



(11) **EP 2 524 385 B1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:
23.10.2013 Patentblatt 2013/43

(51) Int Cl.:
H01H 9/00 (2006.01) H01H 11/00 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **10800700.6**

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/EP2010/007562

(22) Anmeldetag: **11.12.2010**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2011/085763 (21.07.2011 Gazette 2011/29)

(54) **VERFAHREN ZUR SCHALTZEITMESSUNG AN EINEM LASTSTUFENSCHALTER UND
SCHALTUNG ZUR SCHALTZEITMESSUNG**

METHOD FOR MEASURING THE SWITCHING TIME OF AN ON-LOAD TAP CHANGER AND
CIRCUIT FOR MEASURING SWITCHING TIME

PROCÉDÉ DE MESURE DU TEMPS DE COMMUTATION SUR UN COMMUTATEUR À GRADINS
EN CHARGE ET CIRCUIT DE MESURE DU TEMPS DE COMMUTATION

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB
GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO
PL PT RO RS SE SI SK SM TR**

(73) Patentinhaber: **Maschinenfabrik Reinhausen
GmbH
93059 Regensburg (DE)**

(30) Priorität: **16.01.2010 DE 102010004784**

(72) Erfinder: **BIERINGER, Alfred
94333 Geiselhöring (DE)**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
21.11.2012 Patentblatt 2012/47

(56) Entgegenhaltungen:
**DE-B3- 10 352 580 DE-B3-102004 052 316
DE-B3-102005 048 308 DE-C1- 19 530 776**

EP 2 524 385 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Messung der zeitlichen Reihenfolge von während der Betätigung eines Laststufenschalters nacheinander ablaufenden einzelnen Schaltungen von unterschiedlichen Kontakt- und Schaltelementen. Die Erfindung betrifft weiterhin eine für ein solches Verfahren geeignete Schaltung.

[0002] Ein Verfahren und eine Schaltung der eingangs genannten Art sind aus der DE 10 2004 052 316 B3 bereits bekannt.

[0003] Beim bekannten Verfahren erfolgt zunächst eine nichtflüchtige Speicherung der schalterspezifischen Reihenfolge der Schaltsequenz bei einer Umschaltung des Laststufenschalters, nachfolgend wird eine Messschaltung zwischen den jeweils den beweglichen Schaltelementen zugewandten Seiten der elektrischen Schalter angeschlossen. Nachfolgend wird dann eine Umschaltung des Laststufenschalters vorgenommen und gleichzeitig eine Messung des Spannungsverlaufes über einen Messwiderstand der Messschaltung vorgenommen. Aus diesem Verlauf lässt sich schließlich die tatsächliche Schaltsequenz ermitteln, indem eine Zuordnung der jeweiligen Zeitpunkte des Auftretens von Messflanken mit der vorab gespeicherten Schaltsequenz vorgenommen wird. Die verwendete Messschaltung besteht aus einer Reihenschaltung einer Spannungsquelle und des bereits erwähnten Messwiderstandes sowie Mitteln zur Messung der Spannung, die über diesen Messwiderstand abfällt.

[0004] Dieses bekannte Verfahren und die dazugehörige Messschaltung sind prinzipiell für einen Laststufenschalter vom Typ eines Lastwählers geeignet und konzipiert, so wie dies auch an Hand der Figuren 1 bis 4 in der oben genannten Druckschrift erläutert ist.

[0005] Daneben gibt es auch Laststufenschalter, die einen separaten Wähler zur leistungslosen Vorwahl der Wicklungsanzapfung, auf die umgeschaltet werden soll, sowie, getrennt davon, einen Lastumschalter zur eigentlichen unterbrechungslosen Umschaltung der Last zwischen den Wicklungsanzapfungen aufweisen. Die Schaltung eines solchen Laststufenschalters, wie ihn die Anmelderin unter der Typenbezeichnung VACUTAP® VR herstellt und vertreibt, ist aus der DE 10 2005 048 308 B3 bekannt und dort in Figur 8 detailliert beschrieben: Es sind die beiden Seiten des Lastumschalters A und B gezeigt, zwischen denen die unterbrechungslose Umschaltung erfolgt. Kontakte MCA und MCB sind die jeweiligen Dauerhauptkontakte, von denen einer im stationären Betrieb geschlossen und damit stromführend ist. MSV bezeichnet eine Vakuumschaltzelle im Hauptschaltzweig, TTV eine Vakuumschaltzelle im Widerstandszweig, der den zusätzlichen Überschaltwiderstand R aufweist. Der als Hauptschaltkontakt wirkende mechanische Schaltkontakt II ist als MTF bezeichnet, der als Widerstandsschaltkontakt wirkende mechanische Schaltkontakt I ist als TTF bezeichnet. Y bezeichnet die

Lastableitung.

[0006] Auch bei derartigen Laststufenschaltern besteht gleichermaßen das Bedürfnis sicherzustellen, dass die einzelnen Zeitpunkte während der Lastumschaltung eine normierte schalterspezifische zeitliche Reihenfolge innerhalb der Gesamtschaltsequenz aufweisen. Es ist also auch bei den letztgenannten Laststufenschaltern mit getrenntem Wähler und Lastumschalter wichtig, mit einfachen Mitteln vor Ort zuverlässig entsprechende Schaltzeitmessungen vornehmen zu können.

[0007] Das aus der eingangs genannten DE 10 2004 052 316 B3 bekannte Verfahren und die dazugehörige Messschaltung sind jedoch für derartige Lastumschalter nicht geeignet; andere Verfahren und/oder Schaltungen sind nicht bekannt.

[0008] Aufgabe der Erfindung ist es demnach, auch für Laststufenschalter des Typs VACUTAP® VR sowie vergleichbare Geräte ein Verfahren anzugeben, das es vor Ort mit einfachen Mitteln gestattet, eine Schaltzeitmessung während einer Betätigung des Laststufenschalters vorzunehmen und im Ergebnis zu entscheiden, ob dieser Laststufenschalter voll funktionsfähig ist. Aufgabe der Erfindung ist es weiterhin, wiederum eine Schaltung anzugeben, mit der ein solches Verfahren auf einfache Weise durchführbar ist.

[0009] Diese Aufgabe wird durch ein Verfahren mit den Merkmalen des ersten Patentanspruches sowie eine Schaltung mit den Merkmalen des zweiten Patentanspruches gelöst.

[0010] Mit der Erfindung ist es jetzt erstmals möglich, direkt vor Ort, d. h. bei einem in den entsprechenden Stufentransformator eingebauten Laststufenschalter, die Schaltzeit und die Schaltsequenz zu messen und damit für Laststufenschalter vom Typ VACUTAP® VR mit getrenntem Wähler und Lastumschalter dieselben Vorteile zu erzielen, die der Stand der Technik bislang nur für Lastwähler gestattete.

[0011] Die Erfindung soll nachfolgend an Hand von Zeichnungen beispielhaft noch näher erläutert werden.

[0012] Es zeigen:

Figur 1 die Schaltung eines bekannten Laststufenschalters VACUTAP® VR mit angeschlossener erfindungsgemäßer Messschaltung

Figur 2 nochmals eine schematische Darstellung der erfindungsgemäßen Messschaltung

Figur 3 eine (bekannte) Schaltsequenz des Laststufenschalters, an den die erfindungsgemäße Messschaltung angeschlossen werden soll

Figur 4 ein Oszillogramm der mittels der erfindungsgemäßen Messschaltung ermittelten Spannungsverläufe während der Umschaltung, d. h. Betätigung des Lastumschalters sowie darunter die erfindungsgemäße Zuordnung der Spannungsverläufe zur Betätigungssequenz

der einzelnen beteiligten mechanischen und Vakuumschalter

Figur 5 das erfindungsgemäße Verfahren im Gesamtüberblick.

[0013] Figur 1 zeigt die Schaltung des beschriebenen bekannten Laststufenschalters, genauer gesagt, dessen Lastumschalter, mit fetten Linien dargestellt. Die angeschlossene erfindungsgemäße Messschaltung hingegen ist mit Strichlinien dargestellt.

[0014] Die Messschaltung weist vier Anschlusspunkte C, D, E, Y sowie drei separate Widerstände R2, R3, R4 auf.

[0015] Der erste Anschlusspunkt C wird zwischen dem mechanischen Schaltelement MTF und der Vakuumschaltzelle MSV des Stufenschalters angeschlossen. Er führt über einen ersten Widerstand R2 zu einer ersten Spannungsquelle U1, weiterhin über eine Reihenschaltung von zwei weiteren Widerständen R4 und R3 zu einer weiteren Spannungsquelle U2.

[0016] Der Anschlusspunkt D wird zwischen mechanischem Schalter TTF und Vakuumschaltzelle TTV des Laststufenschalters angeschlossen und führt zur anderen Seite der zweiten Spannungsquelle U2.

[0017] Der weitere Anschlusspunkt E wird zwischen der Vakuumschaltzelle TTV und dem Überschaltwiderstand R des Laststufenschalters angeordnet und führt zwischen die Reihenschaltung der beiden Widerstände R4 und R3.

[0018] Der Anschlusspunkt Y schließlich ist mit der anderen Seite der Spannungsquelle U1 verbunden und führt zur Lastableitung, d. h. dem Sternpunkt des Laststufenschalters.

[0019] Zwischen den Anschlusspunkten Y und E ist eine erste Messeinrichtung U_R vorgesehen. Über den Widerstand R3, d. h. parallel dazu, ist eine zweite Messeinrichtung U_R3 vorgesehen. Die beiden Messeinrichtungen U_R und U_R3 erfassen die Spannungsverläufe über die Zeit.

[0020] Figur 2 zeigt die erfindungsgemäße Messschaltung noch einmal allein in schematischer Darstellung. Der Laststufenschalter ist hier nur durch einen Zylinder, links im Bild angeordnet, symbolisiert. Gezeigt sind die Anschlusspunkte C, D, E, Y, die mit den bereits erläuterten Stellen im Lastumschalter elektrisch verbunden werden. Der Anschlusspunkt C führt über den ersten Widerstand R2 zur Spannungsquelle U1.

[0021] Der Messpunkt D führt zum Pluspol der Spannungsquelle U2, deren andere Seite mit der Reihenschaltung zweier weiterer Widerstände R3, R4 verbunden ist und zur ersten Spannungsquelle U1 führt.

[0022] Der Anschlusspunkt E führt zum Punkt zwischen den Widerständen R3 und R4.

[0023] Der Anschlusspunkt Y, der mit dem Sternpunkt, d. h. der Lastableitung verbunden ist, führt zum Pluspol der Spannungsquelle U1.

[0024] Auf besonders vorteilhafte Weise handelt es

sich bei den beiden Spannungsquellen U1, U2 um Gleichspannungsquellen mit 24 V DC.

[0025] Gezeigt sind ebenfalls die bereits erläuterten Spannungsmesseinrichtungen U_R und U_R3.

[0026] U_R ist zwischen die Anschlusspunkte E und Y geschaltet.

[0027] U_R3 ist parallel zum Widerstand R3 geschaltet.

[0028] Die Widerstände R2 und R3 werden besonders vorteilhaft an den Wert des Überschaltwiderstandes R des Lastumschalters angepasst.

[0029] Auf vorteilhafte Weise wird als gemeinsame Spannungsmesseinrichtung ein 2-Kanal-Speicher als Oszilloskop verwendet.

[0030] Es ist weiterhin vorteilhaft, diesen Speicher-Oszilloskop noch eine separate Auswerteeinrichtung, beispielsweise zum Soll-/Ist-Vergleich der ermittelten Schaltsequenz nachzuschalten.

[0031] Figur 3 zeigt die Schaltsequenz des bekannten Laststufenschalters, die durch das erfindungsgemäße Verfahren und mittels der erfindungsgemäßen Messschaltung gemessen bzw. überprüft werden soll. Zu sehen ist die Schaltsequenz bei einer Umschaltung von der Stufe n auf die benachbarte Stufe n+1 - d. h. einer vollständigen Lastumschaltung. Für das ordnungsgemäße Funktionieren des Laststufenschalters ist es zwingend erforderlich, dass sowohl die mechanischen Schaltelemente MTF, TTF als auch die Vakuumschaltzellen MSV, TTV genau in der vorgesehenen zeitlichen Reihenfolge, d. h. der Sequenz der Zeitpunkte t1...t8, öffnen bzw. schließen. Dies kann durch die Erfindung überprüft werden.

[0032] Figur 4 zeigt ein real aufgenommenes Oszillogramm der mittels der beiden Messeinrichtungen U_R und U_R3 aufgenommenen Messspannungen bei einer realen Lastumschaltung. Es ist hier gezeigt, wie die einzelnen Spannungsflanken der aufgezeichneten Spannungsverläufe den einzelnen Zeitpunkten t1... t8 der Schaltsequenz zugeordnet werden.

[0033] Aus dieser Zuordnung ergibt sich die darunter dargestellte, real ermittelte Schaltsequenz in Balkendarstellung. Es ist zu sehen, dass in diesem Fall besonders die Schaltzeitpunkte der Schaltelemente TTF und TTV vom in Figur 3 dargestellten Soll-Verlauf abweichen.

[0034] Aus dieser Abweichung des Ist-Verlaufes der Umschaltsequenz vom vorab nichtflüchtig gespeicherten Soll-Verlauf der Schaltsequenz lassen sich wertvolle Rückschlüsse auf den Betriebszustand des aktuell untersuchten Laststufenschalters ziehen.

[0035] Figur 5 zeigt noch einmal in schematischer Darstellung das vollständige erfindungsgemäße Verfahren. Es beginnt mit der nichtflüchtigen Speicherung der schalterspezifischen Reihenfolge der Schaltsequenz des jeweils zu überprüfenden Stufenschalters, d.h. einer Schaltsequenz, bei der die Schaltzeiten schalterspezifischen Sollwerten entsprechen. Es endet mit dem Vergleich, d. h. der Zuordnung der einzelnen Zeitpunkte der tatsächlich gemessenen Schaltsequenz mit diesen vorab gespeicherten Sollwerten.

[0036] Zum erfindungsgemäßen Verfahren im Einzelnen:

- Zunächst erfolgt eine nichtflüchtige Speicherung der schaltspezifischen zeitlichen Reihenfolge der Schaltsequenz, d. h. der nacheinander bei einer Umschaltung des Lastumschalters öffnenden und schließenden mechanischen Schaltkontakte (MTF; TTF) und der Vakuumschaltzellen (MSV; TTV),
- nachfolgend wird eine Umschaltung des Lastumschalters durchgeführt,
- der Verlauf einer ersten, vor der Umschaltung angelegten Messspannung (U_R) zwischen der zweiten Vakuumschaltzelle (TTV) und dem in Reihe dazu geschalteten Überschaltwiderstand (R) einerseits und der Lastableitung (Y) andererseits während der Lastumschaltung wird gemessen,
- der Verlauf einer zweiten, ebenfalls vor der Umschaltung angelegten Messspannung (U_{R3}) über einen parallel zur zweiten Vakuumschaltzelle (TTV) ständig oder zeitweise eingeschleiften Messwiderstand (R_3) während der Lastumschaltung wird gemessen, d. h. der konkrete zeitliche Verlauf der ersten und der zweiten anliegenden bzw. abfallenden Spannung (Flanken) wird erfasst,
- die Zeitpunkte ($t_1 \dots t_8$) des Auftretens von Flanken am Verlauf der erfassten beiden Messspannungen (U_R ; U_{R3}) werden erfasst,
- schließlich erfolgt eine Zuordnung der erfassten tatsächlichen Zeitpunkte ($t_1 \dots t_8$) zur vorab gespeicherten schalterspezifischen Reihenfolge der Soll-Schaltsequenz erfolgt, d. h. die Ist-Werte der Zeitpunkte ($t_1 \dots t_8$) werden mit den stufenschalterspezifischen Soll-Zeitpunkten verglichen und Abweichungen erfasst und signalisiert.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Schaltzeitmessung an einem Laststufenschalter, der einen Wähler zur leistungslosen Vorwahl einer Wicklungsanzapfung ($n+1$) und einen Lastumschalter zur eigentlichen Umschaltung von der bisherigen Wicklungsanzapfung (n) auf die vorgewählte Wicklungsanzapfung ($n+1$) besitzt, wobei der Lastumschalter einen ersten mechanischen Schaltkontakt (MTF) und einen zweiten mechanischen Schaltkontakt (TTF) aufweist, durch die wahlweise jede der beiden Wicklungsanzapfungen (n ; $n+1$) direkt über einen ersten Zweig mit einer ersten Vakuumschaltzelle (MSV) oder einem zweiten Zweig mit einer Reihenschaltung aus einer zweiten Vakuumschaltzelle (TTV) und einem Überschaltwiderstand (R) mit einer Lastableitung (Y) verbindbar ist,
- dadurch gekennzeichnet,**
- dass** zunächst eine nichtflüchtige Speicherung der schaltspezifischen zeitlichen Reihenfolge der

Schaltsequenz, d. h. der nacheinander bei einer Umschaltung des Lastumschalters öffnenden und schließenden mechanischen Schaltkontakte (MTF; TTF) und der Vakuumschaltzellen (MSV; TTV) erfolgt,

dass nachfolgend eine Umschaltung des Lastumschalters durchgeführt wird,

dass der Verlauf einer ersten angelegten Messspannung (U_R) zwischen der zweiten Vakuumschaltzelle (TTV) und dem in Reihe dazu geschalteten Überschaltwiderstand (R) einerseits und der Lastableitung (Y) andererseits während der Lastumschaltung gemessen wird, dass weiterhin der Verlauf einer zweiten angelegten Messspannung (U_{R3}) über einen parallel zur zweiten Vakuumschaltzelle (TTV) eingeschleiften Messwiderstand (R_3) während der Lastumschaltung gemessen wird,

dass nachfolgend die Zeitpunkte ($t_1 \dots t_8$) des Auftretens von Flanken am Verlauf der erfassten beiden Messspannungen (U_R ; U_{R3}) erfasst werden und **dass** schließlich eine Zuordnung der erfassten Zeitpunkte ($t_1 \dots t_8$) zur vorab gespeicherten schalterspezifischen Reihenfolge der Schaltsequenz erfolgt, d. h. die Ist-Werte der Zeitpunkte ($t_1 \dots t_8$) mit deren Soll-Werten verglichen und Abweichungen erfasst werden.

2. Verfahren zur Schaltzeitmessung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet,**
- dass** zur Erzeugung der beiden Messspannungen (U_R ; U_{R3}) zwei separate Gleichspannungsquellen (U_1 , U_2) verwendet werden.
3. Messschaltung zur Schaltzeitmessung an einem Laststufenschalter, der einen Wähler zur leistungslosen Vorwahl einer Wicklungsanzapfung ($n+1$) und einen Lastumschalter zur eigentlichen Umschaltung von der bisherigen Wicklungsanzapfung (n) auf die vorgewählte Wicklungsanzapfung ($n+1$) besitzt, wobei der Lastumschalter einen ersten mechanischen Schaltkontakt (MTF) und einen zweiten mechanischen Schaltkontakt (TTF) aufweist, durch die wahlweise jede der beiden Wicklungsanzapfungen (n ; $n+1$) direkt über einen ersten Zweig mit einer ersten Vakuumschaltzelle (MSV) oder einem zweiten Zweig mit einer Reihenschaltung aus einer zweiten Vakuumschaltzelle (TTV) und einem Überschaltwiderstand (R) mit einer Lastableitung (Y) verbindbar ist,
- dadurch gekennzeichnet,**
- dass** die Messschaltung vier Anschlusspunkte (C, D, E, Y) sowie drei separate Widerstände (R_2 , R_3 , R_4) aufweist,
- dass** der erste Anschlusspunkte (C) über einen ersten Widerstand (R_2) zu einer ersten Spannungsquelle (U_1), weiterhin über eine Reihenschaltung von einem zweiten und einem dritten Widerstand (R_3 , R_4) zu einer zweiten Spannungsquelle (U_2)

führt,

dass der zweite Anschlusspunkt (D) zur anderen Seite der zweiten Spannungsquelle (U2) führt, dass der dritte Anschlusspunkte (E) elektrisch zwischen die Reihenschaltung des zweiten und dritten Widerstandes (R3, R4) führt,

dass der vierte Anschlusspunkte (Y) mit der anderen Seite der ersten Spannungsquelle (U1) verbunden ist,

dass zwischen drittem und viertem Anschlusspunkt (E; Y) eine erste Messeinrichtung zur Spannungsmessung (U_R) vorgesehen ist

und **dass** parallel zum zweiten Widerstand (R3) eine zweite Messeinrichtung zur Messung einer weiteren Spannung (U_{R3}) vorgesehen ist.

4. Messschaltung nach Anspruch 3

dadurch gekennzeichnet,

dass die beiden Spannungsquellen (U1, U2) Gleichspannungsquellen sind.

5. Messschaltung nach Anspruch 3 oder 4,

dadurch gekennzeichnet,

dass beide Messeinrichtungen als kombinierter Zwei-Kanal-Speicher als Oszilloskop ausgebildet sind.

Claims

1. Method for switching time measurement at an on-load tap changer, which comprises a selector for power- free preselection of a winding tap (n+1) and a load changeover switch for the actual changeover from the previous winding tap (n) to the preselected winding tap (n+1),

wherein the load changeover switch comprises a first mechanical switch contact (MTF) and a second mechanical switch contact (TTF), by which selectably each of the two winding taps (n; n+1) is connectible with a load diverter (Y) directly by way of a first branch with a first vacuum switching cell (MSV) or a second branch with a series connection of a second vacuum switching cell (TTV) and a switch- over resistance (R),

characterised in that

initially non- volatile storage of the switching- specific time sequence of the switching sequence, i.e. the mechanical switch contacts (MTF; TTF), which open and close in succession when changeover of the load changeover switch takes place, and the vacuum switching cells (MSV; TTV), is carried out, a changeover of the load changeover switch is subsequently undertaken,

the plot of a first applied measuring voltage (U_R) between the second vacuum switching cell (TTV) and the switch- over resistance (R) connected in series therewith on the one hand and the load shunt

(Y) on the other hand is measured during the load changeover,

in addition the plot of a second applied measuring voltage (U_{R3}) is measured by way of a measuring resistance (R3), which is connected in parallel with the second vacuum switching cell (TTV), is measured during the load changeover,

subsequently the time instants (t1 ... t8) of the appearance of flanks in the plot of the two detected measuring voltages (U_R; U_{R3}) are detected and subsequently an association of the detected time instants (t1 ... t8) with respect to the prestored switch-specific sequence of the switching sequence is carried out, i.e. the actual value of the instants (t1 ... t8) are compared with the target values thereof and deviations are detected.

2. A method for switching time measurement according to claim 1, **characterised in that** two separate direct voltage sources (U1, U2) are used for generating the two measuring voltages (U_R; U_{R3})

3. Measuring circuit for switching time measurement at an on- load tap changer, which comprises a selector for power- free preselection of a winding tap (n+1) and a load changeover switch for the actual changeover from the previous winding tap (n) to the preselected winding tap (n+1),

wherein the load changeover switch comprises a first mechanical switch contact (MTF) and a second mechanical switch contact (TTF), by which selectably each of the two winding taps (n; n+1) is connectible with a load diverter (Y) directly by way of a first branch with a first vacuum switching cell (MSV) or a second branch with a series connection of a second vacuum switching cell (TTV) and a switch- over resistance (R),

characterised in that

the measuring circuit has four connecting points (C, D, E, Y) as well as three separate resistances (R2, R3, R4),

the first connecting point (C) is led by way of the first resistance (R2) to a first voltage source (U1) and further by way of a series connection of a second and a third resistance (R3, R4) to a second voltage source (U2),

the second connecting point (D) leads to the other side of the second voltage source (U2), the third connecting point (E) leads electrically between the series connection of the second and third resistances (R3, R4),

the fourth connecting point (Y) is connected with the other side of the first voltage source (U1),

a first measuring device for voltage measurement (U_R) as provided between the third and fourth connecting points (E; Y) and

a second measuring device for measuring a further voltage (U_{R3}) is provided in parallel with the sec-

ond resistance (R3) .

4. Measuring circuit according to claim 3, **characterised in that** the two voltage sources (U1, U2) are direct voltage sources.
5. Measuring circuit according to claim 3 or 4, **characterised in that** the two measuring devices are constructed as a combined twin-channel store as an oscilloscope.

Revendications

1. Procédé de mesure du temps de commutation d'un commutateur à gradins en charge comprenant un sélecteur permettant de faire une présélection sans puissance d'une prise d'enroulement (n+1) et un commutateur de charge permettant la commutation effective de la prise d'enroulement (n) sortante et de la prise d'enroulement (n+1) présélectionnée, le commutateur de charge comprenant un premier contact de commutation mécanique (MTF) et un second contact de commutation mécanique (TTF) permettant de relier sélectivement chacune des deux prises d'enroulement (n, n+1) directement par une première branche avec une première cellule de commutation à vide (MSV) ou par une seconde branche avec un montage en série d'une seconde cellule de commutation à vide (TTV) et d'une résistance de passage (R) avec une ligne de sortie de charge (Y), **caractérisé en ce qu'**
on enregistre tout d'abord dans une mémoire non volatile la succession chronologique spécifique à la commutation de la séquence de commutation, c'est-à-dire des contacts de commutation (MTF, TTF) mécaniques s'ouvrant et se fermant successivement lors d'une commutation du commutateur de charge, et des cellules de commutation à vide (MSV, TTV), on effectue ensuite une commutation du commutateur de charge,
on mesure les variations d'une première tension de mesure (U_R) appliquée entre la seconde cellule de commutation à vide (TTV) et la résistance de passage (R) branchée en série avec celle-ci d'une part, et la ligne de sortie de charge (Y) d'autre part pendant la commutation de charge,
on mesure ensuite les variations d'une seconde tension de mesure (U_{R3}) appliquée sur une résistance de mesure (R3) bouclée en parallèle à la seconde cellule de commutation à vide (TTV) pendant la commutation de charge,
on détecte ensuite, les instants (t1...t8) d'apparition de flans au cours de la variation des deux tensions de mesure (U_R, U_{R3}) détectées, et enfin,
on associe les instants (t1...t8) détectés à la succession de la séquence de commutation spécifique à la commutation enregistrée auparavant, c'est-à-dire

que les valeurs réelles des instants (t1...t8) sont comparées à leurs valeurs de consigne et que les écarts sont détectés.

2. Procédé de mesure d'un temps de commutation conforme à la revendication 1, **caractérisé en ce que**
pour obtenir les deux tensions de mesure (U_R, U_{R3}) on utilise deux sources de tension continues (U1, U2) séparées.
3. Circuit de mesure permettant la mesure du temps de commutation d'un commutateur à gradins en charge comportant un sélecteur permettant de faire une présélection sans puissance d'une prise d'enroulement (n+1) et un commutateur de charge permettant la commutation effective de la prise d'enroulement (n) sortante et de la prise d'enroulement (n+1) présélectionnée, le commutateur de charge comportant un premier contact de commutation mécanique (MTF) et un second contact de commutation mécanique (TTF) permettant de relier sélectivement chacune des deux prises d'enroulement (n, n+1) directement par une première branche avec une première cellule de commutation à vide (MSV) ou par une seconde branche avec un montage en série d'une seconde cellule de communication à vide (TTV) et d'une résistance de passage (R) avec une ligne de sortie de charge (Y), **caractérisé en ce que**
le circuit de mesure comporte quatre points de branchement (C, D, E, Y) ainsi que trois résistances séparées (R2, R3, R4),
le premier point de branchement (C) conduit par une première résistance (R2) à une première source de tension (U1) et en outre, par un montage en série d'une seconde et d'une troisième résistance (R3, R4) à une seconde source de tension (U2),
le second point de branchement (D) conduit à l'autre côté de la seconde source de tension (U2),
le troisième point de branchement (E) conduit électriquement entre le montage en série de la seconde et de la troisième résistance (R3, R4),
le quatrième point de branchement (Y) est relié à l'autre côté de la première source de tension (U1),
entre le troisième et le quatrième point de branchement (E, Y) est monté un premier dispositif de mesure de la tension (U_R), et
parallèlement à la seconde résistance (R3) est monté un second dispositif de mesure d'une autre tension (U_{R3}) .
4. Circuit de mesure conforme à la revendication 3, **caractérisé en ce que**
les deux sources de tension (U1, U2) sont des sources de tension continues.
5. Circuit de mesure conforme à la revendication 3 ou 4,

caractérisé en ce que

les deux dispositifs de mesure sont réalisés en tant que mémoire à deux canaux, sous la forme d'un oscilloscope.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

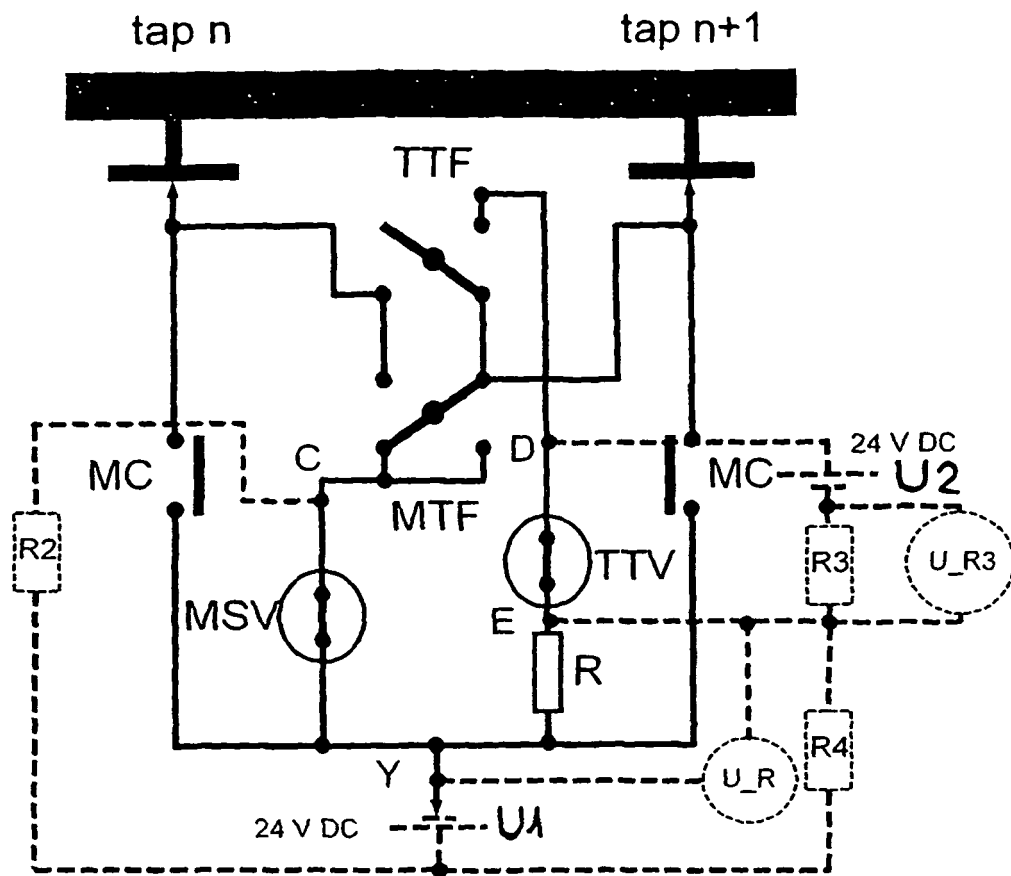
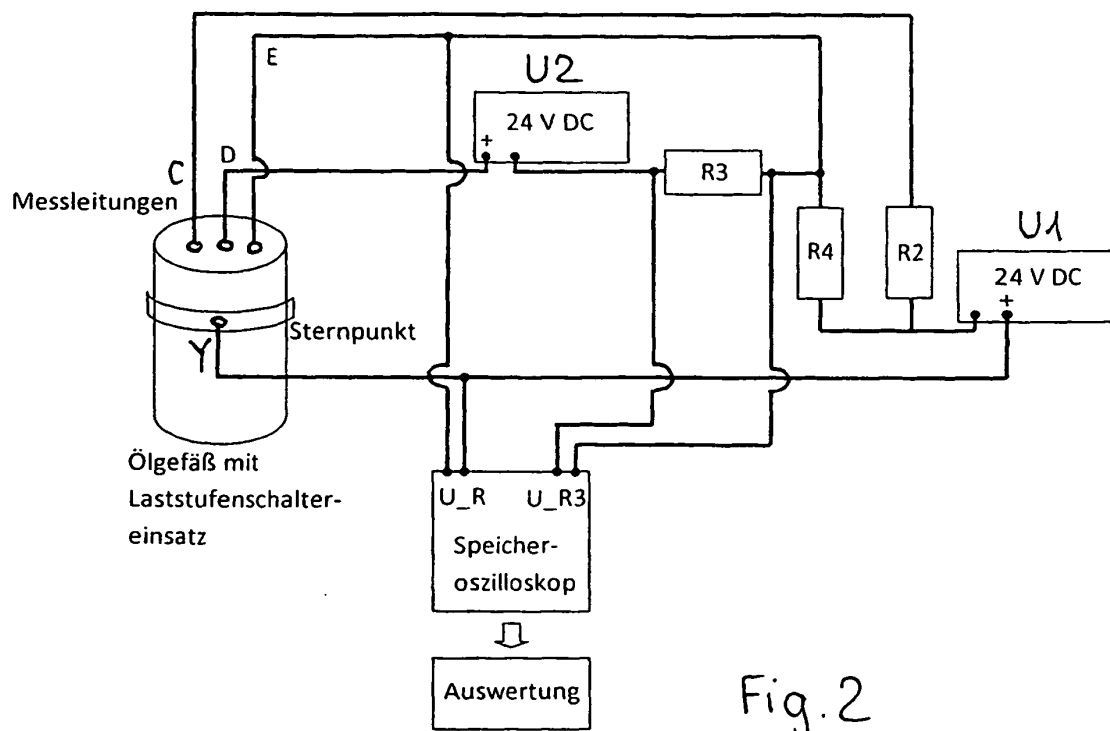


Fig. 1



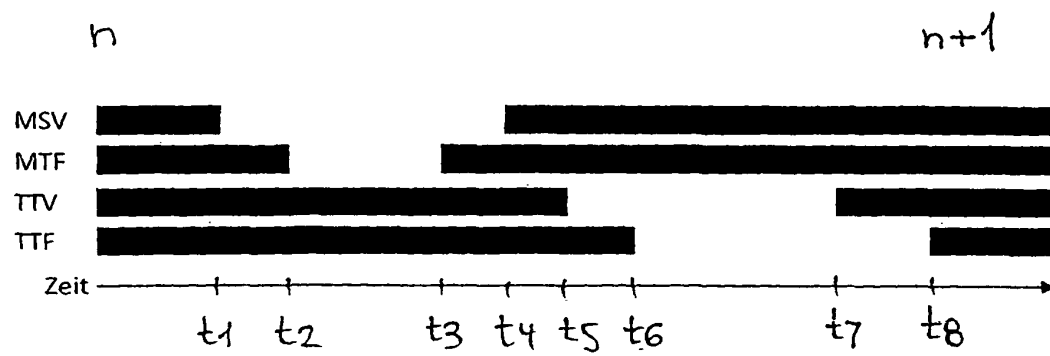


Fig. 3

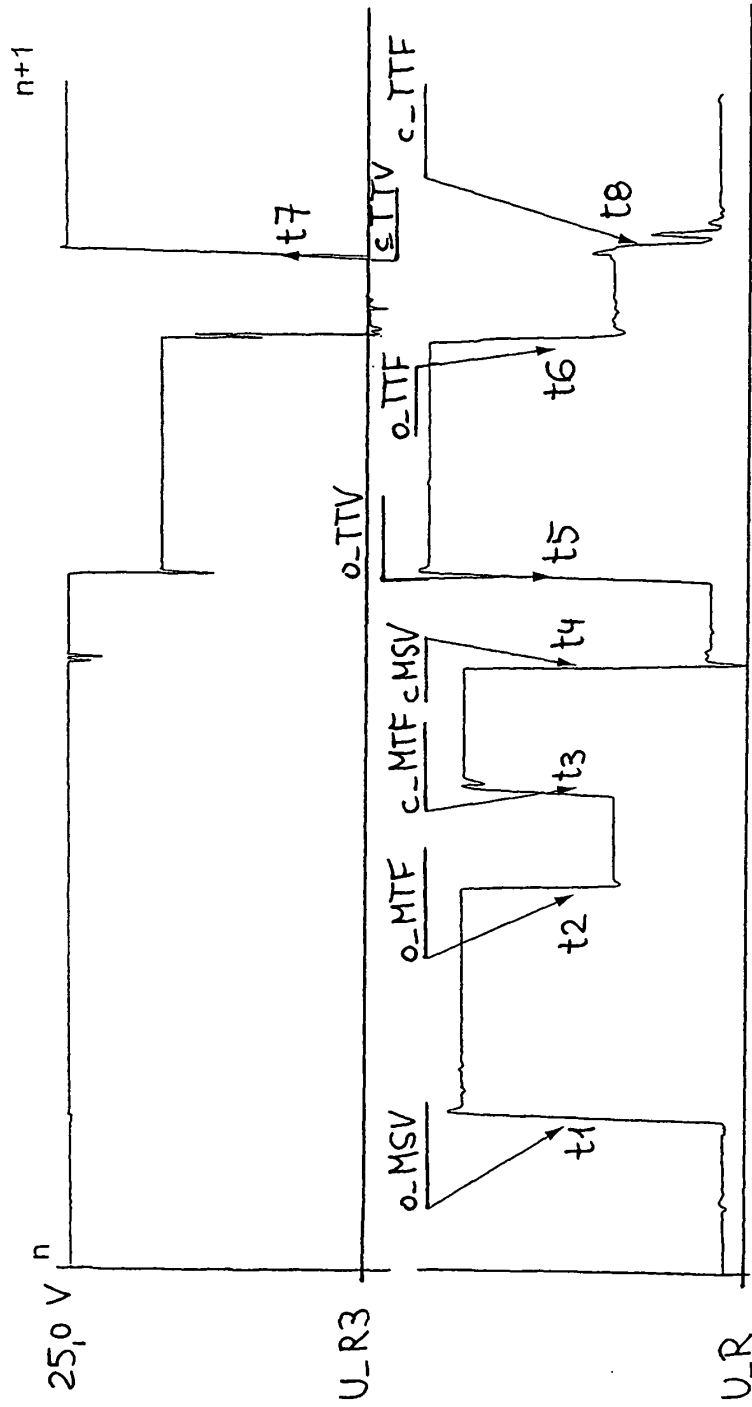


Fig. 4

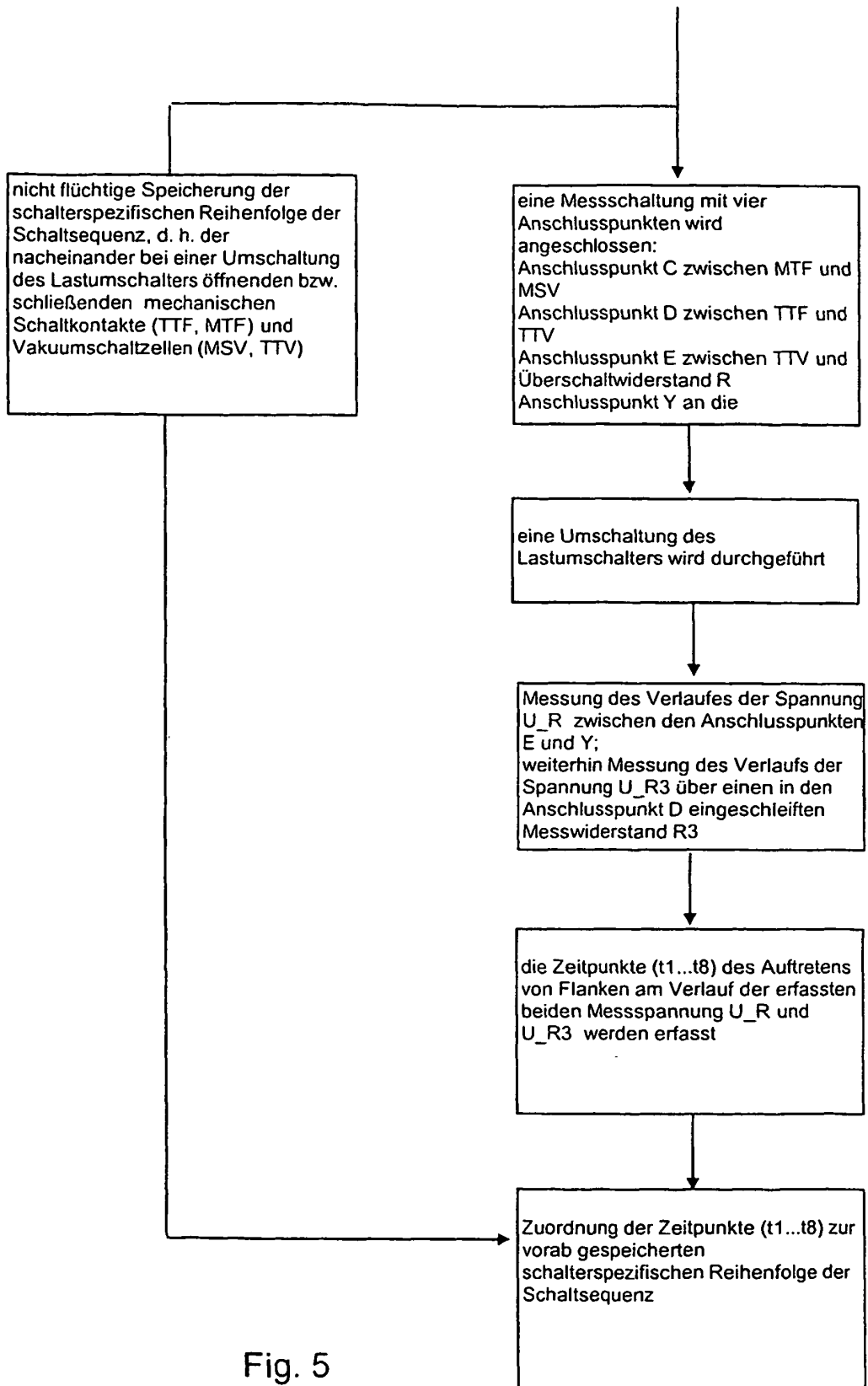


Fig. 5

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- DE 102004052316 B3 [0002] [0007]
- DE 102005048308 B3 [0005]