluss mit einem zusätzlichen, weiteren Ausgangsanschluss 9 in der Mitte verbunden. Durch Anlegen einer positiven Spannungsdifferenz an den Steueranschlüssen wird der Eingang, wie Fig. 3a zeigt, mit dem Arbeitsanschluss 6, bei Anlegen einer negativen Spannungsdifferenz gemäss Fig. 3c mit dem Arbeitsanschluss 7 verbunden.

**[0034]** Alternativ kann das Relais so konstruiert werden, dass nur positive, gegensätzlich wirkende Spannungsdifferenziale angelegt werden können, diese aber gesteuert von Mikroelektronik zeitgleich ausgeschlossen sind; falls dies aber trotzdem passieren würde, so wäre die Konstruktion «fail-safe», da beide Signale sich aufheben würden und das Relais in Mittelposition verharren würde.

**[0035]** In allen Fällen wird der Kontakter durch zwei Federelemente in die Mittelposition gebracht und dort gehalten, falls keine Steuerspannung anliegt.

**[0036]** In Fig. 3d die die jeweiligen Schaltzustände als Schaltbild dargestellt.

**[0037]** Wird die Vorrichtung mit heute erhältlichen Bauteilen, bzw. entsprechend den oben ausgeführten theoretischen Überlegungen ausgeführt, weist sie folgende Problematik auf: Alle Relais einer Stufe sollten in der gleichen Millisekunde umschalten, und zwar innerhalb des Zeitraums, indem (Fig. 3) der Kontaktor durch die Aktivierung (oder Deaktivierung) des Ankers, bzw. der Spule, den Kontakt zum einen Ausgangsanschluss 6 verlässt bzw. unterbricht, den Weg zum anderen Ausgangsanschluss 7 zurücklegt, und dort die Verbindung zu 7 herstellt. Dies ist eine sehr kurze Zeitspanne, und dass alle Relais in einer Vorrichtung dies genügend zeitnah durchführen, d.h. das letzte Relais den Kontakt zu 6 unterbricht, bevor das erste Relais den Kontakt mit 7 herstellt, ist äusserst unwahrscheinlich, weshalb man davon ausgehen kann, dass in einer solchen Apparatur mitunter massive Fehlströme sich während des Umschaltens entwickeln werden, auch wenn beispielsweise mit MasterAdapter von Finder gearbeitet wird.

**[0038]** Nur das Gesamtsystem kann ausgemessen werden, nicht aber einzelne Gruppen oder Kondensatoren, da diese konstant miteinander verbunden sind. Dies wird sehr problematisch, falls Komponenten wie Relais oder Kondensatoren ihre Eigenschaften verändern, da dies nicht festgestellt werden kann. Daher besteht keine Möglichkeit, in Notfällen eingreifen zu können, wenn bspw. ein Kondensator oder ein Relais versagt.

**[0039]** Daher weist die Vorrichtung in der praktischen Umsetzung folgende Eigenschaften auf:

- a. Die Zeitdauer, in der ein Relais weder mit dem einen, noch dem anderen Anschlus Ausgang (6 oder 7 in Fig. 3) Kontakt hat, ist beliebig lange und kann frei gewählt werden
- b. Einzelne Kondensatoren und einzelne Gruppen G1, G2, etc. können vollständig vom restlichen System getrennt werden
- c. Fehlerhafte Komponenten können aus der Vorrichtung genommen werden
- d. Die Vorrichtung weist Möglichkeiten auf, Notfälle abzufangen und zu handhaben.

**[0040]** Dies wird ermöglicht durch die dritte Position des 3-Pol-Relais, welche folgend als Mittelstellung bezeichnet wird. Konkret bedeutet dies, dass beim Umschalten von parallel auf seriell in einem ersten Schritt von parallel auf Mittelstellung geschaltet wird, bis alle Relais diesen Zustand erreicht haben, und danach erst in einem zweiten Schritt auf seriell geschaltet wird. Entsprechend erfolgt auch das Umschalten von seriell auf parallel in zwei Schritten, dass ferner einzelne Kondensatoren oder Gruppen, da in Mittelposition der Relais, vollständig vom restlichen System getrennt und individuell ausgemessen werden können, wodurch fehlerhafte Komponenten erkannt werden, und es möglich ist, weitestgehende Kontrolle über das gesamte System zu haben.

**[0041]** Abweichend von oben beschriebenen theoretischen Überlegungen mit konventionellen «2-Pol-Relais» benötigt eine Vorrichtung, welche 3-Pol-Relais verwendet, innerhalb einer Gruppe jeweils zwei Relais mehr. Dies ergibt sich aus folgender Überlegung: In den oben aufgeführten theoretischen Überlegung werden Relais zwischen Kondensatoren eingesetzt, mit dem primären Ziel zwischen Schaltzuständen wechseln, zu können, aber hier werden sie vor und hinter einem Kondensator eingesetzt, mit dem primären Ziel, sie vom restlichen System isolieren und handhaben zu können.

**[0042]** Praktische und wirtschaftliche Überlegungen legen es nahe, nur auf der zweiten Stufe, d.h. in den Gruppen G2, 3-Pol-Relais zu verwenden. Dies ist an folgende Bedingungen geknüpft: Auf der zweiten Stufe sind vorzugsweise 3-Pol-2-Wechsler-Relais, einzusetzen, bei jedem Umschalten auf allen anderen Stufen als der zweiten Stufe, werden zuerst die Relais der zweiten Stufe in Mittelposition gebracht, dann erfolgt das eigentliche Umschalten, und danach wird die zweite Stufe wieder in die vorherige Position gebracht; innerhalb der Gruppen G1 (und auch G3, G4 etc.) müssen zwingend 2-Wechsler (oder besser 4-Wechsler, bzw. bei n Kondensatoren n\*2-Wechsler) eingesetzt werden, da diese im Unterschied zu einzeln eingesetzten 1-Wechsler-Relais durch ihre Bauweise garantiert immer die gleiche Position zwischen den Ein- und Ausgangsanschlüssen aufweisen (Fig. 1).

**[0043]** Aufgrund dieser Bedingungen werden alle Gruppen G1 während des Umschaltens vom restlichen System getrennt, was bedeutet, dass unterschiedliche Schaltzeiten der Relais ohne jegliche Auswirkungen sind. Daher können auf allen anderen Stufen ausser der zweiten Stufe konventionelle 2-Pol-2-Wechsler-Relais eingesetzt werden. Damit ist die gesamte Vorrichtung in sich fail-safe.

**[0044]** Fig. 4 zeigt eine Verschaltung dreier Kondensatoren mittels 3-Pol-Relais entsprechend der in Fig. 1 gezeigten Anordnung. Es werden sechs solcher Relais benötigt um eine Gruppe G1 zu verschalten.

**[0045]** Fig. 5 zeigt eine Verschaltung dreier Gruppen G1 zu einer Gruppe G2 entsprechend der in Fig. 2a gezeigten Anordnung mittels sechs weiteren 3-Pol-Relais. Die Verschaltung von Gruppen in weiteren Stufen erfolgt gleich wie im zuerst beschriebenen Ausführungsbeispiel.

**[0046]** Wird ein solches 3-Pol-Relais im Rahmen der vorliegenden Erfindung eingesetzt, so ist in der Ruheposition der Eingangsanschluss mit einem zusätzlichen, weiteren Ausgangsanschluss verbunden, welcher innerhalb einer Gruppe G1 zum Ausmessen einzelner Kondensatoren, und zum Ausschliessen eines defekten Kondensators verwendet werden kann, sowie zwischen den Gruppen G1 zum Anschluss an die Ladestation (en, d.h. DC-DC-Konvertern) genutzt werden kann.

**[0047]** Die zusätzliche Mittelposition kann also genützt werden, um einen einzelnen Kondensator auf Ladungszustand, erfolgte Ladungsaufnahme (d.h. ob er auch tatsächlich speichert, was er soll), sowie andere individuelle Werte zu vermessen, wie z.B. Innenwiderstand, Kapazitätsfähigkeit, bzw. tatsächlich aufgewiesener Kapazität, und somit Stadium des Alterungsprozesses, oder gegebenenfalls zum Stilllegen zu markieren, oder in Notfällen (durch Materialfehler, bzw. -ermüdung hervorgerufen) wie Kurzschluss-Verhalten die gesamte Gruppe vom Netz zu nehmen. Ausserdem können in der Mittelposition einzelne Gruppen unabhängig von den anderen beladen, vermessen, oder zur (virtuellen oder realen) Stilllegung gekennzeichnet werden.

**[0048]** Die Mittelposition ermöglicht es zudem, die Gruppen einzeln, d.h. voneinander abgekoppelt, zu laden, was paralleles Laden fordert, und den Ladevorgang zusätzlich beschleunigt.

**[0049]** Fig. 4 zeigt eine Verschaltung dreier Kondensatoren mittels 3-Pol-Relais entsprechend der in Fig. 1 gezeigten Anordnung. Es werden sechs solcher Relais benötigt um eine Gruppe G1 zu verschalten.

**[0050]** Fig. 5 zeigt eine Verschaltung dreier Gruppen G1 zu einer Gruppe G2 entsprechend der in Fig. 2a gezeigten Anordnung mittels sechs weiteren 3-Pol-Relais. Die Verschaltung von Gruppen in weiteren Stufen erfolgt gleich wie im zuerst beschriebenen Ausführungsbeispiel.

**[0051]** Für den optimalen Einsatz im Rahmen der vorliegenden Erfindung werden jeweils sechs solcher 3-Pol-I-Wechsler-Relais oder einem 3-Pol-6-Wechsler-Relais in eine 3er-Gruppe integriert. Anhand letzterer kann eine Gruppe, bestehend aus drei Kondensatoren, mit einem einzigen 3-Pol-6-Wechsler-Relais zwischen seriell und parallel umgeschaltet werden. Eine solche Gruppe G1 weist drei Anschlusskabel auf, nämlich Plus- und Minus der Kondensatoren-Gruppe (0 bis 2,5 V parallel, 0 bis 7,5 V seriell), Versorgung des Relais (12V), und ein Steuerungskabel des Relais (-5, 0 oder 5 Volt).

**[0052]** 2-Pol-4-Wechsler-Relais sind üblicher Standard; somit sollten 3-Pol-4-Wechsler-Relais einfach realisierbar sein.

**[0053]** Der Ladevorgang kann mittels konventionellen Stromquellen erfolgen, d.h. mit Ladegeräten, welche die erforderliche Ladespannung von z.B. 2,5 Volt liefern. Alternativ kann die Aufladung mit dem Verfahren und der Vorrichtung erfolgen, die in der parallelen Patentanmeldung CH ..., auf deren Inhalt hiermit ausdrücklich Bezug genommen wird, beschrieben sind. Diese Aufladung mittels Kondensatoren ist erheblich effizienter, energiesparender und somit umweltfreundlicher, da keine sich aufheizenden Steuergeräte eingesetzt werden müssen oder können. Ausserdem ist sie bei optimaler Abstimmung wesentlich schneller.

**[0054]** In einer Gruppe G2 der zweiten Stufe erhält jede Gruppe G1 ein eigenes Relais, um beladen oder nicht beladen zu werden, letzteres im Störfall, d.h. wenn ein Kondensator defekt ist und die betreffende Gruppe «off-line» genommen wird. In einer Gruppe G1 sind alle Kondensatoren parallel geschaltet und bereit zum Ausmessen oder Beladen.

**[0055]** Ist eine Gruppe G1 als in Ordnung vom Micro-Chip vermessen worden, wird das Beladesteuer-Relais aktiviert, und es kann beladen werden, sonst bleibt es offen.

**[0056]** In einer Gruppe G2 der zweiten Stufe werden alle Gruppen G1 zusammengefasst, womit die gesamte Vorrichtung beispielsweise bei drei Gruppen G3 bestehend aus jeweils drei Gruppen G2 insgesamt 9 zu ladende Einheiten hat. Gibt es weitere Stufen, so wird jeweils auf der Stufe unter der obersten Stufe zusammengefasst.

**[0057]** Diese Gruppen G2 können von Ladegeräten oder Kondensatoren geladen werden. Im ersten Fall beinhaltet das Beladungskabel zur Ladestation zwei Adern und hat seine eigene Anschluss-Buchse am Fahrzeug. Im zweiten Fall hat es neun zweiadrige Kabel, eine Datenleitung und ebenso seine eigene Anschluss-Buchse. Welche Variante jeweils zum Zuge kommt, wird bestimmt durch die Art der angefahrenen Ladestation.

**[0058]** Falls eine Ladestation Wechselstrom anbietet, wird ein Gleichrichter, ggf. inkl. Spannungs-Konverter, zwischen Beladungskabel und den DC-DC-Konvertern geschaltet, um die Spezifikationen einzuhalten.

**[0059]** Falls es sich um eine Kondensator-Ladestation handelt, so wird jede Gruppe G2 direkt und konstant mit einer Beladungssteuerungseinheit (BSE) in der Ladestation verbunden.

**[0060]** Im ersten Schritt teilt die Steuerung der Vorrichtung der Ladestation mit, wie gross die Kapazität der Kondensatoren ist (sind alle identisch), in welchen Gruppen G2 wie viele Kondensatoren online sind (sind alle parallel geschaltet) und an welcher der neun Leitungen diese angeschlossen sind.

**[0061]** Damit hat die Ladestation alle notwendigen Information, ausser falls in Zukunft Kondensatoren mit einer höheren maximal zulässigen Spannung auf den Markt kommen würden; diese Information müsste dann auch kommuniziert werden.

**[0062]** Im zweiten Schritt misst die Ladestation die auf den neun Leitungen jeweils anliegenden Spannungen. Weichen diese zu stark voneinander ab, so wird eine Problembehandlungsroutine aktiviert, sonst wird das Beladen initiiert.

**[0063]** Anhand der erhaltenen Daten wählt die BSE nun die «idealen» Kondensatoren aus und legt sie jeweils an das Ladekabel. Ist ein ladender Kondensator leer, d.h. hat er seine Aufgabe ausgeführt, wird er vom Ladekabel weggenommen, der nächste ladende Kondensator wird angewählt und mit dem Ladekabel verbunden.

**[0064]** Dazu braucht die BSE ein solides, hohe Ströme schaltendes Relais und einen Verbund von beispielsweise vier Wählscheiben, in der Art, wie sie in alten Telefonanlagen eingesetzt wurden, um 36 Kondensatoren jeweils exklusiv ansprechen zu können (eine Wähleinheit hat zehn Anschlüsse; an neun kommt jeweils ein Kondensator, der zehnte ist leer, «not connected»).

**[0065]** Somit kann die BSE die Gruppe G1 im Fahrzeug nun in 3%-Schritten laden.

**[0066]** Je nach Kapazität der im Fahrzeug verbauten Kondensatoren kann es sein, dass ab einer gewissen Beladung von diesen, z.B.: 80%, und weil die physische, maximale Kapazität einzelner ladender Kondensatoren erreicht ist, «äquivalente» ladende Kondensatoren verwendet werden, welche ihrerseits aus mehreren ladenden Kondensatoren bestehen.

**[0067]** Falls eine Ladestation Fahrzeuge mit Kondensatoren mit unterschiedlichen Kapazitäten laden soll, so ist es erforderlich, dass die BSE über entsprechend mehr Wählscheiben und daran angeschlossene ladende Kondensatoren (unterschiedlicher Kapazität) verfügt.

**[0068]** Die Minusanschlüsse der ladenden Kondensatoren sind direkt miteinander verbunden. Beladen werden sie entweder seriell mit Zener-Dioden, parallel, oder via Wählscheiben.

**[0069]** Das Beladen der mobilen Kondensatoren durch stationäre Kondensatoren ist sehr schnell und weist einen sehr hohen Wirkungsgrad auf.

### Patentansprüche

1. Verfahren zur Nutzung der Kapazität mobiler Kondensatoren, dadurch gekennzeichnet, dass die mobilen Kondensatoren zum Laden parallel und zur Stromabgabe seriell geschaltet sind und die Kondensatoren mehrstufig gruppiert sind derart, dass in einer ersten Stufe Gruppen aus mehreren miteinander verschalteten Kondensatoren gebildet sind, in einer zweiten Stufe wiederum mehrere Gruppen der ersten Stufe zu weiteren Gruppen und in weiteren Stufen jeweils Gruppen der jeweils vorangehenden Stufe zu weiteren Gruppen miteinander verschaltet sind.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Gruppen aus jeweils drei miteinander verschalteten Kondensatoren bzw. Gruppen bestehen.
3. System zur Durchführung des Verfahrens nach Anspruch 1, Laden mobiler Kondensatoren gemäss Anspruch 1, gekennzeichnet durch mehrere zu Gruppen miteinander verschaltete Kondensatoren und einer Schaltvorrichtung zur wechselweise seriellen oder parallelen Schaltung der Kondensatoren.
4. System gemäss Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass stufenweise jeweils mehrere Gruppen miteinander verschaltet sind.
5. System gemäss Anspruch 4, gekennzeichnet durch Relais zur Verschaltung der Kondensatoren und Gruppen.
6. System gemäss Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Relais 3-Pol-Relais sind.

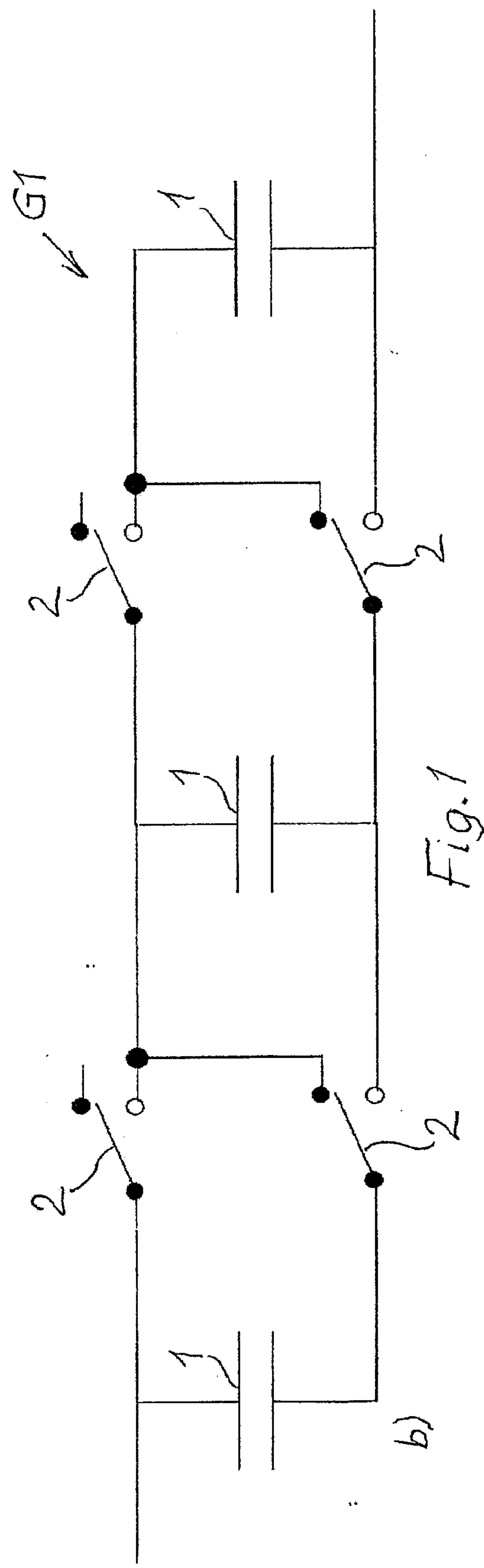
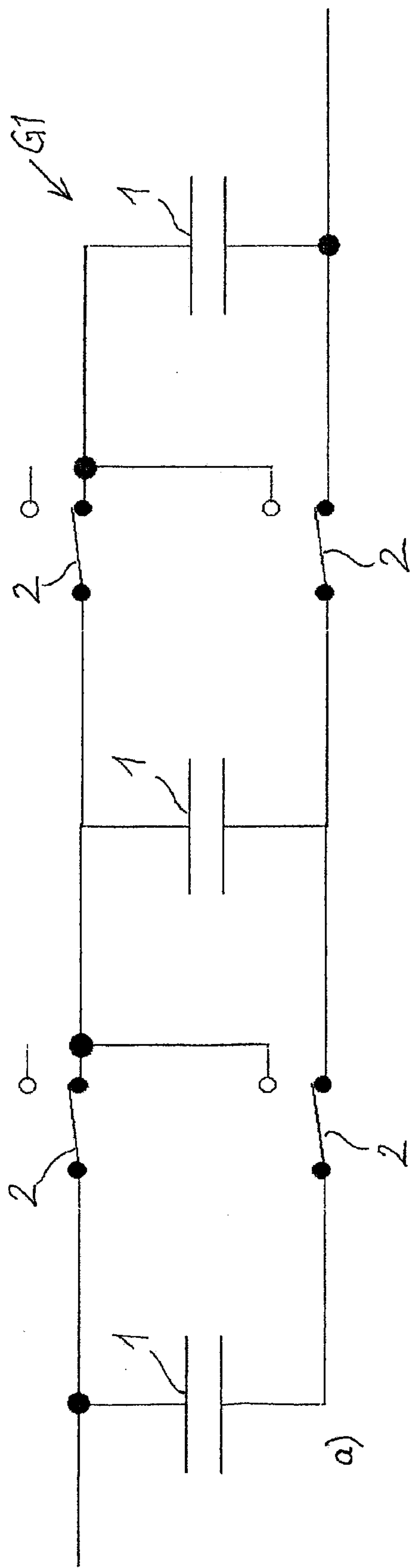


Fig.1

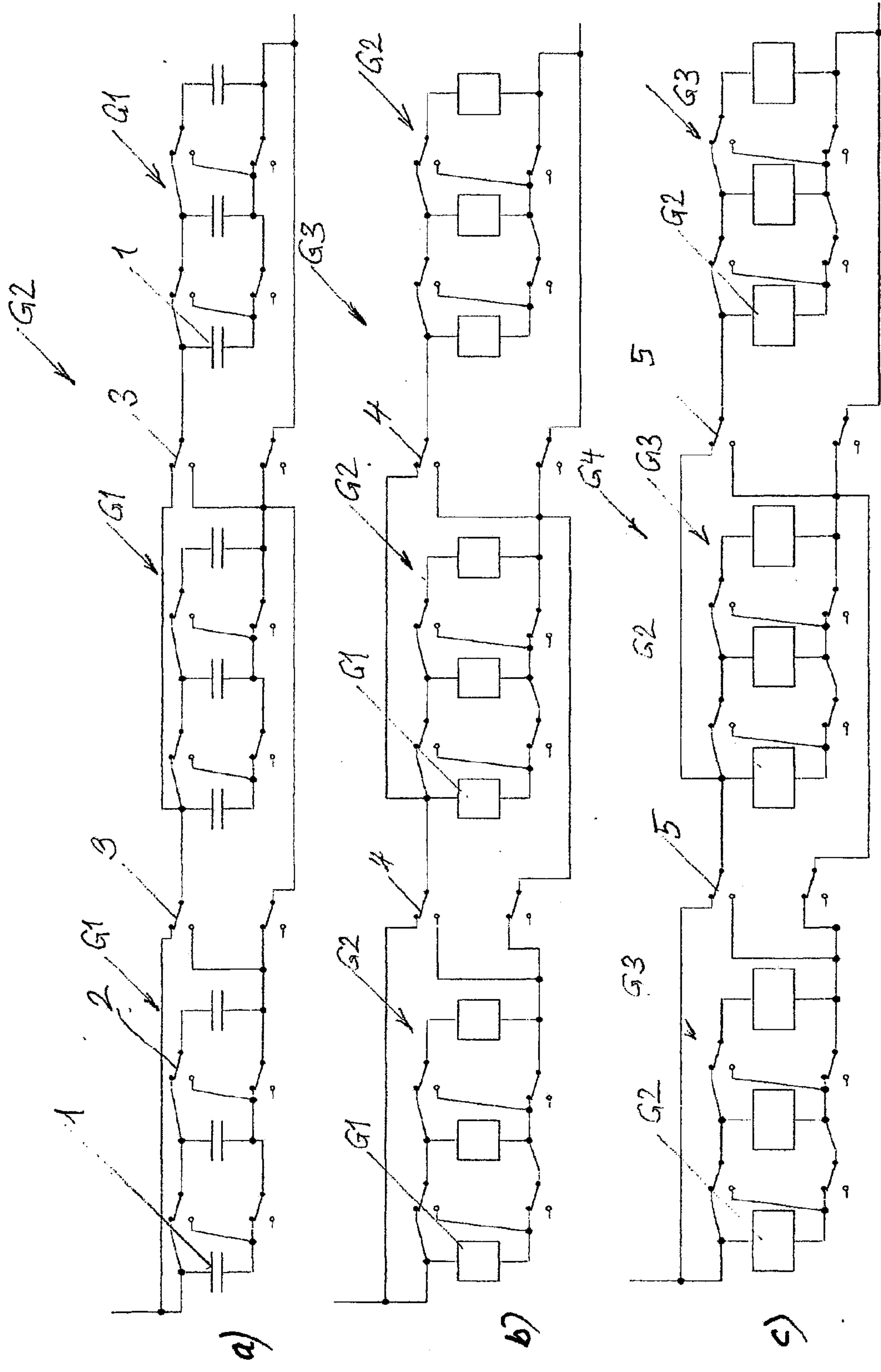
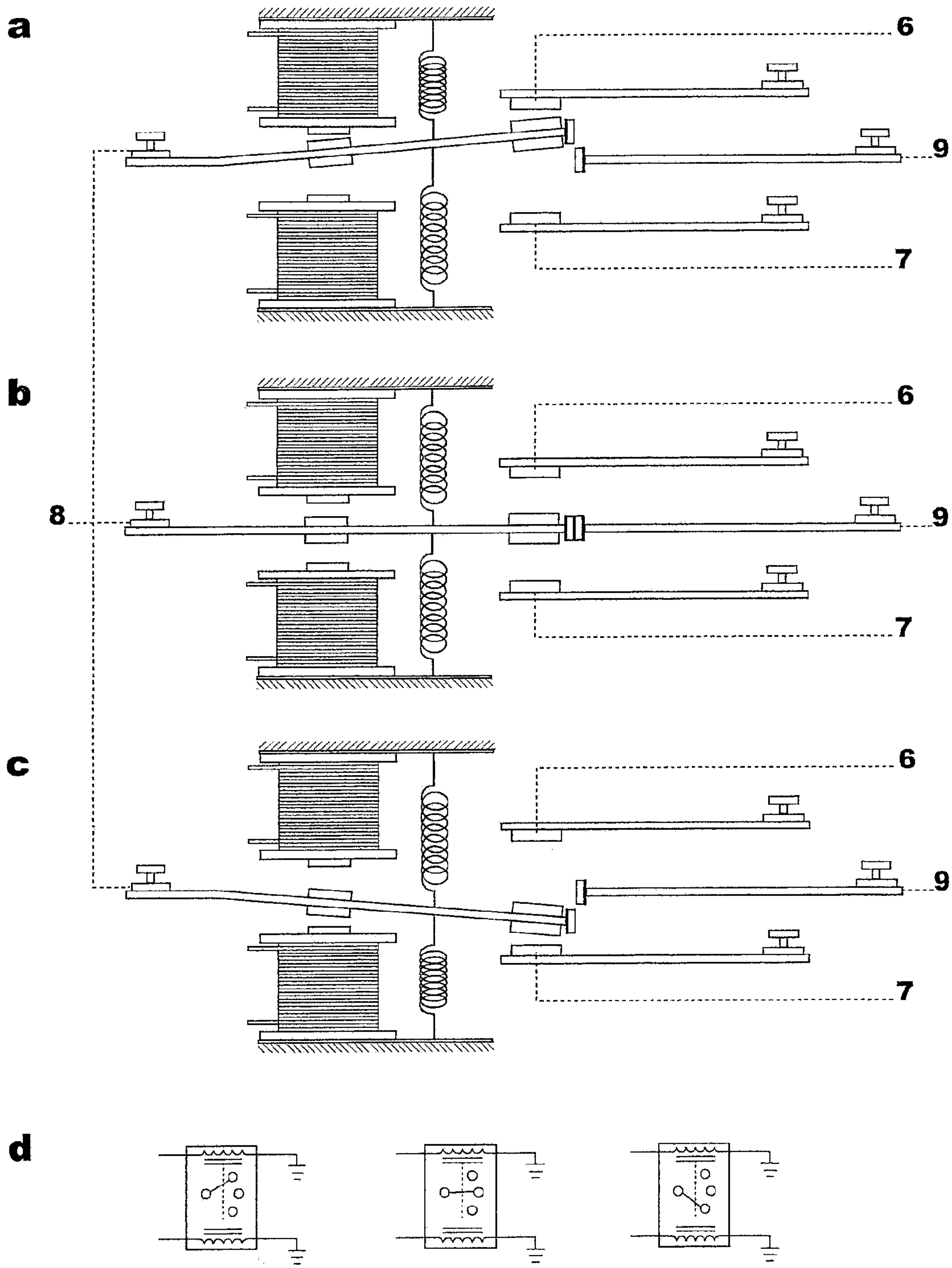
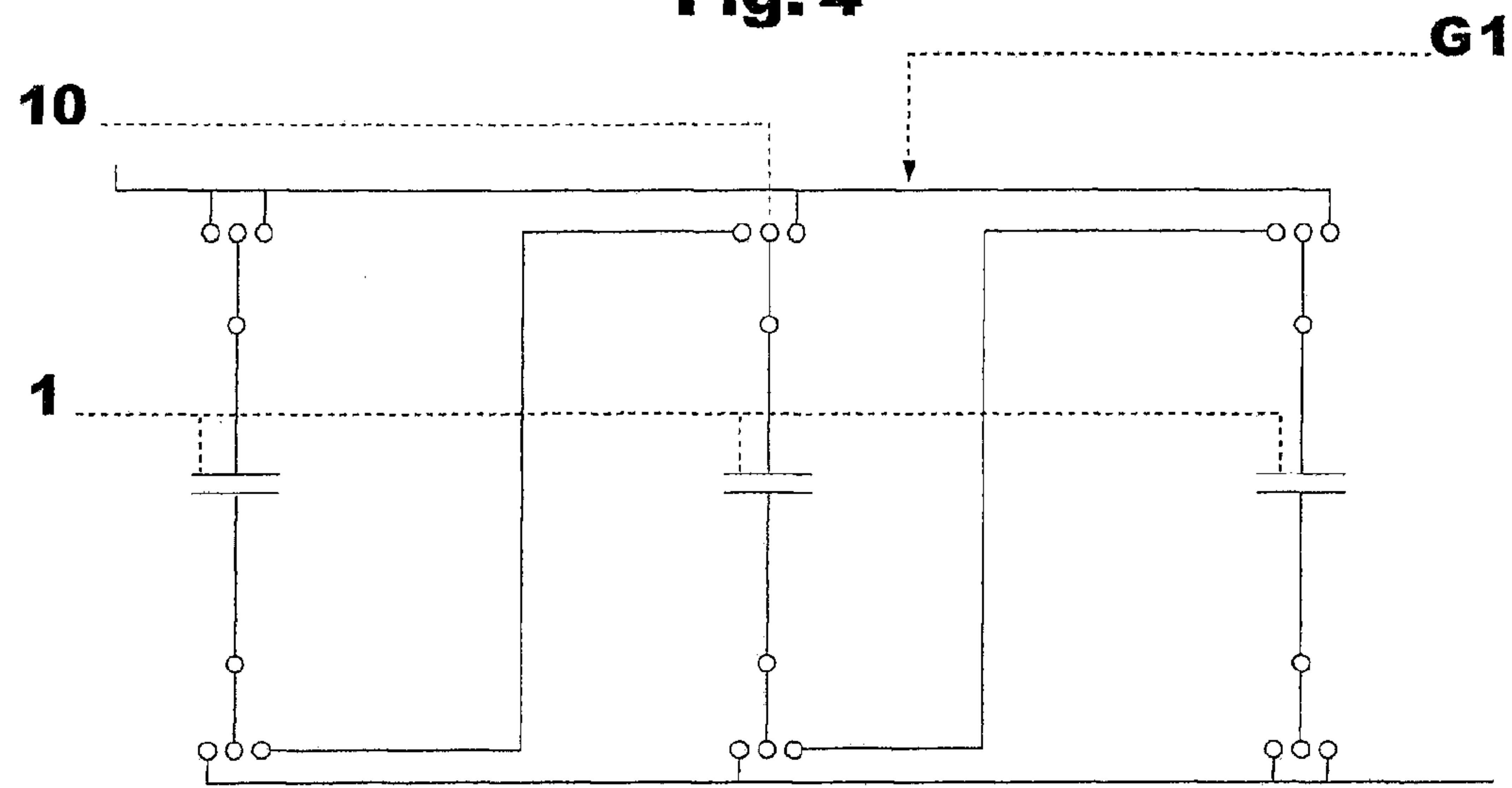


Fig. 2

Fig. 3



**Fig. 4**



**Fig. 5**

