

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 759 006**

51 Int. Cl.:

**H02M 3/335** (2006.01)

**H05B 41/40** (2006.01)

**H05B 33/08** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **27.09.2013 PCT/EP2013/070190**

87 Fecha y número de publicación internacional: **03.04.2014 WO14049120**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **27.09.2013 E 13774630 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **28.08.2019 EP 2885863**

54 Título: **Convertidor de tensión conmutado**

30 Prioridad:

**28.09.2012 DE 102012217732**

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

**07.05.2020**

73 Titular/es:

**SIEMENS MOBILITY GMBH (100.0%)  
Otto-Hahn-Ring 6  
81739 München, DE**

72 Inventor/es:

**EUE, WOLFGANG y  
OKYERE, PHILIP FOSU**

74 Agente/Representante:

**CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel**

ES 2 759 006 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

## Convertidor de tensión conmutado

5 La invención se refiere a un convertidor de tensión conmutado con separación galvánica y ajuste regulado de una tensión de salida procedente de una tensión de entrada a un valor teórico que puede predeterminarse a partir de un número de valores teóricos por medio de un equipo PWM.

10 Un convertidor de tensión conmutado que convierte una tensión continua alimentada en la entrada en una tensión continua con nivel de tensión más alto, más bajo o invertido se denomina también convertidor de tensión continua (convertidor CC-CC). La transformación de tensión se realiza por medio de al menos un conmutador semiconductor electrónico controlado con una determinada frecuencia de conmutación o de trabajo, y al menos un transformador-convertidor para la transmisión de energía, así como al menos un diodo rectificador para el desacoplamiento de la tensión continua de salida.

15 El transformador en el convertidor de tensión puede trabajar como acumulador de energía de un así llamado convertidor con oscilador de bloqueo con separación galvánica entre la entrada de convertidor y la salida de convertidor. Durante la así llamada fase de conducción el conmutador semiconductor está cerrado y la corriente fluye, cuando el diodo del lado secundario está bloqueado, a través del bobinado primario del transformador. En esta fase de conducción no se realiza transmisión de energía alguna y el bobinado secundario del transformador está sin corriente, mientras que se establece un campo magnético. Un condensador conectado en paralelo a la salida de convertidor en el lado secundario mantiene la tensión de salida durante esta fase de conducción. Si el conmutador semiconductor se abre de manera controlada, entonces la frecuencia en el lado primario baja a cero y la corriente que aumenta en el lado secundario fluye a través del diodo y carga el condensador con la tensión de salida. Esta corriente secundaria disminuye hasta cero con energía decreciente en el bobinado secundario del transformador. Según la carga del convertidor con oscilador de bloqueo el conmutador semiconductor actúa seguido o se cierra de nuevo directamente a continuación de manera controlada (carga total) o se cierra después (carga parcial). Estos ciclos de fase de conducción y de bloqueo se ajustan mediante control correspondiente del conmutador de semiconductor.

20 El transformador en el convertidor de tensión puede trabajar como elemento constructivo separado galvánicamente de un así llamado convertidor de flujo. En esta variante, durante la así llamada fase de conducción del conmutador semiconductor en el lado de entrada se realiza el desacoplamiento de la corriente transmitida por el transformador mediante el diodo en el lado secundario. En esta variante, el conmutador semiconductor debe abrirse asimismo regularmente de manera controlada para que el campo magnético en el transformador pueda eliminarse.

25 En variantes más complejas de convertidores de flujo, en el lado de entrada, se utilizan varios conmutadores semiconductores para hacer funcionar el transformador en una conexión de puente (convertidores de flujo de semipuente o de puente integral). Estas variantes más complejas emplean a menudo transformadores con más de dos bobinados o bobinados con tomas intermedias y requieren en el lado de salida varios diodos rectificadores. En los tipos de convertidor mencionados se trata de variantes de construcción comunes de transformadores de tensión continua (convertidores CC-CC).

30 Para regular variaciones de tensión de entrada y/o variaciones de carga, puede utilizarse una regulación empleando un optoacoplador en el bucle de regulación denominado también bucle de retroalimentación para el mantenimiento de la separación de potencial. El optoacoplador en el caso de una desviación de valor teórico emite una señal de control digital a un equipo para la modulación por ancho de pulsos, que actúa seguido varía o ajusta el ciclo de trabajo (*duty cycle*) de la señal de control (PWM-signal) para el conmutador semiconductor del convertidor de tensión para el seguimiento de la tensión de salida al valor teórico.

35 En particular en la tecnología de señalización para vehículos sobre carriles, para el control de las lámparas de señalización se requieren al menos dos tensiones de salida conmutables, en particular para facilitar dos niveles de luminosidad diferentes para el funcionamiento de día y funcionamiento de noche de las lámparas de señalización. Una realización de la tecnología del dispositivo de conmutación por medio de convertidor de tensión conmutado empleando optoacopladores de estrecha tolerancia es costosa, o en el caso de optoacopladores asequibles, sometidos comparativamente a tolerancias, y por consiguiente imprecisos, es muy compleja desde el punto de vista de la tecnología del dispositivo de conmutación.

40 La invención se basa en el objetivo de indicar un convertidor de tensión conmutado reforzado de manera especialmente sencilla para el ajuste de una tensión de salida a un valor teórico que puede predeterminarse a partir de un número de valores teóricos.

45 En particular el convertidor de tensión debe reforzarse también para el uso de un optoacoplador con amplias tolerancia de tal modo que de hecho solo pueda transmitirse ambas informaciones de valores extremos "tensión real demasiado alta/baja" con el fin de mejorar variantes de construcción de transformadores CC-CC con equipos PWM, para los que es suficiente una señal de control con las dos informaciones de valor extremo binarias "tensión real demasiado alta" y "tensión real demasiado baja" a modo de una regulación de dos posiciones.

Este objetivo se resuelve según la invención mediante las características de la reivindicación 1. Configuraciones ventajosas y perfeccionamientos son objeto de las reivindicaciones dependientes.

5 Para este propósito está previsto un convertidor de tensión conmutado de manera regulada con separación galvánica que, en el lado de entrada, presenta un conmutador semiconductor controlado por medio de un modulador por ancho de pulsos (equipo PWM) y en el lado de salida un rectificador. Una regulación y/o control comprende a este respecto un dispositivo de conmutación de valores teóricos controlado por frecuencia que, dependiendo de una conmutación de una frecuencia de trabajo ajustable del equipo PWM de una primera frecuencia, a la que está asociado un primer valor de los valores teóricos, a una segunda frecuencia a la que está asociado un segundo valor de los valores teóricos seleccionado actualmente, conmuta una relación de división de un divisor de tensión solicitado con la tensión de salida ajustada. Un comparador de valores reales de la regulación o control genera, a partir de una desviación de un valor de tensión, determinado por la relación de división, de un valor de referencia de una tensión de referencia, una señal de control y alimenta a esta al equipo PWM para el ajuste de la tensión de salida al valor teórico asociado a la frecuencia actualmente ajustada del equipo PWM.

15 En una configuración ventajosa el comparador de valores reales dentro del circuito de regulación o su así llamado bucle de retroalimentación está conectado aguas abajo del dispositivo de conmutación de valores teóricos controlado por frecuencia. El comparador de valores reales emite la señal de control para el ajuste de la tensión de salida al valor teórico dependiente de la frecuencia respectiva de la frecuencia de trabajo, preferiblemente separada galvánicamente y por consiguiente separada en cuanto al potencial de la tensión de salida del convertidor de tensión.

20 Para mantener la separación de potencial del convertidor de tensión conmutado, dentro del bucle de retroalimentación está insertado allí dicho optoacoplador que forma una señal de control separada galvánicamente de la respectiva tensión de salida respectiva para el equipo PWM.

Según una realización de conmutación conveniente del dispositivo de conmutación de valores teóricos controlado por frecuencia este comprende al menos un filtro de frecuencia, que está realizado preferiblemente como filtro pasabanda. El filtro pasabanda respectivo mediante saltos de tensión, variaciones de tensión o partes de tensión alterna de la tensión de salida todavía sin rectificar inicia la conmutación de la relación de división, y con ello la regulación de la tensión de salida, del primer valor teórico al segundo valor teórico o a la inversa. Para este propósito, el o cada filtro pasabanda de manera adecuada en el lado de entrada está conectado con una toma del lado de salida del convertidor de tensión antes de su rectificador o está conectado con una toma intermedia de un bobinado del transformador en el lado de salida o con un bobinado auxiliar del transformador.

De un modo sencillo y fiable en la tecnología de conmutación, el filtro pasabanda o filtro de frecuencia respectivo en el lado de salida controla un conmutador, en particular un transistor, dependiendo de la frecuencia de la frecuencia de trabajo captada en cada caso. La excitación se realiza a este respecto de tal modo que la regulación o control ajusta o regula la tensión de salida al valor teórico asociado en cada caso a la frecuencia de la frecuencia de trabajo seleccionada actualmente. El conmutador controlable puede estar conectado a este respecto de manera sencilla con una resistencia óhmica. Mediante esto, de nuevo, de un modo sencillo y fiable se permite una variación de la relación de división del divisor de tensión que suministra el valor de tensión que se aproxima al comparador de valores reales.

También varios filtros pasabanda del dispositivo de conmutación de valores teóricos controlado por frecuencia de la regulación de convertidor pueden estar vinculados entre sí por circuito lógico mediante una así llamada función lógica cableada (*wired-AND*) o una puerta Y. En esta forma de realización a los filtros pasabanda en el lado de salida está asociado preferiblemente en cada caso un condensador. También a los filtros pasabanda puede estar asociado un decodificador, que al igual que un circuito lógico de los filtros pasabanda permite el ajuste de valores teóricos de tensión que están asociados a frecuencias fijas de la frecuencia de trabajo. La utilización de dicho decodificador, en particular de un así llamado decodificador 1 den permite además el ajuste de valores teóricos de tensión que están asociados o pueden asociarse a frecuencias de la frecuencia de trabajo que pueden seleccionarse libremente.

Este perfeccionamiento ventajoso del dispositivo de conmutación de valores teóricos controlado por frecuencia permite tanto una conmutación de frecuencia como, prácticamente integrada, una modulación de frecuencia, lo que a su vez permite la regulación estable de la tensión de salida a un valor teórico, que puede seleccionarse de una pluralidad de valores teóricos.

En una configuración ventajosa del comparador de valores reales este comprende un amplificador operacional, que puede estar ampliado también a un amplificador diferencial y puede estar conectado de manera correspondiente. Al amplificador operacional se alimentan en el lado de entrada el valor de referencia de la tensión de referencia y el valor de tensión que puede modificarse mediante el dispositivo de conmutación de valores teóricos controlado por frecuencia. Dependiendo de la desviación respectiva del valor de tensión del valor de referencia de la tensión de referencia el amplificador operacional emite en el lado de salida la señal de control cuyo valor o nivel de señal depende de la desviación de regulación respectiva de la tensión de salida actualmente ajustada del convertidor de tensión.

5 En un perfeccionamiento adecuado del comparador de valores reales este comprende un divisor o el divisor de tensión mencionado anteriormente que está conectado con la salida de convertidor y está guiado para facilitar el valor de tensión a través de una toma de división hacia una entrada del amplificador operacional. La otra entrada del amplificador operacional está conectada con un emisor de valor de referencia, en particular con un diodo de ruptura o diodo Zener para facilitar el valor de referencia de la tensión de referencia.

El transformador asociado al convertidor de tensión conmutado realiza la separación galvánica y/o separación de potencial deseada o exigida de la respectiva tensión de salida respecto de la tensión de entrada. La tensión de salida respectiva se facilita y puede captarse convenientemente en un condensador dispuesto detrás del rectificador y conectado en paralelo a la salida del convertidor de tensión.

10 En particular, las ventajas alcanzadas con la invención consisten en que, por medio de un convertidor de tensión conmutado, que presenta convenientemente un dispositivo de conmutación de valores teóricos controlado por frecuencia conectado aguas arriba de un comparador de valores reales, permite un ajuste regulado de una tensión de salida a valor un teórico que puede predeterminarse a partir de un número de valores teóricos. El dispositivo de conmutación de valores teóricos controlado por frecuencia puede conmutar, dependiendo de una conmutación de  
15 frecuencias de conmutación o de trabajo ajustables del equipo PWM entre frecuencias seleccionadas, a las que están asociados diferentes valores teóricos de tensión correspondientes, entre diferentes relaciones de división de un divisor de tensión solicitado con la tensión de salida.

20 La regulación o su comparador de valores reales genera, a partir de una desviación de un valor de tensión determinado por la relación de división respecto de un valor de referencia de una tensión de referencia, una señal de control que se alimenta al equipo PWM a través de un optoacoplador con el fin de ajustar la tensión de salida al valor teórico asociado a la frecuencia actualmente ajustada.

25 La regulación de la tensión de salida al valor teórico respectivo, actualmente predeterminado se lleva a cabo a este respecto mediante el convertidor de tensión conmutado en la práctica exclusivamente mediante una variación del ancho de pulso, es decir del tiempo de conexión del conmutador de semiconductor (transistor de conmutación principal) del convertidor de tensión conmutado.

A continuación se explican con más detalle ejemplos de realización de la invención mediante un dibujo. En él muestran:

- 30 la figura 1 un esquema de conexiones de un convertidor de tensión conmutado con un dispositivo de conmutación de valores teóricos controlado por frecuencia de un circuito de regulación con optoacoplador,
- la figura 2 una forma de realización del dispositivo de conmutación de valores teóricos controlado por frecuencia para un número de tensiones de salida,
- la figura 3 una primera variante del dispositivo de conmutación de valores teóricos controlado por frecuencia mediante modulación de frecuencia, y
- 35 la figura 4 una variante adicional del dispositivo de conmutación de valores teóricos controlado por frecuencia con un decodificador para generar varias tensiones de salida que pueden seleccionarse libremente mediante conmutación de frecuencia y modulación de frecuencia.

Las partes que se corresponden entre sí están provistas en todas las figuras con los mismos números de referencia.

40 La figura 1 muestra un circuito de un convertidor 10 de tensión conmutado de manera regulada con una entrada  $E_1$  para una tensión  $U_E$  de entrada y salida  $A_1$  separada en cuanto al potencial de esta (separada galvánicamente) para un número de tensiones  $U_{An}$  de salida. El convertidor 10 de tensión conmutado que funciona como convertidor de tensión continua presenta en el lado de entrada, así como en el lado primario un transformador 11 con un bobinado primario  $L_1$  y un bobinado secundario  $L_2$  un conmutador semiconductor 12 denominado en lo sucesivo transistor de conmutación. El transistor 12 de conmutación se controla mediante un modulador 13 por ancho de pulso  
45 denominado en lo sucesivo equipo PWM.

50 El transformador 11 conectado aguas abajo del transistor 12 de conmutación provoca una transformación de tensión y una separación de potencial entre la entrada  $E_1$  y la salida  $A_1$  del convertidor 10 de tensión. Al bobinado en el lado secundario o bobina  $L_2$  del transformador 11 y con ello en el lado de salida del convertidor 10 de tensión están conectados un rectificador 14, en forma de un diodo serial, y un condensador 15 conectado en paralelo para el aplanamiento de la tensión continua pulsatoria o pulsada generada por el diodo 14. La tensión que cae en el condensador 15 forma la tensión  $U_{An}$  de salida del convertidor 10 de tensión.

55 Para el control del equipo PWM 13 y con ello para la regulación de la respectiva tensión  $U_{An}$  de salida del convertidor 10 de tensión sirve una señal  $S_D$  de control esencialmente binaria que está alimentada al equipo PWM 13 mediante un optoacoplador 16. Para que pueda formarse la señal  $S_D$  de control a partir del fototransistor 16a, conductor o bloqueado, del optoacoplador 16 en el lado del colector está conectada una resistencia óhmica  $R_p$  en por ejemplo la

entrada  $E_1$  del convertidor 10 de tensión, y en el lado del emisor el fototransistor 16a está conectado con el potencial  $E_B$  de referencia de entrada del convertidor 10 de tensión.

- 5 La señal  $S_D$  de control provoca un ajuste del ciclo  $d$  de trabajo (*duty cycle*) de una señal  $S_{PWM}$  de control alimentada al transistor 12 de conmutación del equipo PWM 13. Mediante conexión y desconexión regulada o controlada de manera correspondiente del transistor 12 de conmutación se ajusta o se regula la tensión  $U_{an}$  de salida. Mediante modificación del ciclo  $d$  de trabajo la duración  $t_E$  de conexión y la duración  $t_A$  de desconexión del transistor 12 de conmutación, con  $d = t_E / (t_E + t_A)$  varía de tal modo que la tensión  $U_{an}$  de salida predeterminada se ajusta de la manera más estable posible. Por consiguiente, dependiendo de la señal  $S_D$  de control la tensión  $U_{an}$  de salida se eleva o se baja según sea necesario.
- 10 El ajuste de la tensión  $U_{an}$  de salida se realiza por medio de una regulación con un comparador 20 de valores reales que está conectado aguas arriba del optoacoplador 16. Un led 16b del optoacoplador 16 está conectado con la salida de un amplificador operacional 21 del comparador 20 de valores reales. La señal  $S_R$  de control o de regulación generada por el comparador 20 de valores reales en el lado de salida del amplificador operacional 21 puede tomar un nivel de señal alto o un nivel bajo que provoca una iluminación o un oscurecimiento del led 16b del optoacoplador
- 15 16. Su señal  $S_D$  de control separada galvánicamente del comparador 20 de valores reales, en el lado de salida facilita para el equipo PWM 13 un nivel de señal alto o un nivel bajo. El hecho de que, correspondiendo a la representación simbólica en la figura 1, la señal  $S_D$  de control se comporte lógicamente de manera invertida a la señal  $S_R$  de control o de regulación no es relevante y se tiene en cuenta en el equipo PWM 13 en el caso de una modificación regulada del ciclo  $d$  de trabajo.
- 20 El comparador 20 de valores reales comprende adicionalmente al amplificador operacional 21 un divisor de tensión con dos resistencias óhmicas  $R_1$  y  $R_2$ , así como un emisor  $Z$  de valor de referencia, en el presente caso en forma de un diodo Zener o diodo de referencia. El divisor de tensión está conectado entre la salida  $A_1$  y masa en el lado de salida o potencial  $A_B$  de referencia de salida del convertidor 10 de tensión y por consiguiente está solicitado con la tensión  $U_{an}$  de salida. La relación de división del divisor  $R_1$ ,  $R_2$  de tensión determina la tensión en la entrada no
- 25 inversora o entrada positiva (+) del amplificador operacional 21. La entrada inversora o entrada negativa (-) del amplificador operacional 21 está conectada en el emisor  $Z$  de valor de referencia y solicitada por consiguiente con la tensión  $U_R$  de referencia. Dependiendo de la diferencia de tensión entre la entrada positiva (+) y la entrada negativa (-) del amplificador operacional 21 se genera una señal de salida binaria en forma de un nivel alto (*high*) o de un nivel bajo (*low*) como señal  $S_R$  de control y se alimenta al optoacoplador 16.
- 30 El optoacoplador 16, la resistencia  $R_p$  y el comparador 20 de valores reales se denominan a continuación también bucle de retroalimentación en el circuito de regulación del convertidor 10 de tensión. En este bucle de retroalimentación del convertidor 10 de tensión se introduce un dispositivo 30 de conmutación de valores teóricos controlado por frecuencia. El dispositivo 30 de conmutación de valores teóricos controlado por frecuencia presenta un filtro 31 de frecuencia, en particular en forma de un filtro pasabanda, delante del cual está dispuesto el
- 35 condensador  $C_k$  de acoplamiento y un conmutador semiconductor 32, en particular en forma de un transistor, está conectado aguas abajo. El transistor 32 está guiado en el lado del colector a través de una resistencia óhmica  $R_3$  denominada en lo sucesivo también resistencia de ajuste hacia una salida  $A_3$  y en el lado del emisor, por ejemplo a través de una salida  $A_4$  adicional, a masa en el lado de salida o al potencial  $A_B$  de referencia de salida. La salida  $A_3$  puede estar conectada con una entrada correspondiente del comparador 20 de valores reales que, a su vez, entre
- 40 las resistencias  $R_1$  y  $R_2$  guía hacia el divisor de tensión formado mediante estas. El punto de conexión de la resistencia  $R_3$  del conmutador 30 de valores reales controlado por frecuencia con el divisor  $R_1$ ,  $R_2$  de tensión del comparador 20 de valores reales puede estar realizado también directamente mediante tecnología de conmutación. La salida  $A_4$  forma por consiguiente la conexión a masa del dispositivo de 30 conmutación de valores teóricos controlado por frecuencia.
- 45 El condensador  $C_k$  de acoplamiento está guiado a través de una entrada  $E_2$  del dispositivo 30 de conmutación de valores teóricos controlado por frecuencia hacia el lado secundario del transformador 11 del convertidor 10 de tensión y allí entre la bobina secundaria  $L_2$  y el rectificador o el diodo 14 hacia una toma 33. Por medio del condensador  $C_k$  de acoplamiento del dispositivo 30 de conmutación de valores teóricos controlado por frecuencia pueden captarse por consiguiente saltos de tensión o variaciones de tensión, llamados también en lo sucesivo
- 50 valores  $U_{AC}$  de tensión alterna, antes de la rectificación mediante el rectificador 14 y se alimenta al dispositivo 30 de conmutación de valores teóricos controlado por frecuencia. La frecuencia de las variaciones o saltos de tensión captadas antes de la rectificación se corresponden con la frecuencia de conmutación del transistor 12 de conmutación y por consiguiente con la respectiva frecuencia  $f_{an}$  de trabajo del convertidor 10 de tensión conmutado.
- 55 Si se ajusta o se selecciona, por ejemplo, también un valor teórico  $U_{A1}$  de tensión, denominado en lo sucesivo valor teórico o valor de tensión, de la tensión  $U_{an}$  de salida a la altura de, por ejemplo, 10V ( $U_{A1} = 10V$ ), entonces el conmutado convertidor 10 de tensión se ajusta a una frecuencia de trabajo de, por ejemplo,  $f_{a1} = 50kHz$ . Esta frecuencia  $f_{a1}$  puede constatarse también en el lado de salida del convertidor 10 de tensión en la toma 33 y se desacopla a través del condensador  $C_k$  de acoplamiento, así como se alimenta al filtro pasabanda 31. El filtro pasabanda 31 no es conductivo para esta frecuencia y por consiguiente no controla completamente el transistor 32.

La predeterminación del valor  $U_{A1} = 10V$  de tensión se realiza por medio de una señal  $S_A$  de selección que se alimenta, al equipo PWM 13 a través de una entrada  $E_4$  del convertidor 10 de tensión conmutado. Dado que la señal  $S_A$  de selección para las tensiones  $U_{an}$  de salida pertenece al potencial en el lado de entrada del convertidor 10 de tensión conmutado y solo está disponible en el lado de entrada, la transmisión de la señal  $S_A$  de selección más allá de la separación galvánica no es posible mediante la adición de elementos constructivos de puenteo.

En el estado regulado o estable el equipo PWM 13 está ajustado a la frecuencia  $f_{a1} = 50kHz$  y mediante el ciclo  $d$  de trabajo correspondiente ha regulado la tensión  $U_{an}$  de salida a este valor de tensión  $U_{A1} = 10V$ .

Dado que el bucle de retroalimentación en el circuito de regulación del convertidor 10 de tensión en la configuración más sencilla a modo de un regulador de dos posiciones solo guía las dos informaciones de valor extremo binarias "tensión real demasiado alta" y "tensión real demasiado baja" la regulación en la configuración correspondiente llevará que el valor  $U_{An}$  de tensión supere una tensión o quede por debajo de una tensión de forma fiable y típica de la regulación de dos posiciones .

Si la señal  $S_A$  de selección debido a la exigencia de una tensión  $U_{A2}$  de salida cambia de, por ejemplo, 15 V ( $U_{A2} = 15V$ ), entonces el equipo PWM 13 conmuta a una frecuencia de conmutación o de trabajo de, por ejemplo,  $f_{a2} = 60kHz$ . La frecuencia  $f_{a2}$  de trabajo modificada puede constatares en la toma 33 y se desacopla a través del condensador  $C_k$  de acoplamiento y pasa por el filtro pasabanda 31 diseñado, por ejemplo, a una frecuencia  $f_{a2} = 60kHz$ . El filtro pasabanda 31 conectado en el lado de salida con la entrada de control del transistor 32 conmuta acto seguido el comparador 20 de valores reales al nuevo valor teórico  $U_{A2} = 15V$ . A través del optoacoplador 16, mediante un nivel de señal correspondiente de la señal  $S_D$  de control se comunica al equipo PWM 13 una tensión  $U_{an}$  de salida demasiado baja hasta que mediante una variación correspondiente del ciclo  $d$  de trabajo de la señal  $S_{PWM}$  PWM alimentada al transistor 12 de conmutación la tensión  $U_{an}$  de salida se aumenta al valor teórico  $U_{A2}$  de tensión.

El transistor 32 del dispositivo 30 de conmutación de valores teóricos controlado por frecuencia se conduce a través del filtro pasabanda 31. Por consiguiente la resistencia  $R_3$  de ajuste se conecta en paralelo a la resistencia  $R_2$  del divisor  $R_1, R_2$  de tensión con la consecuencia de que su relación de división varía y la tensión en la entrada positiva (+) del amplificador operacional 21 baja de manera correspondiente. El bucle de retroalimentación transporta la información "tensión real demasiado baja", hasta que mediante el aumento de la tensión  $U_{an}$  de salida la tensión en la entrada positiva (+) supera la de en la entrada negativa (-) del amplificador operacional 21. Mientras que la señal  $S_A$  de selección exige este valor de tensión  $U_{A2} = 15V$  en la salida  $A_1$  del convertidor 10 de tensión conmutado, la tensión  $U_{an}$  de salida se regula a este valor  $U_{A2}$  de tensión.

Al retroceder o cambiar al otro valor  $U_{A1} = 10V$  de tensión mediante la señal  $S_A$  de selección esta a través del equipo PWM 13 fuerza una variación de la frecuencia de conmutación o frecuencia  $f_{an}$  de trabajo a la frecuencia  $f_{a1} = 50kHz$ . Por lo tanto el filtro pasabanda 31 no suministra tensión de control alguna al transistor 32, de modo que este se cierra. Por lo tanto en el divisor  $R_1, R_2$  de tensión del comparador 20 de valores reales se ajusta la relación de división determinada mediante la resistencia  $R_2$ , y la tensión en la entrada positiva (+) del amplificador operacional 21 sube con la consecuencia de que el nivel de señal de la señal  $S_R$  de control y por lo tanto a través del optoacoplador 16 de la señal  $S_D$  de control cambia. A través del optoacoplador 16 se comunica por ello una tensión  $U_{an}$  de salida demasiado alta hasta que el equipo PWM 13 como consecuencia de una variación del ciclo de trabajo de la señal  $S_{PWM}$  PWM del transistor 12 de conmutación haya hecho posible la bajada regulada de la tensión  $U_{an}$  de salida a este valor  $U_{A1}$  de tensión.

El emisor de valor de referencia  $Z$  del comparador 20 de valores reales constata el valor  $U_R$  de referencia del amplificador operacional 21 en su entrada negativa (-). Este valor de referencia o esta tensión de referencia es de por ejemplo  $U_R = \frac{1}{2} \cdot U_{A1} = 5V$ . Si para las resistencias  $R_1, R_2$  y  $R_3$  se emplean los mismos valores de resistencia, resultan los valores de tensión  $U_{A1} = 10V$  y  $U_{A2} = 15V$  descritos en este caso a modo de ejemplo.

En una desviación del valor de tensión  $U_T$  determinado a través de la relación de división del divisor de tensión  $R_1, R_2$  en la entrada positiva (+) del amplificador operacional 21 de su tensión  $U_R$  de referencia el nivel de señal de la señal  $S_R$  de control del comparador 20 de valores reales en el lado de salida cambia, lo que lleva a un cambio correspondiente del nivel de señal de la señal  $S_D$  de control del optoacoplador 15. En consecuencia, el equipo PWM 13 modifica el ciclo  $d$  de trabajo de la señal  $S_{PWM}$  para el transistor 12 de conmutación con el efecto de que se regula la tensión  $U_{an}$  de salida.

Por medio del filtro pasabanda 31 del dispositivo 30 de conmutación de valores teóricos controlado por frecuencia ajustado en el ejemplo de realización a una frecuencia de  $f_{a2} = 60kHz$  puede diferenciarse mediante el convertidor 10 de tensión conmutado conectado con ello entre los dos estados  $f_{a2} = 60kHz$  y  $f_{an} \neq 60kHz$  dependientes de la frecuencia  $f_{an}$  de trabajo del convertidor 10 de tensión.

Dado que la frecuencia  $f_{an}$  de trabajo del convertidor 10 de tensión y con ello la frecuencia de conmutación del transistor 12 de conmutación controlado mediante la señal  $S_{PWM}$  PWM en el intervalo de los datos técnicos de los componentes empleados puede seleccionarse en una gama de frecuencia comparativamente grande, pueden

asociarse también otros valores de tensión de la tensión  $U_{an}$  de salida del convertidor 10 de tensión mediante la adición de otros dispositivos 30a, 30b de conmutación de valores teóricos controlados por frecuencia.

- La figura 2 muestra un dispositivo 30a de conmutación de valores teóricos controlado por frecuencia modificado o ampliado del o para el convertidor 10 de tensión conmutado. El dispositivo 30a de conmutación de valores teóricos controlado por frecuencia comprende para este propósito de nuevo un primer filtro de frecuencia o filtro pasabanda 31a con conmutadores conectado aguas abajo en el lado de salida en forma de un transistor 32. Este está guiado de manera análoga a la figura 1 en el lado del colector a través de la resistencia R3 hacia la salida  $A_3$  y en el lado del emisor a través de la salida  $A_4$  a masa en el lado de salida o potencial  $A_B$  de referencia de salida. En este sentido el dispositivo 30a de conmutación de valores teóricos controlado por frecuencia corresponde al de la figura 1.
- 5 Para una tensión  $U_{an}$  de salida adicional están previstos un filtro pasabanda 33a adicional, así como un transistor 32a adicional que en el lado del colector de nuevo está guiado a través de una resistencia óhmica (resistencia de ajuste) R3a igualmente hacia la salida  $A_3$  y en el lado del emisor igualmente hacia la salida  $A_4$  de masa. La frecuencia  $f_{a3}$  del filtro pasabanda 33a es de, por ejemplo, 70kHz ( $f_{a3} = 70\text{kHz}$ ) y el valor teórico de tensión asociado es por ejemplo  $U_{A3} = 20\text{V}$ .
- 15 Ambos filtros pasabanda 31a y 33a están conectados en el lado de salida además en cada caso con condensador  $C_{S1}$  o  $C_{S2}$  guiado a masa. En el lado de entrada los dos filtros pasabanda 31a y 33a están guiados conjuntamente a través del condensador  $C_k$  de acoplamiento hacia la entrada  $E_2$  del dispositivo 30 de conmutación de valores teóricos controlado por frecuencia. Mientras que los valores de resistencia de las resistencias óhmicas R1 a R3 para el primer y segundo valor  $U_{A1} = 10\text{V}$  y  $U_{A2} = 15\text{V}$  de tensión de la tensión  $U_{an}$  de salida son iguales ( $R1 = R2 = R3$ ), el valor de resistencia de la resistencia R3a está determinado con  $R_{3a} = \frac{1}{2} R2$ .

Según el valor de tensión de la tensión  $U_{an}$  de salida predeterminado mediante la señal  $S_A$  de selección el equipo PWM 13 modifica la frecuencia  $f_{an}$  de trabajo, que se refleja en el lado de entrada o en el lado primario y se desacopla mediante el condensador  $C_k$  de acoplamiento en la toma 33 y se alimenta a los filtros pasabanda 31a, 33a. Según frecuencia  $f_{an}$  de trabajo que no es la frecuencia sin influencia ( $f_{an} \neq 50\text{kHz}$ ), o el filtro pasabanda 31a o el filtro pasabanda 33a genera una tensión de salida que controla completamente el transistor 32 o 32a asociado, de modo que la resistencia R3 o R3a de ajuste correspondiente a través de la salida  $A_3$  se conecta en paralelo a la resistencia R2 del divisor de tensión R1, R2. Debido a los diferentes valores de resistencia de las resistencias R3 y R3a se ajusta una relación de división correspondiente del divisor R1, R2 de tensión y con ello una tensión  $U_T$  correspondiente en la entrada positiva (+) del amplificador operacional 21. Esto lleva de nuevo a una variación del nivel de señal de la señal  $S_R$  de regulación y a través del optoacoplador 16 de la señal  $S_D$  de control con la consecuencia de que mediante correspondiente variación del ciclo d de trabajo a través del equipo PWM 13 la tensión  $U_{an}$  de salida se regula al valor teórico de tensión predeterminado como nuevo mediante la conmutación.

25

30

Para acelerar la regulación o acortar en el tiempo el ajuste del convertidor 10 de tensión conmutado al valor teórico de tensión establecido como nuevo a consecuencia de la conmutación, puede realizarse ventajosamente un control piloto del equipo PWM 13 de tal modo que, con el inicio de la conmutación mediante la señal  $S_A$  de selección a otro valor teórico  $U_{An}$  de tensión, el ciclo d de trabajo de la señal  $S_{PWM}$  PWM para el transistor 12 de conmutación ya se modifica a la dirección correspondiente. Para este propósito durante un periodo predeterminado se conmuta de funcionamiento de regulación a un funcionamiento de control independiente de la señal  $S_D$  de control del bucle de retroalimentación o al funcionamiento de regulación se superpone un funcionamiento de control piloto correspondiente. Como periodo de tiempo se selecciona a este respecto preferiblemente el intervalo de tiempo entre la variación de la frecuencia  $f_{an}$  de trabajo iniciada mediante la señal  $S_A$  de selección y un cambio del nivel de señal de la señal  $S_D$  de control. Esta duración depende de los retardos de la tecnología de conmutación en el bucle de retroalimentación, en particular de los de en el filtro pasabanda 31, 31a, 33a respectivo y en el comparador 20 de valores reales, así como en el optoacoplador 16. Si este periodo de tiempo ha finalizado, entonces se conmuta retornado del funcionamiento de control o de control piloto de nuevo al funcionamiento de regulación. Mediante ello la operación de conmutación se realiza en total dentro de un tiempo comparativamente breve.

35

40

45

Mediante la asociación de los condensadores  $C_{S1}$  y  $C_{S2}$  de acumulación a los filtros pasabanda 31a o 33a, mediante el dispositivo 30a de conmutación de valores teóricos controlado por frecuencia se permite o se realiza, adicionalmente a la conmutación de frecuencia también una modulación de frecuencia. Para este propósito ambos filtros pasabanda 31a y 33a están ajustados, por ejemplo, a una frecuencia  $f_{a4} = 48\text{kHz}$  o  $f_{a5} = 52\text{kHz}$ .

50

A continuación se parte del hecho de que, de manera análoga al ejemplo de realización presente mediante selección correspondiente por medio de la señal  $S_A$  de selección el valor teórico  $U_{A1} = 10\text{V}$  de tensión se selecciona con frecuencia  $f_{a1} = 50\text{kHz}$  de trabajo asociada y la tensión  $U_{an}$  de salida está regulada hacia esta. En consecuencia, ni el transistor 32 ni el transistor 32a del dispositivo 30a de conmutación de valores teóricos controlado por frecuencia está conectado o activado. A consecuencia de una conmutación (estática) a la frecuencia  $f_{a4} = 48\text{kHz}$  de trabajo, debido a la excitación correspondiente mediante el filtro pasabanda 31a el transistor 32 está conectado o activado. Esto tiene como consecuencia una conmutación al valor teórico  $U_{A2} = 15\text{V}$  de tensión y una regulación correspondiente de la tensión  $U_{an}$  de salida.

55

De manera análoga, a consecuencia de una conmutación a la frecuencia  $f_{a5} = 52\text{kHz}$  de trabajo, el transistor 32a está activado a través del filtro pasabanda 33a, lo que tiene como consecuencia una conmutación a un valor teórico  $U_{A3} = 20\text{V}$  de tensión. A consecuencia de una modulación de frecuencia, es decir de una frecuencia de trabajo continuamente cambiante entre  $f_{a4} = 48\text{kHz}$  y  $f_{a5} = 52\text{kHz}$ , debido a los condensadores  $C_{S1}$  y  $C_{S2}$  de acumulación los transistores 32 y 32a están activados simultáneamente, lo que tiene como consecuencia un valor teórico  $U_{A4} = 25\text{V}$  de tensión. La activación simultánea de los transistores 32 y 32a provoca una resistencia de ajuste combinada que en el presente caso corresponde a la conexión en paralelo de las resistencias R3 y R3a.

En la variante de conmutación según la figura 2 la operación lógica Y está realizado como una así llamada "función lógica cableada" (*wired-AND*) para alcanzar una tensión  $U_{an}$  de salida adicional. La figura 3 muestra una forma de realización alternativa para dos tensiones  $U_{an}$  de salida con una puerta Y 34 lógica. En esta variante se requiere únicamente el transistor 32 con resistencia asociada R3. Los condensadores  $C_{S1}$  y  $C_{S2}$  de acumulación garantizan que la operación lógica Y se cumpla en el caso de una frecuencia de trabajo continuamente cambiante entre  $f_{a4} = 48\text{kHz}$  y  $f_{a5} = 52\text{kHz}$ . Tan pronto como mediante la señal  $S_A$  de selección la frecuencia de trabajo permanezca en  $50\text{kHz}$  estáticamente, o debido a un defecto o una avería en el equipo PWM 13 permanezca estáticamente en  $48\text{kHz}$  o  $52\text{kHz}$  la operación lógica Y ya no se cumple y el transistor 32 cierra, de modo que se entrega la tensión más baja de ambas tensiones  $U_{An}$  de salida. En este sentido, la variante de conmutación según la figura 3 tiene las así llamadas propiedades *fail-safe* (a prueba de fallos), dado que los defectos más diversos pueden llevar a la entrega de la tensión  $U_{an}$  de salida más baja.

La figura 4 muestra una variante 30b de conmutación del dispositivo de conmutación de valores teóricos controlado por frecuencia que en el transcurso de una modulación de frecuencia a diferencia de la variante de conmutación 30a también permite una selección libre de la cuarta tensión  $U_{an}$  de salida. Para este propósito está prevista una puerta lógica en forma de un decodificador 35 1 de 4. En la selección del valor umbral  $U_{A1} = 10\text{V}$  de tensión y con ello de una frecuencia  $f_{a1} = 50\text{kHz}$  de trabajo ninguno de los filtros pasabanda 31a y 33a es conductivo, la salida  $A_0$  no conectada del decodificador 35 está activada y el convertidor 10 de tensión regula la tensión  $U_{an}$  de salida al valor teórico de tensión  $U_{A1} = 10\text{V}$ .

A consecuencia de una conmutación iniciada mediante la señal  $S_A$  de selección correspondiente a la frecuencia de trabajo  $f_{a4} = 48\text{kHz}$  el filtro pasabanda 31a es conductivo y la salida  $A_{01}$  del decodificador 35 y con ello el transistor 32 está activado con la consecuencia de que se realiza una conmutación al valor teórico  $U_{A2} = 15\text{V}$  de tensión y una regulación correspondiente de la tensión  $U_{an}$  de salida a este valor teórico de tensión.

Una conmutación a la frecuencia  $f_{a5} = 52\text{kHz}$  de trabajo activa la salida  $A_{02}$  del decodificador 35 a través del filtro pasabanda 33a conductivo, y por lo tanto el transistor 32a, de modo que se conmuta al valor teórico  $U_{A3} = 20\text{V}$  de tensión y la tensión  $U_{an}$  de salida del convertidor 10 de tensión se regula respecto a este.

Durante una modulación de frecuencia, debido a los condensadores  $C_{S1}$  y  $C_{S2}$  de acumulación, están activados tanto su entrada  $E_{01}$ , con la que el filtro pasabanda 31a está conectado en el lado de salida, es decir también su entrada  $E_{02}$ , con la que el filtro pasabanda 33a está conectado en el lado de salida, y en consecuencia también una salida  $A_{03}$  adicional del decodificador 35, así como por lo tanto de nuevo un conmutador o transistor 32b adicional. Este de nuevo está conectado en el lado del colector a través de una resistencia de ajuste R3b con la salida  $A_3$  y en el lado del emisor con la salida de masa  $A_4$  del dispositivo 30b de conmutación de valores teóricos controlado por frecuencia. Por medio de la resistencia R3b la tensión  $U_{an}$  de salida del convertidor 10 de tensión puede seleccionarse en el caso de la modulación de frecuencia independientemente de las resistencias R3 y R3a o su conexión en paralelo.

La invención no está limitada al ejemplo de realización descrito anteriormente. Más bien, a partir de este el experto en la materia puede deducir también otras variantes de la invención, sin abandonar el objeto de la invención. En particular, además todas las características individuales descritas en relación con el ejemplo de realización también pueden combinarse entre sí de otra manera, sin abandonar el objeto de la invención.

De este modo con un filtro pasabanda adicional, cuya frecuencia de filtro pasabanda media es de  $f_{an} = 56\text{kHz}$ , con condensador  $C_{Sn}$  de acumulación asociado y un conmutador o transistor 32n adicional, así como una resistencia R3n de ajuste adicional pueden generarse tensiones  $U_{an}$  de salida adicionales por dispositivo de conmutación estática y por medio de modulación de frecuencia. Si dicha variante de conmutación se complementa con un decodificador por ejemplo 1 de 8 y conmutadores o transistores adicionales, así como resistencias de ajuste, como consecuencia de la conmutación correspondiente pueden una tensión  $U_{an}$  de salida adicional, y por medio de modulación de frecuencia tensiones  $U_{an}$  de salida adicionales seleccionables libremente. De forma consecuente por medio de un decodificador 1de n- y realización de conmutación correspondiente pueden realizarse también estructuras más complejas.

Además el efecto descrito del dispositivo 30 de conmutación de valores teóricos controlado por frecuencia en el comparador 20 de valores reales a través de resistencias de ajuste es solo una representación a modo de ejemplo de una posibilidad técnica. Una variante consiste en el uso de tantos comparadores de valores reales como tensiones de salida vayan a poder seleccionarse. Los conmutadores o transistores 32, 32a, 32b del dispositivo de conmutación de valores teóricos controlado por frecuencia están colocados entonces entre los comparadores 20 de

valores reales y el optoacoplador 16 y conectan en cada caso un comparador 20 de valores reales al optoacoplador 16.

5 Por lo demás, el comparador 20 de valores reales y el dispositivo 30 de conmutación de valores teóricos controlado por frecuencia pueden integrarse de tal modo que se permita una conexión directa al optoacoplador 16. Además por medio de un circuito integrado, que realiza la modulación por ancho de pulso y la conmutación de frecuencia, a través del optoacoplador 16 pueden realizarse también señales  $S_D$  de control con una tasa de información comparativamente alta o telegramas más detallados, de modo que la señal  $S_D$  de control no esté limitada a estados binarios.

10 A modo de ejemplo el circuito integrado en el lado de salida a través del optoacoplador 16 del circuito integrado en el lado de entrada podría enviar también telegramas con los contenidos "frecuencia de trabajo 60kHz detectada", "tensión deseada ahora 15V", "tensión real demasiado baja" etc. En una configuración o programación correspondiente el circuito integrado en el lado de entrada podría comprobar adicionalmente a los desarrollos funcionales descritos la lógica y plausibilidad de estos telegramas, y en caso de una desviación, finalizar la entrega de una tensión de salida o al menos interrumpirla temporalmente con el fin de evitar la entrega errónea de una  
15 tensión de salida demasiado alta.

Además, por ejemplo mediante la adición de resistencias  $R_g$  y  $R_a$  de acoplamiento complementarias (figura 1) al amplificador diferencial u operacional 21 el comparador 20 de valores reales podría ampliarse de manera correspondiente de modo que adicionalmente a las informaciones de valor extremo binarias "tensión real demasiado  
20 alta" y "tensión real demasiado baja" también se realiza un intervalo de dependencia análoga entre una desviación de valor teórico y una fotocorriente o corriente de transistor en el optoacoplador 16.

Además, los valores teóricos  $U_{An}$  de tensión o tensiones de salida mencionados son solo a modo de ejemplo. De este modo pueden realizarse también valores teóricos de tensión con, por ejemplo, 10V, 14V, 18V o 22V. Cada uno de estos valores teóricos de tensión está asociado entonces a una frecuencia  $f_{an}$  de trabajo con 50kHz, 55kHz, 60kHz o 65kHz del convertidor 10 de tensión que puede identificarse y en particular diferenciarse, por el dispositivo  
25 30 de conmutación de valores teóricos controlado por frecuencia, en el lado de salida.

El convertidor 10 de tensión de acuerdo con la invención presenta por consiguiente al menos dos puntos de trabajo estables. Para seleccionar un punto de trabajo determinado, se emplea una frecuencia  $f_{an}$  de trabajo asociada, que tampoco participa en la regulación de la tensión  $U_{an}$  de salida. Dado que, como ya se ha reconocido, puede constatarse en el convertidor 10 de tensión en el lado de salida la frecuencia  $f_{an}$  de trabajo respectiva, en cada caso un único comparador 20 de valores reales asociado puede evaluar la tensión  $U_{an}$  de salida ajustada en cada caso y provocar una regulación más allá del optoacoplador 16 mediante el equipo PWM 13. Dado que en la forma básica del convertidor 10 de tensión, de tipo regulador de dos posiciones, solo tienen que transmitirse ambas informaciones de valor extremo "tensión real demasiado alta/baja", pueden emplearse optoacopladores 16 asequibles, de amplia  
30 tolerancia.

Un aspecto de la invención es el uso de una conmutación entre una frecuencia fija y una frecuencia modulada en lugar de una conmutación de frecuencia entre dos frecuencias. Por ejemplo, al tener en cuenta una asociación fija de una frecuencia  $f_{an}$  de trabajo a una tensión de salida o un valor teórico  $U_{An}$  de tensión una conmutación de valores teóricos exigida podría llevar a que el conmutado convertidor 10 de tensión en el lado de entrada deje la frecuencia  $f_{an}$  de trabajo en el centro además a la frecuencia fija, aunque realiza continuamente, o a lo largo de un periodo determinado, una modulación de frecuencia entre dos frecuencias adyacentes.  
40

También dicho comportamiento de frecuencia puede constatarse en el convertidor 10 de tensión en el lado de salida con poca complejidad técnica de modo que el dispositivo de conmutación de valores teóricos controlado por frecuencia conmuta al valor teórico de tensión exigido y con ello a la tensión  $U_{an}$  de salida exigida.

Además, el o cada conmutador o transistor 32, 32a, 32b puede estar realizado mediante un MOSFET o un conmutador análogo. También el optoacoplador 16 puede reemplazarse por otro elemento separado galvánicamente como cable de fibra óptica, repetidor, acoplador piezoeléctrico, acoplador acústico, etc.  
45

## REIVINDICACIONES

1. Convertidor (10) de tensión conmutado con separación galvánica por medio de un transformador (11) y con ajuste regulado de una tensión ( $U_{An}$ ) de salida procedente de una tensión ( $U_E$ ) de entrada a un valor teórico que puede predeterminarse a partir de un número de valores teóricos ( $U_{A1}=10V$ ,  $U_{A2}=15V$ ,  $U_{A3}=20V$ ,  $U_{A4}=25V$ ), así como con, en el lado de entrada, al menos un conmutador semiconductor (12) controlado por medio de un equipo PWM (13) y con, en el lado de salida, al menos un rectificador (14), con una regulación y/o control con al menos un comparador (20) de valores reales caracterizado por un dispositivo (30, 30a, 30'a, 30b) de conmutación de valores teóricos controlado por frecuencia que, dependiendo de una conmutación de una frecuencia ( $f_{an}$ ) de trabajo ajustable del equipo PWM (13) de una primera frecuencia ( $f_{a1}=50kHz$ ), a la que está asociado un primer valor ( $U_{A1}=10V$ ) de los valores teóricos, a una segunda frecuencia ( $f_{a2}=60kHz$ ), a la que está asociado un segundo valor ( $U_{A2}=15V$ ) de los valores teóricos seleccionado actualmente, conmuta una relación de división de un divisor de tensión solicitado con la tensión ( $U_{An}$ ) de salida ajustada, en donde el comparador (20) de valores reales, a partir de una desviación de un valor ( $U_T$ ) de tensión determinado por la relación de división con respecto a un valor ( $U_R$ ) de referencia de una tensión de referencia, genera una señal ( $S_R$ ) de control que se guía a través de un elemento (16) separado galvánicamente y se alimenta al equipo PWM (13) para la regulación de la tensión ( $U_{An}$ ) de salida al valor teórico ( $U_{A2}=15V$ ) asociado a la frecuencia ( $f_{a2}=60kHz$ ) actualmente ajustada del equipo PWM.
2. Convertidor (10) de tensión según la reivindicación 1, caracterizado porque el comparador (20) de valores reales está conectado aguas abajo del dispositivo (30, 30a, 30'a, 30b) de conmutación de valores teóricos controlado por frecuencia y emite la señal ( $S_R$ ) de control para la regulación de la tensión ( $U_{An}$ ) de salida al valor teórico ( $U_{A1}=10V$ ,  $U_{A2}=15V$ ,  $U_{A3}=20V$ ) dependiente de la frecuencia respectiva ( $f_{a1}=50kHz$ ,  $f_{a2}=60kHz$ ,  $f_{a3}=70kHz$ ) de la frecuencia de trabajo ( $f_{an}$ ).
3. Convertidor (10) de tensión según la reivindicación 1 o 2, caracterizado porque el elemento separado galvánicamente para la señal ( $S_R$ ) de control que representa la desviación es un optoacoplador (16).
4. Convertidor (10) de tensión según una de las reivindicaciones 1 a 3, caracterizado porque el dispositivo (30, 30a, 30'a, 30b) de conmutación de valores teóricos controlado por frecuencia comprende al menos un filtro (31, 31a, 33a) de frecuencia, en particular al menos un filtro pasabanda, que mediante saltos de tensión, variaciones de tensión o partes ( $U_{AC}$ ) de tensión alterna de la tensión ( $U_{An}$ ) de salida, la tensión en una toma intermedia de un bobinado del transformador en el lado de salida o la tensión en un bobinado auxiliar del transformador inicia la conmutación de la relación de división y con ello la regulación de la tensión ( $U_{An}$ ) de salida del primer valor teórico ( $U_{A1}=10V$ ) al segundo valor teórico ( $U_{A2}=15V$ ) o a la inversa, en donde los saltos de tensión, variaciones de tensión o partes ( $U_{AC}$ ) de tensión alterna representan la frecuencia ( $f_{a1}=50kHz$ ,  $f_{a2}=60kHz$ ) respectiva de la frecuencia ( $f_{an}$ ) de trabajo del equipo PWM (13).
5. Convertidor (10) de tensión según una de las reivindicaciones 1 a 4, caracterizado porque el dispositivo (30, 30a, 30'a, 30b) de conmutación de valores teóricos controlado por frecuencia en el lado de entrada está conectado a una toma (33) entre el transformador (11) y el rectificador (14).
6. Convertidor (10) de tensión según la reivindicación 4 o 5, caracterizado porque el filtro (31, 31a, 33a) de frecuencia en el lado de salida controla un conmutador (32, 32a, 32b) controlable, en particular un transistor, dependiendo de la frecuencia ( $f_{a1}=50kHz$ ,  $f_{a2}=60kHz$ ,  $f_{a3}=70kHz$ ) captada en cada caso de la frecuencia ( $f_{an}$ ) de trabajo, de tal modo que la regulación o control ajusta la tensión ( $U_{An}$ ) de salida al valor teórico ( $U_{A1}=10V$ ,  $U_{A2}=15V$ ,  $U_{A3}=20V$ ) asociado a la frecuencia ( $f_{a1}=50kHz$ ,  $f_{a2}=60kHz$ ,  $f_{a3}=70kHz$ ) seleccionada actualmente en cada caso de la frecuencia ( $f_{an}$ ) de trabajo.
7. Convertidor (10) de tensión según la reivindicación 6, caracterizado porque el conmutador (32, 32a, 32b) controlable con una resistencia ( $R3$ ,  $R3a$ ,  $R3b$ ) provoca una variación de la relación de división del divisor ( $R1$ ,  $R2$ ) de tensión dentro del comparador (20) de valores reales.
8. Convertidor (10) de tensión según una de las reivindicaciones 4 a 7, caracterizado porque al menos dos filtros (31a, 33a) de frecuencia, en particular filtros pasabanda están enlazados entre sí de tal modo que se emplea un valor teórico ( $U_{A4}=25V$ ) asociado a un cambio de frecuencia de trabajo seleccionado actualmente o a una modulación ( $f_{a4}=48kHz$ ,  $f_{a5}=52kHz$ ) de frecuencia de trabajo.
9. Convertidor (10) de tensión según la reivindicación 8, caracterizado porque aguas abajo de los filtros (31a, 33a) de frecuencia en el lado de salida está conectado en cada caso un elemento de retardo o elemento de acumulación, en particular un condensador ( $C_{S1}$ ,  $C_{S2}$ ), en donde se facilitan al mismo tiempo las frecuencias ( $f_{a4}=48kHz$ ,  $f_{a5}=52kHz$ ) participantes de la frecuencia de trabajo que representan señales de salida de los filtros (31a, 33a) de frecuencia en la modulación de frecuencia de trabajo.
10. Convertidor (10) de tensión según una de las reivindicaciones 1 a 9, caracterizado porque el dispositivo (30, 30a, 30'a, 30b) de conmutación de valores teóricos controlado por frecuencia está previsto y configurado tanto para una conmutación de frecuencia de trabajo como para una modulación de frecuencia de trabajo.

- 5 11. Convertidor (10) de tensión según la reivindicación 10, caracterizado por un número de filtros (31, 31a, 33a) de frecuencia, en particular filtros pasabanda, así como un decodificador (35) conectado con este, en particular digital, para el ajuste de valores teóricos ( $U_{A1}=10V$ ,  $U_{A2}=15V$ ,  $U_{A3}=20V$ ) asociados a frecuencias fijas ( $f_{a1}=50kHz$ ,  $f_{a4}=48kHz$ ,  $f_{a5}=52kHz$ ) de la frecuencia ( $f_{an}$ ) de trabajo y/o para el ajuste de valores teóricos asociados a cambios de frecuencia de trabajo continuados o modulaciones ( $f_{a4}=48kHz$ ,  $f_{a5}=52kHz$ ) de frecuencia de trabajo.
- 10 12. Convertidor (10) de tensión según una de las reivindicaciones 1 a 11, caracterizado porque el comparador (20) de valores reales comprende un amplificador (21) operacional o diferencial, al que se alimenta en el lado de entrada el valor ( $U_R$ ) de referencia de la tensión de referencia y el valor ( $U_T$ ) de tensión variable en particular, derivado de la tensión ( $U_{An}$ ) de salida mediante el dispositivo (30, 30a, 30'a, 30b) de conmutación de valores teóricos controlado por frecuencia, en donde el amplificador (21) operacional o diferencial en el lado de salida emite la señal ( $S_R$ ,  $S_D$ ) de control, cuyo valor o nivel de señal depende de la desviación del valor ( $U_T$ ) de tensión respecto del valor ( $U_R$ ) de referencia de la tensión de referencia.
- 15 13. Convertidor (10) de tensión según una de las reivindicaciones 1 a 12, caracterizado porque la señal ( $S_R$ ,  $S_D$ ) de control guiada a través del elemento (16) separado galvánicamente transporta, adicionalmente a las informaciones que representan la desviación, también informaciones sobre el estado de conmutación del dispositivo (30, 30a, 30'a, 30b) de conmutación de valores teóricos controlado por frecuencia.
- 20 14. Convertidor (10) de tensión según una de las reivindicaciones 1 a 13, caracterizado porque el equipo PWM (13) en el caso de un cambio de la señal ( $S_A$ ) de selección en una entrada ( $E_4$ ) de control durante un periodo predeterminado conmuta de un funcionamiento de regulación dependiente de la señal ( $S_D$ ) de retorno a un funcionamiento de control independiente de la señal ( $S_D$ ) de retorno, o superpone al funcionamiento de regulación un funcionamiento de control piloto y el periodo predeterminado es la suma al menos de los tiempos de propagación de señal del dispositivo (30, 30a, 30'a, 30b) de conmutación de valores teóricos controlado por frecuencia, del comparador (20) de valores reales y del optoacoplador (16).



FIG 3

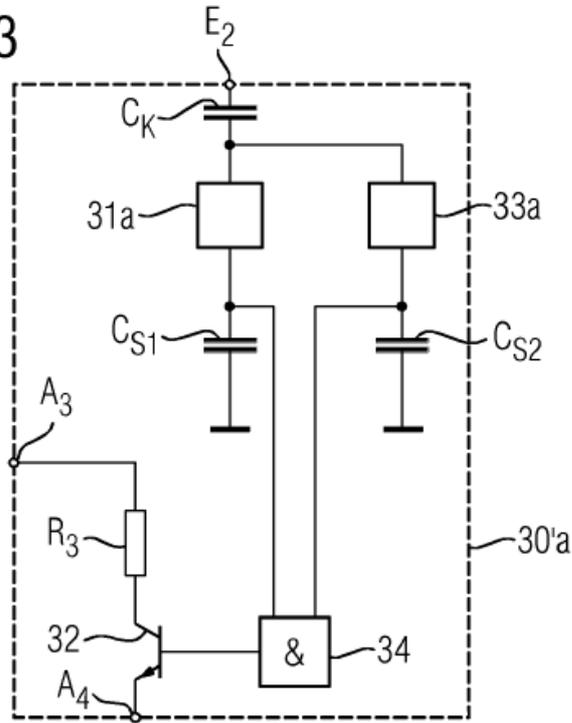


FIG 4

