

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 647 825**

51 Int. Cl.:

**H01F 29/04** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **21.03.2014 PCT/EP2014/055733**

87 Fecha y número de publicación internacional: **09.10.2014 WO14161729**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **21.03.2014 E 14716255 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **16.08.2017 EP 2981979**

54 Título: **Método para la realización de un proceso de conmutación en un cambiador de tomas bajo carga**

30 Prioridad:  
**04.04.2013 DE 102013103360**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**26.12.2017**

73 Titular/es:  
**MASCHINENFABRIK REINHAUSEN GMBH  
(100.0%)  
Falkensteinstrasse 8  
93059 Regensburg, DE**

72 Inventor/es:  
**STROF, THOMAS**

74 Agente/Representante:  
**ELZABURU, S.L.P**

ES 2 647 825 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

## DESCRIPCIÓN

Método para la realización de un proceso de conmutación en un cambiador de tomas bajo carga

5 La invención se refiere a un método para la realización de un proceso de conmutación en un cambiador de tomas bajo carga entre tomas de bobinado de un transformador reductor de tensión.

Los cambiadores de tomas bajo carga se usan desde hace muchos años en grandes números en todo el mundo para la conmutación ininterrumpida entre diferentes tomas de bobinado de transformadores reductores de tensión. Los denominados interruptores del reactor, que están especialmente extendidos en Norteamérica, poseen una reactancia de conmutación que posibilita una conmutación lenta, continua. Los cambiadores de tomas bajo carga según el principio de cambio rápido de resistencia consisten usualmente en un indicador para la selección sin pérdida de potencia de la toma de bobinado del transformador reductor de tensión respectiva, a la que debe ser conmutado, y un conmutador de carga para la propia conmutación desde la toma de bobinado anterior a la nueva preseleccionada. El conmutador de carga presenta para ello usualmente contactos de conmutación y contactos de resistencia. Los contactos de conmutación sirven en este caso para la unión directa de la toma de bobinado respectiva con la derivación de carga, los contactos de resistencia para la conmutación en poco tiempo, es decir el cortocircuito mediante una o más resistencias de paso. Los desarrollos de los últimos años condujeron no obstante lejos de conmutadores de carga con contactos de carga mecánicos en aceite aislante. En lugar de esto se introducen cada vez más conmutadores de vacío como elementos interruptores.

Un cambiador de tomas bajo carga de ese tipo con tubos conmutadores de vacío se conoce por ejemplo del documento DE 10 2009 043 171 A1. Aquí el conmutador de carga lleva un eje impulsor que puede impulsarse por un acumulador de fuerza con al menos un disco de leva. El disco de leva presenta varias levas de control, donde dos levas de control dispuestas frontalmente sobre el disco de leva presentan un contorno que se aparta de la forma circular a modo de tacos, sobre el que se guía una bobina en contacto directo unida con un tubo conmutador de vacío mediante una palanca basculante respectivamente, bobina la cual se ajusta al contorno perfilado de la leva de control respectiva.

Debido al montaje constructivo de este cambiador de tomas bajo carga, en éste se requería un acumulador de energía elástico para la conmutación tipo muelle por medio del sistema de contacto. Del estado de la técnica acumuladores de fuerza conocidos se montan, es decir se tensan, por un eje de accionamiento al principio de cada operación del cambiador de tomas bajo carga. Los acumuladores de fuerza consisten esencialmente en un carro de elevación y un carro con muelle, entre las cuales están dispuestos muelles acumuladores de fuerza como acumuladores de energía.

Acumuladores de fuerza de ese tipo se pueden tomar por ejemplo del documento DE198 55 860 C1, así como del documento DE 28 06 282 B1. A pesar de estos acumuladores de energía utilizados durante décadas, siempre se producen fallos de estos dispositivos. Ya que los cambiadores de tomas bajo carga se utilizan durante largo tiempo, siempre sucede que los muelles de compresión o de tensión o se rompen y con ello evitan una conmutación. Además puede suceder que un carro no alcance la posición final, el eje de conexión no gire totalmente y los contactos de conexión no alcance su posición final. Esto puede llevar en el peor de los casos a la destrucción del transformador reductor de tensión completo.

Los modelos de cambiadores de tomas bajo carga de la solicitante no tienen, en comparación con el estado de la técnica, ningún acumulador de fuerza mecánico para la realización de conmutaciones. La activación se consigue directamente mediante accionamiento eléctrico. Si el suministro de energía cae repentinamente para un accionamiento de ese tipo durante una conmutación pueden aparecer sin embargo posiciones críticas en el cambiador de tomas bajo carga. Éstas están en particular antes del cierre o tras la apertura de un contacto de conexión. En este caso puede suceder por ejemplo un soldado de los contactos en el interior de los tubos de conmutación de vacío.

Con ello es tarea de la invención proporcionar un método para la realización de un proceso de conmutación en un cambiador de tomas bajo carga, y elevar con ello la seguridad de los cambiadores de conmutación bajo carga.

Esta tarea se resuelve mediante un método con las características de la primera reivindicación de la patente. Las reivindicaciones secundarias afectan especialmente a perfeccionamientos ventajosos del método.

La idea general de la invención consiste en este caso en dividir en varias fases en un proceso para la realización de un proceso de conmutación de un cambiador de tomas bajo carga, la secuencia de conexión en la que se basa el proceso de conmutación, que identifica los estados de conexión críticos y no críticos de los contactos de conexión utilizados respectivos, supervisar cada una de estas fases durante un método de conmutación y dependiendo de una lógica de decisiones parametrizada en un controlador, la cual procesa como base de la decisión el valor del voltaje de alimentación detectado al comienzo de un proceso de conmutación pretendido por medio de un dispositivo de supervisión del voltaje y solo comienza el método de conmutación o entra en la siguiente fase definida del proceso de conmutación si es detectable un voltaje de alimentación y además en una interrupción del voltaje de la

red o del voltaje de alimentación, y con ello en una caída del suministro de energía del accionamiento eléctrico, durante un proceso de conmutación, con ayuda de la energía existente en los condensadores del control, supera los estados de conexión críticos de los contactos de conexión respectivos identificados para una secuencia de conmutación, en cuanto que en la fase siguiente, definida como no crítica, de los estados de conexión se conecta.

5 Según la invención en este caso se comprueba tras el inicio de la conmutación en la primera fase por una instalación de supervisión del voltaje, si hay tensión en una línea de fase elegida. Si no hay tensión se interrumpe la conmutación y si hay tensión se continúa.

10 Durante la segunda fase del método según la invención se acciona una transmisión eléctrica mediante un controlador que abre en este caso el segundo contacto de conexión. Durante la apertura se supervisa el suministro de energía del accionamiento eléctrico desde un controlador. En una interrupción de tensión en el suministro de energía del accionamiento eléctrico se utiliza energía de los condensadores del control para la apertura completa del segundo contacto de conexión. En la conexión, es decir durante la tercera fase, se pone en marcha una toma de bobinado contigua mediante un segundo contacto indicador.

15 Durante la cuarta fase del método según la invención se acciona el accionamiento eléctrico mediante un control y en este caso se cierra el contacto de conexión. Durante el cierre se supervisa el suministro de energía del accionamiento eléctrico desde el controlador y en una interrupción de la tensión del suministro de energía de la transmisión eléctrica se utiliza la energía de los condensadores del control para el cierre completo del segundo contacto de conexión.

20 Durante la quinta fase del método según la invención se adaptan el primer contacto indicador a una toma de bobinado y el segundo contacto indicador a la toma de bobinado contigua. El primer y el segundo contacto de conexión están en este caso cerrados. Durante este tiempo se produce una corriente circular  $I_k$ .

25 Durante la sexta fase del método según la invención se comprueba antes de la continuación de la conmutación por parte de la instalación de supervisión de la tensión si sobre una línea de fase elegida hay aplicada una tensión. Cuando no hay aplicada una tensión se interrumpe la conmutación, cuando hay aplicada una tensión se continúa. Durante la siguiente séptima fase se pone en marcha una toma de bobinado contigua mediante el primer contacto indicador.

30 Durante la octava fase del método según la invención se activa el accionamiento eléctrico mediante un control y se cierra el primer contacto de conexión. Durante el cierre se supervisa el suministro de energía del accionamiento eléctrico desde un controlador y en caso de una interrupción de la tensión en el suministro de energía del accionamiento eléctrico se utiliza la energía de los condensadores del control para el cierre completo del primer contacto de conexión. En la novena fase se termina la conmutación.

35 El método según la invención se explica en detalle a continuación con ejemplos.

40 La figura 1 muestra una vista esquemática de un cambiador de tomas bajo carga con los medios requeridos para la realización de un proceso de conmutación, en el que se evitan posiciones críticas.

45 En las figuras 2a-2i hay ilustrado un proceso de conmutación a modo de ejemplo de un cambiador de tomas bajo carga, que trabaja según el principio de conexión del reactor.

La figura 3 muestra un plan de desarrollo esquemático con diferentes fases durante un proceso de conmutación.

50 En la figura 1 hay representado un cambiador de tomas bajo carga 1, según el principio de conexión del reactor, que se encuentra en un transformador reductor de tensión 2. El transformador reductor de tensión 2 presenta un lado de sobretensión 3, por lo que sobre éste está dispuesto el cambiador de tomas bajo carga 2, y un lado de subtensión 4. Tanto el lado de sobretensión 3 como también el lado de subtensión 4 presentan respectivamente 3 líneas de fase L1, L2, L3, I1, I2, I3. El cambiador de tomas bajo carga 1 se acciona mediante un accionamiento eléctrico. Un control 6 inicia las únicas manipulaciones de conexión del accionamiento eléctrico 5. El control 6 está unido mediante un controlador 7 con el accionamiento eléctrico 5 y con el dispositivo de supervisión de la tensión 8, en lo sucesivo designado como SUV 8. El SUV 8 supervisa la tensión de las líneas de fase individuales I1, I2 e I3 sobre el lado de subtensión 4. El suministro de energía del accionamiento eléctrico 5 se consigue mediante una de estas líneas de fase I1 del lado de subtensión 4 mediante una línea 9. Para esto es adecuada sin embargo cada una de las líneas de fase I1, I2 o I3 que se encuentran sobre los lados de subtensión 4.

55 En el interior del control 6 hay dispuestos condensadores buffer que están en situación de almacenar una cantidad de energía definida. Estos son frecuentemente componentes de control 6, sin embargo también pueden equiparse posteriormente. En la inicialización de un proceso de conmutación del cambiador de tomas bajo carga 1, desde una toma n mediante un paso intermedio  $n+1/2$  a la siguiente toma  $n+1$  del transformador reductor de tensión, se utiliza la energía de una línea de fase I2, I2 o I3 para abrir o cerrar los contactos de conexión V1, V2, en particular tubos de conmutación de vacío, que se encuentran en el interior del cambiador de tomas bajo carga 1. Las posiciones críticas

surgen en este método de conmutación en particular durante la denominada apertura dura o durante el cierre duro de los contactos de conexión. La abertura o el cierre duro surgen cuando los contactos están bajo carga, es decir conducen una corriente. En este caso surgen en el interior de los contactos de conexión arcos voltaicos, los cuales repercuten en el tiempo de vida de los contactos y en una duración larga del quemado pueden incluso conducir a destrucciones.

En las figuras 2a-2i se representa un proceso de conmutación a modo de ejemplo cambiador de tomas bajo carga 1 que trabaja según el principio de conexión del reactor. El cambiador de tomas bajo carga 1 consiste en un primer y un segundo contacto de conexión V1, V2, un primer y un segundo contacto indicador móvil W1 y W2 así como una primera y una segunda reactancia de paso X1 y X2. Adicionalmente hay dispuesta una línea de carga Y entre la primera y la segunda reactancia X1 y X2. El proceso de conmutación se consigue desde una primera toma n de un bobinado reductor a una segunda toma de bobinado n+1 contigua de un bobinado reductor de un transformador reductor de tensión 2, donde está permitida una posición intermedia n+1/2 como posición de funcionamiento estacionaria.

Para comenzar un proceso de conmutación, figura 2b, se abre el segundo contacto de conexión V2, de manera que el segundo contacto indicador W2 pueda primero soltarse de la toma de bobinado n sin corriente. A continuación, figura 2c, el contacto indicador W2 se mueve a la segunda toma n+1. Tras alcanzar la segunda toma de bobinado n+1, figura 2d, se cierra el contacto de conexión V2. En este caso se llega a la denominada corriente circular Ik, figura 2e. Las reactancias X1 y X2 permiten que el cambiador de tomas bajo carga 1 pueda permanecer en esta posición. Esta posición se designa como paso intermedio n+1/2. Tras la apertura de los primeros tubos de conmutación de vacío V1, figura 2f, se interrumpe la corriente circular Ik y el primer contacto indicador W1 se mueve en dirección a la segunda toma de bobinado n+1, figura 2g. Tan pronto como el primer contacto indicador W1 se aplica sobre la toma de bobinado n+1, figura h y figura i, se cierra el primer contacto de conexión V1.

Este proceso de conmutación puede con esto dividirse en nueve fases. En la primera fase (I) (figura 2a), se inicia la conmutación. En la segunda fase (II) se abre el segundo contacto de conexión V2. En la tercera fase (III) (figura 2c) se pone en marcha la segunda toma de bobinado n+1 contigua desde el segundo contacto indicador W2. En la cuarta fase (IV) se cierra el segundo contacto de conexión V2. En la quinta fase (V) (figura 2d) se cierran ambos contactos de conexión V1 y V2. En la fase (VI) se abre el primer contacto de conexión V1. En la fase siete (VII) (figura 2g) el primer contacto indicador W1 pone en marcha la segunda toma de bobinado n + 1 contigua. En la fase ocho se cierra el primer contacto de conexión V1. En la fase nueve (IX) se termina el proceso de conmutación.

En la figura 3 se representa el método según la invención mediante un plan de desarrollo esquemático. En este caso en la inicialización del proceso de conmutación en la primera fase (I) se comprueba primero mediante el SUV 8 si sobre la línea de fase I1, I2, I3 elegidas para el suministro de energía hay aplicada una tensión. Si este no es el caso, no se realiza el proceso de conmutación y el cambiador de tomas bajo carga 1 permanece en esa posición o el transformador reductor de tensión 2 se apaga completamente. En caso de que haya una tensión aplicada el accionamiento eléctrico 5 se activa mediante el control 6.

Durante esta segunda fase (II) se abre el segundo contacto de conexión V2. Esta fase debe verse como estado de conexión crítico, ya que cuando el contacto de conexión V2 no está completamente abierto puede llegarse a que no se apague el arco voltaico. El controlador 7 supervisa durante este tiempo el suministro de energía del accionamiento eléctrico 5. En caso de que durante esta fase (II) suceda una interrupción de la tensión, o sea se caiga el suministro de energía, esto es detectado por el controlador 7 y con ayuda de la energía existente en el control 6 se compensa desde los condensadores previamente cargados, es decir, se abre completamente el segundo contacto de conexión V2.

Cuando la apertura está completamente concluida, se pone en marcha en la tercera fase (III) la toma n+1 contigua mediante el segundo contacto indicador W2. Durante el cierre del segundo contacto de conexión V2, o sea en la fase cuatro (IV), se supervisa el suministro de energía mediante el controlador 7. Esta fase (IV) debe verse igualmente como estado de conexión crítico, ya que cuando un segundo contacto V2 no está completamente cerrado pueden aparecer encendidos y a continuación una no extinción de arcos voltaicos. En una interrupción de la tensión, o sea en una caída del suministro de energía, esto es detectado por el controlador siete y con ayuda de la energía existente en el control 6 se compensa desde los condensadores previamente cargados, es decir, se cierra completamente el segundo contacto de conexión V2. En la quinta fase (V), o sea después de que se cerrara el segundo contacto de conexión V2 aparece la denominada corriente circular Ik. Este estado de conexión no es crítico.

Antes de la apertura del primer contacto de conexión V1, o sea fase seis (VI), se comprueba de nuevo si sobre la línea de fase I1, I2, I3 elegida para el suministro de energía está aplicada una tensión. Si este no es el caso no se realiza el proceso de conmutación y el cambiador de tomas bajo carga permanece en esta posición o se desconecta completamente el transformador reductor de tensión. En la fase siete (VII) se pone en marcha la toma n+1 contigua. En la octava fase (VIII) se cierra el primer contacto de conexión V1. El controlador 7 supervisa durante este tiempo el suministro de energía y del accionamiento eléctrico 5. En caso de que durante esta fase aparezca una interrupción de la tensión, o sea una caída del suministro de energía, esto es detectado por el controlador 7 y con ayuda de la

## ES 2 647 825 T3

energía existente en el control 6 se compensa ya desde los condensadores previamente cargados. En la última fase se concluye el proceso de conmutación.

- 5 Con ayuda del método según la invención se asegura siempre que el primer y el segundo contacto de conexión V1 y V2 no ocupan nunca un estado de conexión crítico durante un proceso de conmutación de un cambiador de tomas bajo carga, desde una toma de bobinado n a la siguiente toma de bobinado n+1. Con esto se evita llegar a una destrucción de los contactos de conexión V1 y V2, del cambiador de tomas bajo carga 1 o del transformador reductor de tensión 2 completo. Esto tendría repercusiones respetables sobre una red de suministro de energía.

10

### Fases de la conmutación

I	Inicialización de la conmutación Comprobación de la tensión de una línea de fase elegida mediante SUV Realización de la conmutación con la tensión aplicada Interrupción de la conmutación con la tensión no aplicada
II	Activación del accionamiento eléctrico mediante control Apertura del segundo contacto de conexión Supervisión de la tensión mediante controlador Utilización de la energía de los condensadores desde el control cuando hay interrupción de la tensión para una apertura completa del segundo contacto de conexión
III	Puesta en marcha de la toma de bobinado contigua mediante el segundo contacto indicador
IV	Activación del accionamiento eléctrico mediante control Cierre del segundo contacto de conexión Supervisión de la tensión mediante controlador Utilización de la energía de los condensadores desde el control cuando hay interrupción de la tensión para un cierre completo del segundo contacto de conexión
V	Permanencia con contactos de conexión completamente cerrados Generación de la corriente circular Comprobación de la tensión de una línea de fase elegida mediante SUV Realización de la conmutación con tensión aplicada Interrupción de la conmutación con tensión no aplicada
VI	Activación del accionamiento eléctrico mediante control Apertura del primer contacto de conexión Supervisión de la tensión mediante controlador Utilización de la energía de los condensadores del control en caso de interrupción de la tensión para una apertura completa del segundo contacto de conexión
VII	Puesta en marcha de la toma de bobinado contigua mediante el primer contacto indicador
VIII	Activación del accionamiento eléctrico mediante control Cierre del primer contacto de conexión Supervisión de la tensión mediante controlador Utilización de la energía de los condensadores del control en caso de interrupción de la tensión para un cierre completo del primer contacto de conexión
IX	Terminación de la conmutación

**REIVINDICACIONES**

- 5 1. Método para la realización de un proceso de conmutación en un cambiador de tomas bajo carga (1) activado mediante un accionamiento mecánico (5) controlado por un control (6), entre tomas de bobinado (n, n+1) de un transformador reductor de tensión (2) por medio de contactos de conexión (V1, V2) donde el proceso de conmutación se divide en varias fases (I-IX),
- se identifican estados de conexión críticos y no críticos de los contactos de conexión (V1, V2) utilizados respectivos,
  - 10 - se supervisa cada una de las fases (I-IX)
  - al comienzo de un proceso de conmutación pretendido se detecta por medio de una instalación de supervisión de la tensión (8), con dependencia de una lógica de decisiones parametrizada en un controlador (7), un valor de la tensión de suministro como base de la decisión y sólo en caso de existir el suministro de tensión se conmuta a la siguiente fase (I-IX) definida del proceso de conmutación.
  - 15 - en una interrupción de tensión de la red o de la tensión de suministro, y con esto en una caída del suministro de energía del accionamiento eléctrico (5), se evita durante un proceso de conmutación con ayuda de la energía residual existente en los condensadores del control (6) un estado identificado como crítico, en cuanto que se hace una conexión al siguiente estado de conexión, identificado como no crítico.
- 20 2. Método según la reivindicación 1,  
**caracterizado por que**
- tras la inicialización de la conmutación en la primera fase (I) se comprueba desde una instalación de supervisión de la tensión (8), si en una línea de fase (I1, I2, I3) elegida está aplicada una tensión.
  - 25 - en caso de no estar aplicada una tensión se interrumpe la conmutación y
  - en caso de estar aplicada la tensión de continúa la conmutación.
- 30 3. Método según la reivindicación 1,  
**caracterizado por que**
- durante la segunda fase (II) se activa un accionamiento eléctrico (5) y en este caso se abre el segundo contacto de conexión (V2),
  - por que durante la apertura se supervisa el suministro de energía del accionamiento eléctrico (5) desde un controlador (7) y
  - 35 - por que en caso de una interrupción de energía en el suministro de energía del accionamiento eléctrico (5) se utiliza energía de condensadores del control (6) para la abertura completa del segundo contacto de conexión (V2).
- 40 4. Método según la reivindicación 1,  
**caracterizado por que**
- durante la tercera fase (III) se pone en marcha una toma de bobinado (n+1) mediante un segundo contacto indicador (W2).
- 45 5. Método según la reivindicación 1,  
**caracterizado por que**
- durante la cuarta fase (IV) se activa el accionamiento eléctrico (5) mediante un control (6) y en este caso se cierra el segundo contacto de conexión (V2),
  - 50 - durante el cierre se supervisa el suministro de energía del accionamiento eléctrico (5) desde el controlador (7) y
  - en caso de una interrupción de tensión en el suministro de energía del accionamiento eléctrico (5) se utiliza energía de los condensadores del control (6) para el cierre completo del segundo contacto de conexión (V2).
- 55 6. Método según la reivindicación 1,  
**caracterizado por que**
- durante la quinta fase (V) un primer contacto indicador (W1) se aplica sobre una toma de bobinado (n) y el segundo contacto indicador (W2) sobre la toma de bobinado contigua (n+1).
  - 60 - el primer y el segundo contacto (V1, V2) están cerrados y
  - en este caso se genera una corriente circular Ik.
- 65 7. Método según la reivindicación 1,  
**caracterizado por que**
- durante la sexta fase (VI) antes de la continuación de la conmutación se comprueba desde la instalación de

supervisión de tensión (8) si hay aplicada una tensión sobre una línea de fase (I1, I2, I3) elegida,  
- cuando no hay aplicada una tensión se interrumpe la conmutación y  
- cuando hay aplicada una tensión se continúa la conmutación.

5 8. Método según la reivindicación 1,  
**caracterizado por que**

- durante la séptima fase (VII) se pone en marcha una toma de bobinado (n+1) contigua a través del primer contacto indicador (W1).

10

9. Método según la reivindicación 1,  
**caracterizado por que**

- durante la octava fase (VIII) del accionamiento eléctrico (5) se activa el accionamiento mecánico (5) mediante un control (6) y en este caso se cierra el primer contacto de conexión (V1),  
- durante el cierre se supervisa el suministro de energía del accionamiento mecánico (5) por un controlador (7) y  
- en caso de interrupción de la tensión sobre el suministro de energía del accionamiento eléctrico (5) se utiliza energía de los condensadores del control (6) para el cierre completo del primer contacto de conexión (V1).

15

20

10. Método según la reivindicación 1,  
**caracterizado por que**

- durante la novena fase (IX) se concluye la conmutación.

25

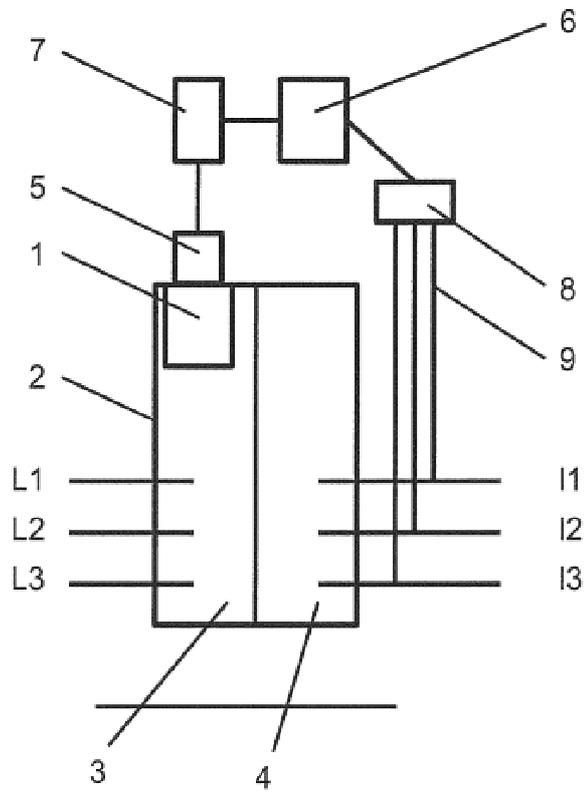
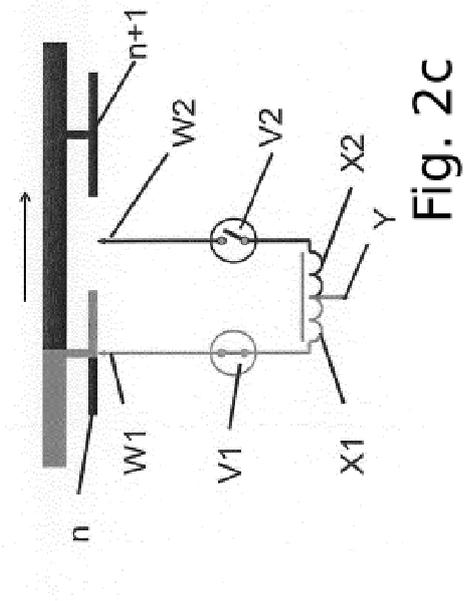
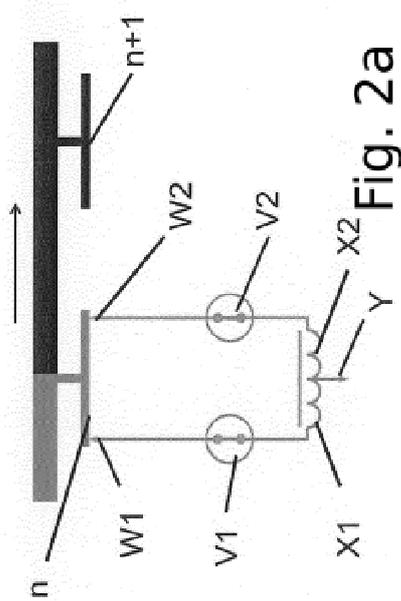
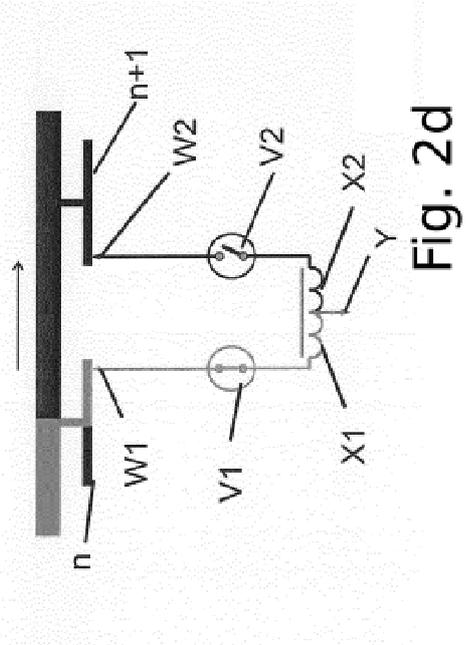
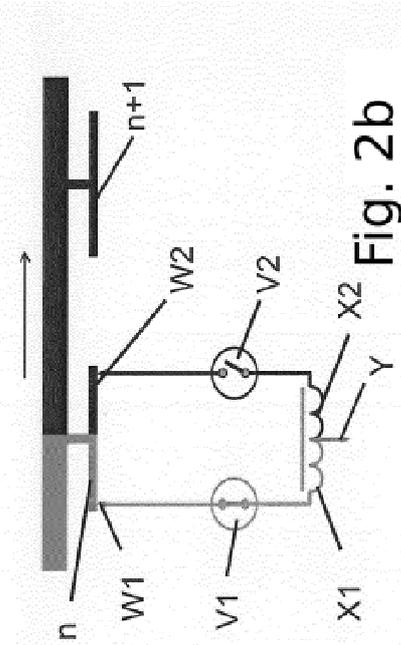
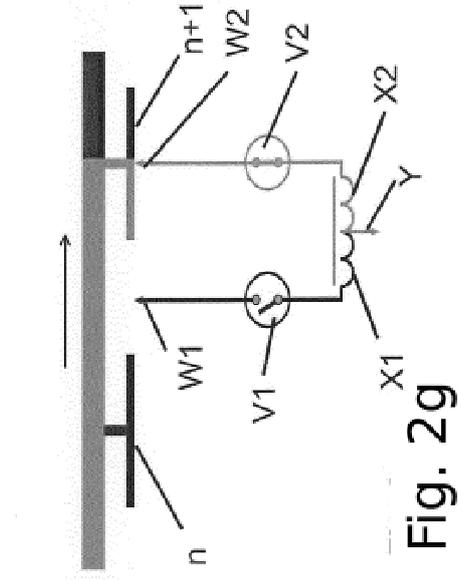
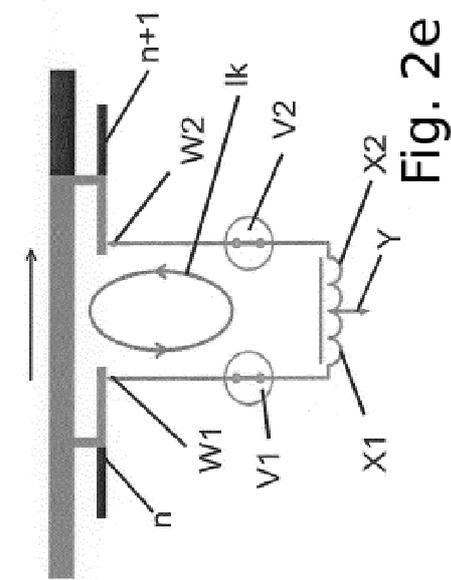
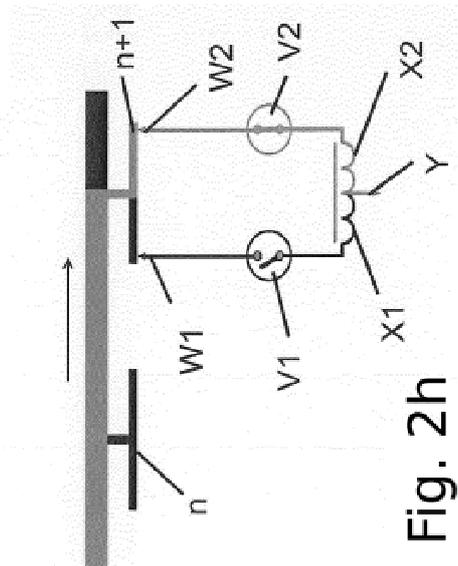
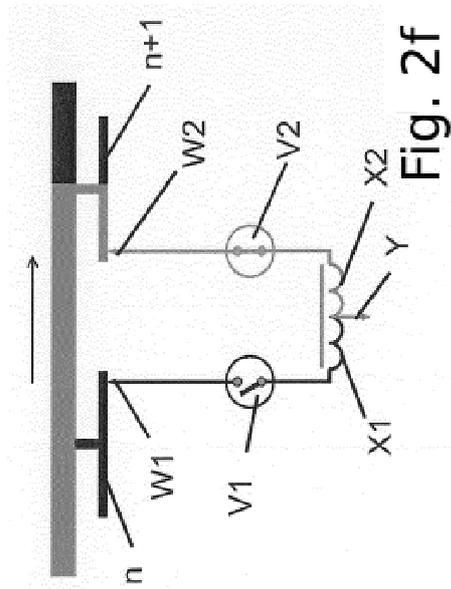


Figura 1





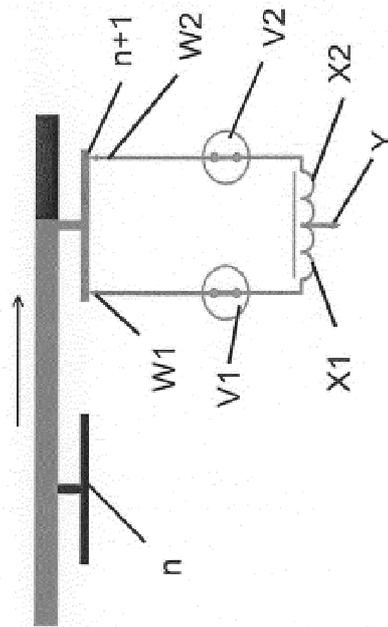


Fig. 2i

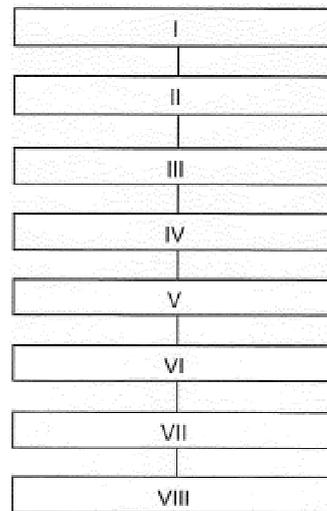


Figura 3