(19) Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11) EP 0 637 829 B1

(12) **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
**08.01.1997 Patentblatt 1997/02**

(51) Int Cl.[6]: **H01H 9/00**, H01H 3/30

(21) Anmeldenummer: **94102842.5**

(22) Anmeldetag: **25.02.1994**

(54) **Stufenschalter für einen Stufentransformator**

Tap changer for tapped transformer

Sélecteur de prises pour transformateur à échelons

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT DE ES FR GB SE**

(30) Priorität: **04.08.1993 DE 4326127**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
**08.02.1995 Patentblatt 1995/06**

(73) Patentinhaber: **MASCHINENFABRIK REINHAUSEN GmbH**
**D-93059 Regensburg (DE)**

(72) Erfinder:
- **Lauterwald, Rolf, Ing. grad.**
  **D-93186 Pettendorf (DE)**
- **Neumeyer, Josef**
  **D-93164 Waldetzenberg (DE)**
- **Albrecht, Wolfgang, Dipl.-Ing. (TU)**
  **D-93173 Wenzenbach (DE)**

(56) Entgegenhaltungen:
**DE-C- 609 690**
**US-A- 4 636 594**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

EP 0 637 829 B1

**Beschreibung**

Die Erfindung betrifft einen Stufenschalter für einen Stufentransformator gemäß dem Oberbegriff des ersten Patentanspruches.

Solche Stufenschalter sind aus der WO 94/02955 bekannt.

Üblicherweise sind Stufenschalter nach dem Prinzip der Widerstandsschnellschaltung zur unterbrechungslosen Umschaltung von einer Anzapfung eines Stufentransformators zu einer anderen so aufgebaut, daß die jeweils mit den Ausleitungen der Stufenwicklungen elektrisch in Verbindung stehenden festen Stufenkontakte in einer oder mehreren horizontalen Ebene bzw. Ebenen kreisförmig an einem Isolierstoffgerüst oder -zylinder angeordnet sind und durch von konzentrischen Antriebswellen betätigte drehbare Kontaktbrücken beschaltbar sind.

Bei Lastwählern, bei denen die Stufenwahl und die eigentliche Lastumschaltung kombiniert sind, erfolgt die Betätigung der Kontaktbrücken dabei sprungartig nach Auslösung eines von der Antriebswelle des Schalters aufgezogenen Energiespeichers, meist Federkraftspeichers.

In der WO 94/02955 ist, abweichend von diesen üblichen Konstruktionen, ein Stufenschalter mit linearer Kontaktbetätigung beschrieben, wobei die festen Stufenkontakte längs einer Bahn sich in das Innere des Schalters erstrecken und von einem verschiebbaren Schaltmechanismus beschaltbar sind, der wiederum von der Antriebswelle angetrieben wird.

Der vertikal verschiebbare Schaltmechanismus besteht aus einem kontinuierlich von der Antriebswelle antreibbaren Aufzugsschlitten, der den neuen festen Stufenkontakt vorwählt, und einem durch den Aufzugsschlitten mittels eines Energiespeichers aufziehbarem Abtriebsteil, das nach Auslösung sprungartig dem Aufzugsschlitten nachläuft und dabei die eigentliche Lastumschaltung von der bisherigen Anzapfung der Stufenwicklung auf die vorgewählte neue Anzapfung vollzieht. Die dazu erforderlichen Schaltelemente sind Bestandteil des Abtriebsteiles.

Nachteilig bei diesem Stufenschalter ist, daß das Abtriebsteil notwendigerweise eine Anzahl von verschiedenen mechanischen Führungs- und elektrischen Kontaktelementen sowie die Schaltelemente und Mittel zu deren Betätigung und damit insgesamt eine nicht unerhebliche Masse aufweist. Daraus ergibt sich zwangsläufig, daß, da der Federenergiespeicher bei jeder Auslösung die gleiche Energie freigibt, die sprungartige Bewegung des Abtriebsteiles nach oben sich langsamer vollzieht als nach unten, da im ersten Fall der Energieinhalt der Schwerkraft des Abtriebsteiles dem Energiegehalt des Federenergiespeichers entgegenwirkt, während er sich im zweiten Fall zu diesem addiert. Eine solche unterschiedliche Schaltgeschwindigkeit in Abhängigkeit von der Schaltrichtung ist unerwünscht; vielmehr ist anzustreben, daß, wie auch bei den bekannten durch drehbare horizontale Kontaktbrücken betätigten Stufenschaltern, sich jede Umschaltung mit zumindest annähernd der gleichen Schaltgeschwindigkeit vollzieht.

Aufgabe der Erfindung ist es demnach, eine Möglichkeit vorzusehen, um bei den eingangs genannten vertikal bewegten linearen Stufenschaltern das Gewicht des sprungartig nachgeführten Abtriebsteiles zu kompensieren, derart, daß es sich nicht richtungsabhängig auf die Schaltgeschwindigkeit auswirkt.

Dies wird erfindungsgemäß durch die im kennzeichnenden Teil des ersten Patentanspruches aufgeführten Mittel gelöst. Die Unteransprüche beinhalten vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung.

Durch die erfindungsgemäße Zusatzfeder zwischen dem Aufzugsschlitten und dem Abtriebsteil ist, wie im Ausführungsbeispiel noch näher erläutert werden wird, auf einfache Weise eine Kompensation des Eigengewichtes des Abtriebsteiles und damit eine Vergleichmäßigung der Schaltgeschwindigkeit unabhängig von der Schaltrichtung mit geringem konstruktiven Mehraufwand erreicht.

Als Zusatzfedern sind sowohl Zug- als auch Druckfedern geeignet. Wird eine Zugfeder verwendet, so ist diese so zwischen Aufzugsschlitten und Abtriebsteil anzuordnen, daß dann, wenn eine Schaltbewegung nach unten vorbereitet wird, d.h. der Aufzugsschlitten bereits vertikal nach unten zum nächsten festen Stufenkontakt bewegt worden ist und das Abtriebsteil vor Auslösung des Energiespeichers noch am bisherigen (darüberliegenden) festen Stufenkontakt verharrt, die Zugfeder sich in Ruhestellung, d.h. ohne bzw. mit geringer Vorspannung, befindet und beim anschließenden sprungartigen Nachfolgen des Abtriebsteiles aufgezogen, d.h. gespannt wird.

Wird dagegen eine Druckfeder verwendet, so ist diese so anzuordnen, daß sie sich bei der beschriebenen Lage der Teile ebenfalls in Ruhestellung, d.h. im entspannten bzw. weitgehend entspannten Zustand befindet und beim anschließenden sprungartigen Nachfolgen des Abtriebsteiles zusammengedrückt, d.h. ebenfalls gespannt wird.

Dies ist durch jeweils entsprechend gewählte Anlenkpunkte für die Befestigung der entsprechenden Feder realisierbar.

Die Anwendung von Zugfedern ist insofern vorteilhafter, als Zugfedern ohne zusätzliche Längsführung auskommen, während bei Druckfedern einer bestimmten Länge die Gefahr eines Knickens beim Zusammendrücken besteht, was eine zusätzliche Längsführung, durch ein umschließendes Rohr etwa, notwendig macht.

Es hat sich gezeigt, daß insbesondere bei der Verwendung einer Zugfeder als Zusatzfeder eine nahezu vollständige Kompensation der durch die Schwerkraft bedingten Bewegungsenergie möglich ist. Neben einer entsprechend gewählten Federcharakteristik ist auch durch einfache Variation der Federlänge eine Anpassung an unterschiedliche Gewichts- und kinematische

Verhältnisse des Energiespeichers möglich.

Die Erfindung soll nachstehend an Hand von Zeichnungen beispeilhaft noch näher erläutert werden.

Fig. 1 zeigt einen erfindungsgemäßen Stufenschalter mit einer Zugfeder als Zusatzfeder in seitlicher Schnittdarstellung

Fig. 2 zeigt in schematischer Darstellung eine Schaltsequenz eines solchen Stufenschalters

Fig. 3 zeigt, ebenfalls schematisch, die entsprechenden Kennlinien der bei dieser Schaltsequenz wirksamen Kräfte

Fig. 4 zeigt die vereinfachte Energiebilanz bei dieser Schaltsequenz

Fig. 5 zeigt wiederum in schematischer Darstellung eine zweite Schaltsequenz eines anderen Stufenschalters, bei dem statt einer Zug- eine Druckfeder als Zusatzfeder verwendet wird.

Nachfolgend soll zunächst der in Fig. 1 dargestellte Stufenschalter näher beschrieben werden.

Seitlich erstrecken sich, vertikal übereinander angeordnet, die festen Stufenkontakte K(n-1), K(n), K(n+1),..., die jeweils aus zwei parallelen Kontaktwangen bestehen, ins Innere des Schalters. Vom oberhalb angeordneten Antrieb 1 führt eine Gewindespindel 2 in das Innere des Stufenschalters. Dieser weist weiterhin einen Federenergiespeicher auf, der aus einem rohrförmigen Aufzugsschlitten 3 besteht, der von einer Druckfeder 4 umschlossen wird und seinerseits die Gewindespindel 2 umschließt, von der er angetrieben wird. Am Aufzugsschitten 3 sind isoliert eine vorwählender Hilfskontakt 5, der jeweils eine Kontaktwange des jeweils gewählten festen Stufenkontaktes K(...) überstreicht, sowie weiterhin eine sich vertikal erstreckende Auslösekontur 6 befestigt. Der Federenergiespeicher besteht weiterhin aus einem im wesentlichen U-förmigen Abtriebsteil 7. Weiterer Bestandteil des Abtriebsteiles 7 und damit dessen sprungartige Bewegung nach Auslösung mitvollziehend ist ein Schaltkontakt, der das jeweils andere Kontaktteil jedes festen Stufenkontaktes K(...) beschaltet; in der Figur ist dieser Schaltkontakt nicht sichtbar, da er sich in der gezeigten Ruhestellung in der gleichen horizontalen Ebene hinter dem vorwählenden Hilfskontakt 5 befindet. Eine Zugfeder 11 ist oben an einem Befestigungspunkt 11.1 des Aufzugsschlittens 3 und am unteren Ende an einem Befestigungspunkt 11.2 des Abtriebsteiles 7 so zwischen diesen eingespannt, daß sie in Ruhestellung, d.h. wenn der voreilende Hilfskontakt 5 und der nacheilende Schaltkontakt am gleichen festen Stufenkontakt anliegen, unter Vorspannung steht, d.h. um einem bestimmten Betrag aus ihrer Ruhelage auseinandergezogen ist.

Soll eine Umschaltung erfolgen, vollführt die Gewindespindel 2 eine Drehbewegung und bewegt den rohrförmigen Aufzugsschlitten 3, der sie umgibt, je nach Drehrichtung kontinuierlich nach oben oder unten. Dadurch wird die Druckfeder 4 des Energiespeichers, die sich gegen ein oberes Widerlager 4.1 bzw. ein unteres Widerlager 4.2 abstützt, gespannt; der Federenergiespeicher wird aufgezogen.

Bei dieser Bewegung des Aufzugsschlittens 3 relativ zum noch stillstehenden Abtriebsteil 7 läuft eine Rolle 8 eines Auslöseriegels 9 des Abtriebsteiles 7 auf der sich ebenfalls vertikal bewegenden Auslösekontur 6, die Schrägen 6.1, 6.2 aufweist.

Gleichzeitig bewegt sich der fest mit dem Aufzugsschlitten 3 isoliert verbundene vorwählende Hilfskontakt 5; er verläßt den ursprünglichen festen Stufenkontakt K(n) und erreicht den nächsten, darüber oder darunter befindlichen festen Stufenkontakt K(n+1), K(n-1).

Anschließend erreicht die Rolle 8 die jeweilige Schräge 6.1 oder 6.2; der Auslöseriegel 9 wird horizontal aus der dem festen Stufenkontakt K(n) zugeordneten Arretierung 10.n verschoben und das komplette Abtriebsteil 7 folgt sprunghaft der vorausgegangenen Bewegung des Aufzugsschlittens 3, bis sich der Auslöseriegel 9 in der dem neu erreichten festen Stufenkontakt zugeordneten Arretierung 10.n+1 bzw. 10.n-1 wieder verrastet. Dabei verläßt der Schaltkontakt nunmehr ebenfalls den bisherigen festen Stufenkontakt und erreicht eine Kontaktwange des neuen Stufenkontaktes, auf dessen anderer bereits der Hilfskontakt 5 aufliegt.

Bei einer Schaltung von K(n) nach K(n+1) wird durch den vorwählenden Aufzugsschlitten 3 die Zugfeder 11 zusätzlich zu ihrer bereits in Ruhestellung vorhandenen Vorspannung noch weiter ausgelenkt, so daß sich beim Nachfolgen des Abtriebsteiles 7 die Energie der Druckfeder 4 des ausgelösten Energiespeichers und die der sich teilweise entspannenden Zugfeder 11 addieren.

Bei einer Schaltung von K(n) nach K(n-1) hingegen wird durch den vorwählenden Aufzugsschlitten 3 die Zugfeder 11 entspannt, so daß beim Nachfolgen des Abtriebsteiles 7 ein Teil der Bewegungsenergie für ein teilweises Spannen der Zugfeder 11 erforderlich ist - der Einfluß des Gewichtes ist ausgeglichen.

Fig. 2 zeigt diese beschriebenen Schaltvorgänge nochmals schematisch, aus Fig. 3 sind die entsprechenden Kennlinien der Kraftverläufe zu entnehmen. Es ist zu erkennen, daß unabhängig von der Schaltrichtung die gleichen Verhältnisse herrschen. Fig. 4 zeigt die resultierende Energiebilanz beim beschriebenen Stufenschalter.

E1 ist dabei jeweils der Energieinhalt der Energiespeicherfeder 4, E2 der der auf das Abtriebsteil 7 wirkenden Schwerkraft und E3 der der Zusatzfeder 11, und zwar E3' bei der Abwärts- und E3" bei der Aufwärtsschaltung. E' ist der jeweilige resultierende Gesamtinhalt bei Abwärtsschaltung, E" der bei Aufwärtsschaltung. Dabei gelten E' = E" und weiterhin E3' + E3" = 2 E2.

In Fig. 5 sind schematisch die Verhältnisse gezeigt, die sich bei der Verwendung einer Druck- statt einer Zugfeder ergeben. Wie bereits erläutert, müssen bei Verwendung einer Druckfeder deren Anlenk- bzw. Be-

festigungspunkte am Aufzugsschlitten 3 bzw. Abtriebsteil 7 anders gewählt werden; im übrigen bleiben die Kennlinien der wirkenden Kräfte als auch die Energiebilanzen unverändert.

Für die Erfindung ist es dabei insgesamt unwesentlich, ob die jeweilige Zusatzfeder beim Schaltvorgang nach unten vollständig oder nur teilweise entspannt wird; entscheidend ist die relative Änderung der Vorspannung der Zusatzfeder in Abhängigkeit von der Schaltrichtung, um die gewünschte Kompensationswirkung zu erzielen.

**Patentansprüche**

1. Stufenschalter für Stufentransformatoren, wobei feste Stufenkontakte längs einer linearen Bahn angeordnet sind und durch einen verschiebbaren Schaltmechanismus beschaltbar sind, der aus einem kontinuierlich antreibbaren Aufzugsschlitten und einem durch diesen mittels eines Energiespeichers aufziehbaren Abtriebsteil, das nach Auslösung sprungartig dem Aufzugsschlitten nachläuft, besteht,
   dadurch gekennzeichnet,
   daß zwischen Aufzugsschlitten (3) und Abtriebsteil (7) eine Zusatzfeder (11) angeordnet ist, derart, daß bei Abwärtsbewegung des Abtriebsteiles (7) die Zusatzfeder (11) gespannt und bei Aufwärtsbewegung des Abtriebsteiles (7) die Zusatzfeder (11) entspannt wird.

2. Stufenschalter nach Anspruch 1,
   dadurch gekennzeichnet,
   daß die Zusatzfeder (11) annähernd vertikal angeordnet ist und mit ihrem oberen Ende am Aufzugsschlitten (3) und mit ihrem unteren Ende am Abtriebsteil (7) befestigt ist.

3. Stufenschalter nach einem der vorangehenden Ansprüche,
   dadurch gekennzeichnet,
   daß die Zusatzfeder (11) eine Zugfeder ist.

**Claims**

1. Tap selector switch for tapped transformers, wherein fixed tap contacts are arranged along a linear path and switchable to by a displaceable switching mechanism which consists of a continuously drivable tensioning carriage and a drive part which is tensionable through this by means of an energy storage device and which after release rapidly follows the tensioning carriage, characterised thereby, that an additional spring (11) is arranged between the tensioning carriage (3) and the drive output part (7) in such a manner that the additional spring (11) is tensioned during a downward movement of the drive output part (7) and relieved during an upward movement of the drive output part (7).

2. Tap selector switch according to claim 1, characterised thereby, that the additional spring (11) is arranged nearly vertical and fastened by its upper end at the tensioning carriage (3) and by its lower end at the drive output part (7).

3. Tap selector switch according to one of the preceding claims, characterised thereby, that the additional spring (11) is a tension spring.

**Revendications**

1. Commutateur d'échelons pour des transformateurs à échelons, avec des contacts d'échelons, fixes répartis suivant une trajectoire linéaire et qui sont commutés par un mécanisme de commutation coulissant comprenant un chariot de remontage entraîné en continu et une partie de sortie remontée à partir de celui-ci par l'intermédiaire d'un accumulateur d'énergie, de façon qu'après déclenchement, le mouvement de poursuite effectué par la partie de sortie se fasse brusquement derrière le chariot de remontage,
   caractérisé par
   un ressort complémentaire (11) entre le chariot de remontage (3) et la partie (7) de façon que pour le mouvement de descente de la partie de sortie (7), le ressort complémentaire (11) soit tendu et que pour le mouvement de descente de la partie de sortie (7), le ressort complémentaire (11) soit détendu.

2. Commutateur d'échelons selon la revendication 1,
   caractérisé en ce que
   le ressort complémentaire (11) est monté pratiquement verticalement et son extrémité supérieure est fixée au chariot de remontage (3), son extrémité inférieure étant fixée à la partie de sortie (7).

3. Commutateur d'échelons selon une des revendications précédentes,
   caractérisé en ce que
   le ressort complémentaire (11) est un ressort de traction.

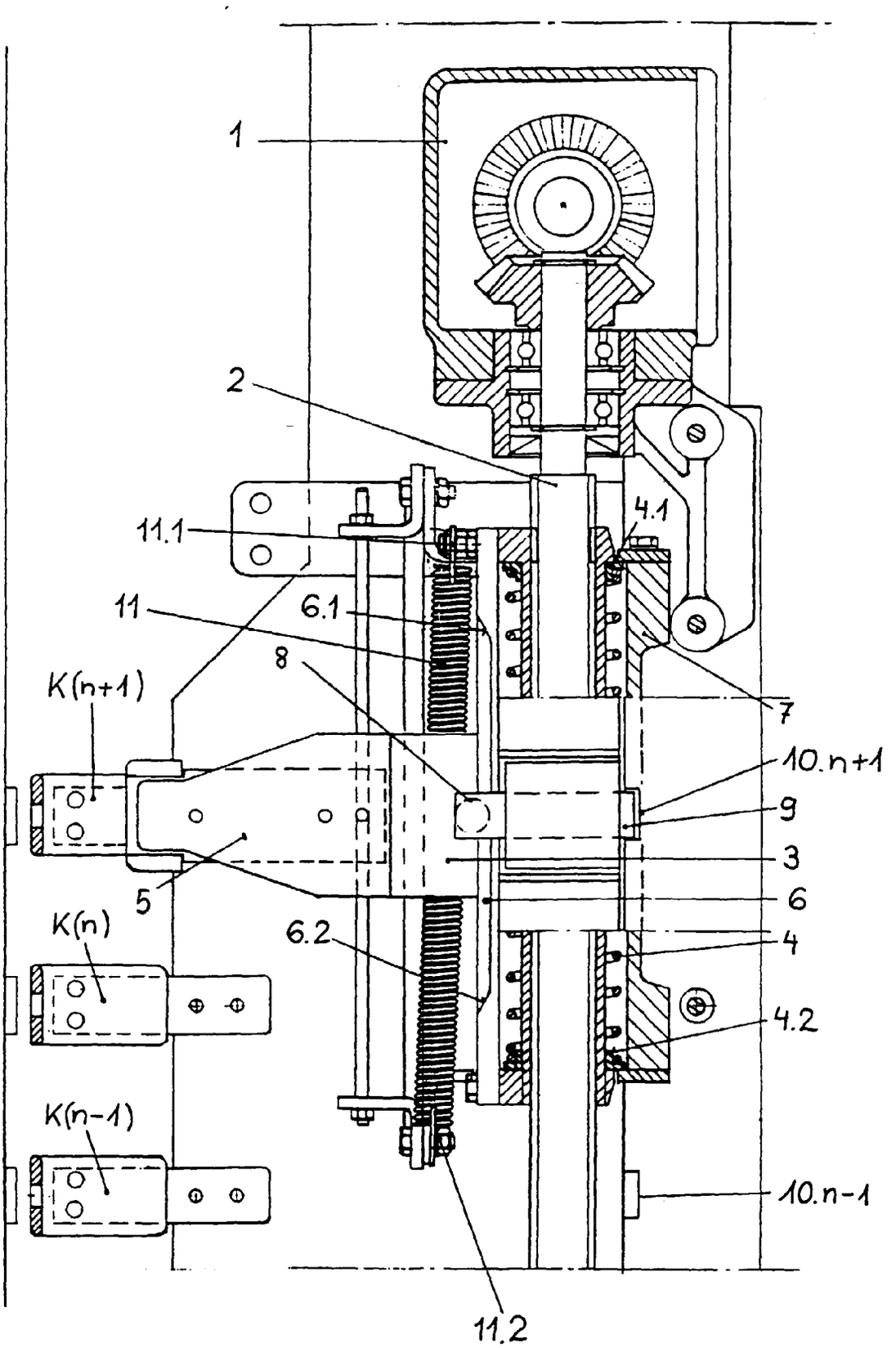



Fig. 1

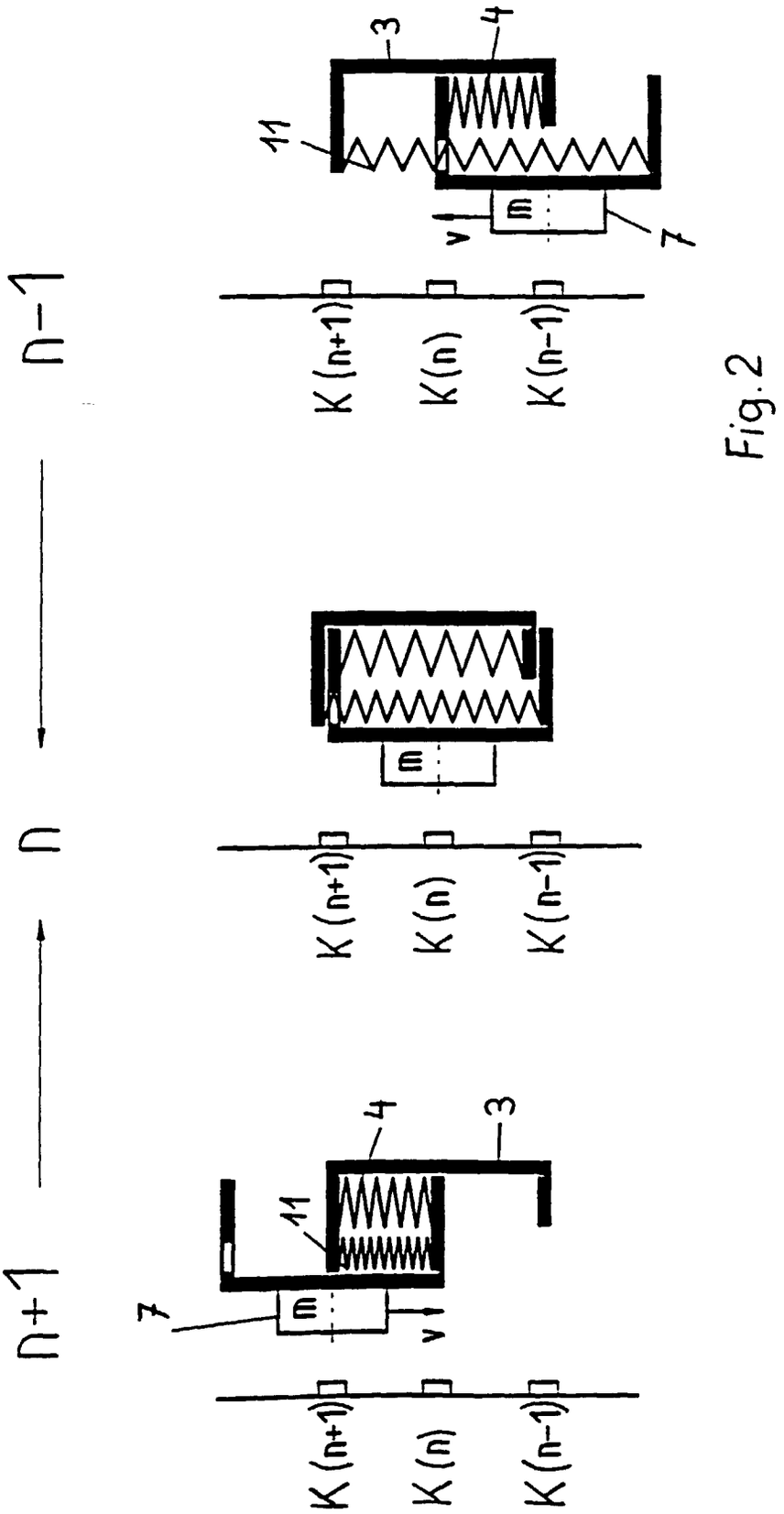



Fig.2

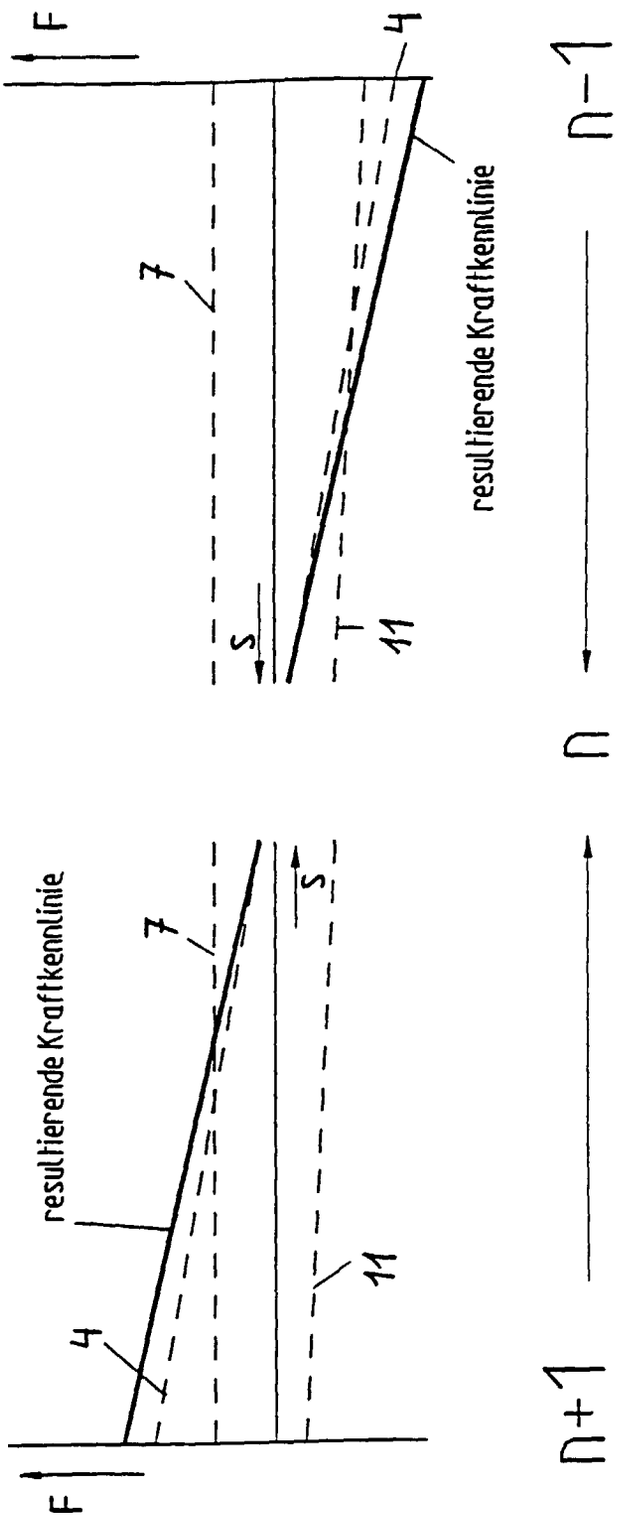

F
4
7
S
T
11
resultierende Kraftkennlinie
n-1
n
n+1
resultierende Kraftkennlinie
7
S
4
11
F

Fig. 3

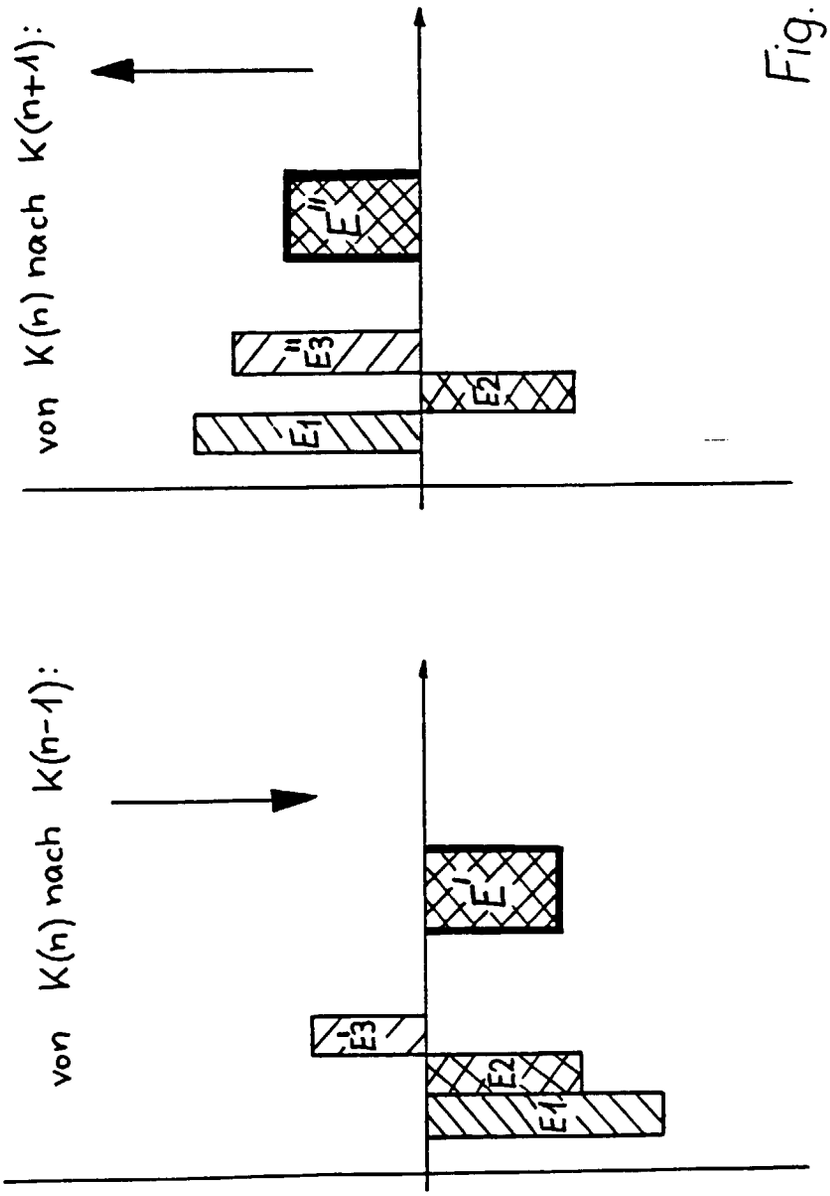



Fig. 4

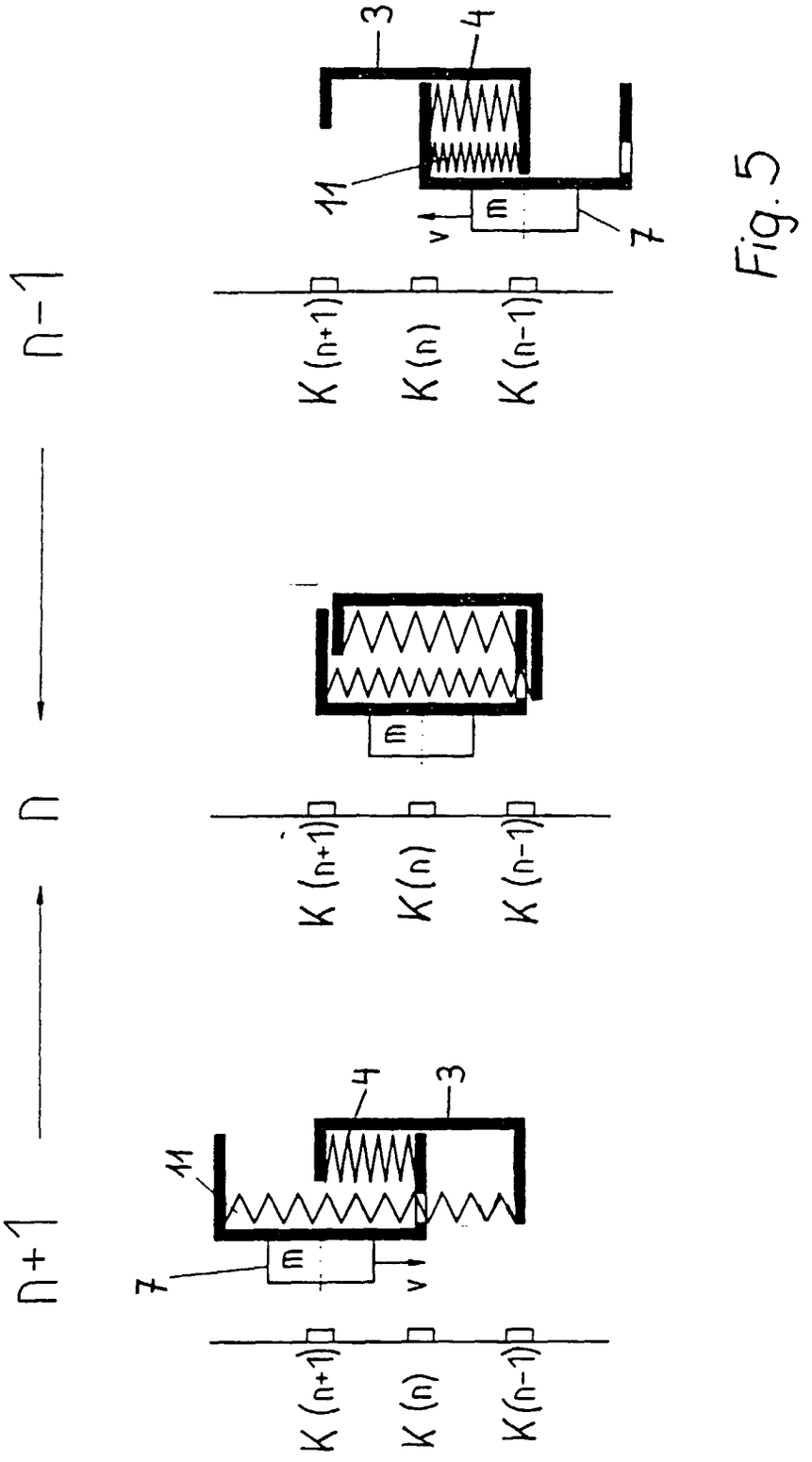



Fig. 5