

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 629 016**

51 Int. Cl.:

**H02P 6/08** (2006.01)

**H02K 11/02** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **13.01.2004 PCT/EP2004/000166**

87 Fecha y número de publicación internacional: **29.07.0004 WO04064240**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **13.01.2004 E 04701595 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **22.03.2017 EP 1584134**

54 Título: **Procedimiento para la reducción de corrientes parásitas en modo común en un sistema de accionamiento eléctrico así como el respectivo sistema de accionamiento eléctrico**

30 Prioridad:

**15.01.2003 DE 10301275**

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

**07.08.2017**

73 Titular/es:

**SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT (100.0%)  
Werner-von-Siemens-Straße 1  
80333 München, DE**

72 Inventor/es:

**TÖLLE, HANS-JÜRGEN;  
VOGEL, REINHARD y  
WENGLER, PETER**

74 Agente/Representante:

**CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel**

ES 2 629 016 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

Procedimiento para la reducción de corrientes parásitas en modo común en un sistema de accionamiento eléctrico así como el respectivo sistema de accionamiento eléctrico.

5 Procedimiento para la reducción de corrientes parásitas en modo común en un sistema de accionamiento eléctrico así como el sistema de accionamiento eléctrico respectivo.

La presente invención hace referencia a un procedimiento según el término genérico de la reivindicación 1 o un sistema de accionamiento eléctrico según el término genérico de la reivindicación 6; se parte de un sistema de accionamiento eléctrico con un dispositivo de alimentación eléctrica de CC, como es conocido por ejemplo de la patente EP 0 334 112 B1.

10 Correspondiendo al estado de la técnica, los convertidores de pulsos alimentados por dispositivos de alimentación eléctrica de CC posibilitan el funcionamiento de una máquina eléctrica de campo giratorio, como por ejemplo una máquina síncrona, con tensión y frecuencia variables. Dado que tanto las fases de devanado individuales de una máquina eléctrica de campo giratorio así como los dispositivos de alimentación eléctrica de CC presentan capacitancias de derivación parásita no despreciables contra el potencial a tierra ("capacitancia a tierra"), debido a  
15 las operaciones de conmutación de los interruptores semiconductores de los convertidores de pulsos, surgen corrientes de recarga capacitivas, que posteriormente se manifiestan en el dispositivo de alimentación eléctrica de CC como problemas de compatibilidad electromagnética en forma de corriente parásita en modo común. Estas corrientes parásitas por un lado pueden interferir en otros aparatos, que se encuentran unidos galvánicamente al dispositivo de alimentación eléctrica de CC ("perturbaciones de compatibilidad electromagnéticas alámbricas"). Por  
20 otro lado además conllevan a una irradiación en parte importante de campos de interferencias por radio y pueden entonces también perturbar aparatos, que no presentan conexión galvánica con el dispositivo de alimentación eléctrica de CC (perturbación de compatibilidad electromagnéticas inalámbrica). Debido a lo mencionado en general se prescriben valores límites rigurosos para las corrientes parásitas en modo común permitidas.

25 Unos valores límites especialmente rigurosos son exigidos en tales equipos y sistemas, en los que coinciden por un lado grandes extensiones volumétricas del dispositivo de alimentación eléctrica de CC, grandes extensiones volumétricas de la propia red galvánica conectada al mismo y un alto rendimiento eléctrico en unas condiciones espaciales reducidas, unas distancias reducidas respecto a posibles aparatos susceptibles de interferencia debido a poseer una elevada susceptibilidad eléctrica o electromagnética de aplicación por el otro lado. Esas condiciones límites se presentan por ejemplo en buques con una instalación de propulsión eléctrica, especialmente submarinos.

30 Las máquinas de campo giratorio de alta potencia, especialmente motores de propulsión de buques, a menudo son alimentadas a través de varios convertidores de pulsos de un dispositivo común de alimentación eléctrica de CC, como es presentado en la patente EP 0 334 112 B1. Para evitar elevadas corrientes transitorias en las fases de devanado debido al acople magnético recíproco, los procesos de conmutación de los convertidores de pulsos individuales se sincronizan entre ellos, es decir se desarrollan casi simultáneamente. Debido a lo mencionado los  
35 convertidores de pulsos son sincronizados esencialmente con la misma frecuencia de conmutación. Debido a la simultaneidad de los procesos de conmutación en los diferentes convertidores de pulsos por otra parte se suman los pulsos de cargas y descarga producidos por los diferentes convertidores de pulsos debido a las capacitancias a tierra de las fases de devanado y una elevada corriente parásita en modo común fluye en el dispositivo de alimentación eléctrica.

40 Para la reducción de las corrientes en modo común provocadas por la alimentación del convertidor de pulsos y de las perturbaciones resultantes son conocidos diversos procedimientos. Tienen por objeto aumentar las impedancias efectivas para las corrientes parásitas en modo común, incorporando para tal fin una inductancia adicional en el lugar apropiado. Así es conocido de la patente DE 100 59 332 A1, acoplar una impedancia transformacional en todos los conductos de conexión al motor de un motor, conduciendo por ejemplo todas las conexiones del motor a  
45 través de un centro de acople magnetizable. Sin embargo estos centros de acople en los accionamientos de alta potencia presentan un peso y un volumen considerables y su montaje en un dispositivo de accionamiento puede resultar problemático en condiciones de espacio reducidos. Además esta solución puede presentar un alto coste. De la patente DE 100 40 851 A1 es conocido aislar los componentes de soporte del devanado de la máquina eléctrica con respecto a la carcasa y acoplar los elementos de soporte del bobinado a la masa de la carcasa a través de una  
50 inductancia. Esta inductancia adicional requerida se encuentra alineada con la capacitancia parasitaria del devanado contra el potencial a tierra y también aumenta la impedancia determinante para las corrientes en modo común.

La patente DE 100 43 934 A1 revela un módulo de control para un convertidor de pulsos puente para la conmutación de corrientes para un motor eléctrico. El convertidor de pulsos puente presenta al menos tres ramas de puente  
55 alimentadas por un circuito intermedio de corriente continua con un conmutador superior y un conmutador inferior

respectivos y una toma dispuesta respectivamente entre el conmutador superior y el inferior para establecer una tensión de salida en cada devanado del motor eléctrico. El módulo de control controla los conmutadores con activadores de pulsos para la formación de pulsos de conmutación, de manera que al menos una rama del puente se encuentra inactiva, mientras que las otras dos ramas del puente se encuentran activas a pares y trabajan esencialmente a contrafase.

La patente EP 0 898 359 A2 revela un convertidor de pulsos con varios puentes de conversión, cuyas tensiones de salida son acumuladas por un transformador, que presenta una cantidad de devanados primarios y devanados secundarios correspondientes a la cantidad de puentes de convertidores y una toma intermedia conectada a tierra mediante una conexión a tierra. Para la amortiguación o supresión de corrientes parásitas en fase o modo común dentro del transformador que fluyen a través de la conexión a tierra, los devanados secundarios se dividen respectivamente en un primer y segundo devanado parcial del mismo tipo y los devanados parciales se encuentran conectados entre sí y con la toma intermedia, de manera que las tensiones de corriente continua inducidas en los devanados secundarios parciales se neutralizan.

En vista de este estado de la técnica la presente invención tiene por objeto disminuir las corrientes parásitas en modo común sin la utilización de piezas inductoras adicionales y ahorrar los costes y requerimientos para el espacio, peso, montaje y cableado a la que conlleva la utilización de las inductancias adicionales.

El objeto se logra partiendo de un procedimiento de acuerdo al término genérico de la reivindicación 1 o con un sistema de accionamiento eléctrico según el término genérico de la reivindicación 5 según las revelaciones características de la presente invención. Desarrollos ventajosos del procedimiento de acuerdo a la reivindicación 1 son objeto de las reivindicaciones secundarias 2 a 4; desarrollos ventajosos del sistema de accionamiento eléctrico según la revelación 5 son objeto de las reivindicaciones secundarias 7 a 14.

Debido al procedimiento objeto de la invención con el sistema de accionamiento eléctrico objeto de la invención se logra que las corrientes parásitas en modo común generadas por los dos convertidores de pulsos se orienten en sentido contrario a través de las capacitancias parásitas de los devanados con respecto al potencial a tierra y que debido a lo mencionado se anulan especialmente en el dispositivo de alimentación eléctrica de CC.

Debido al objeto de la presente invención las tensiones de salida determinantes de los convertidores de pulsos para la función de accionamiento de la máquina eléctrica de campo giratorio, es decir la tensión diferencial entre los bornes de salida de cada convertidor de pulsos, permanecen inalteradas. La reducción de las corrientes parásitas en modo común sucede únicamente por la respectiva activación de los convertidores de pulsos. Piezas especiales, como por ejemplo una inductancia adicional, no son necesarias. Debido a lo mencionado se logra una reducción de costes y de requerimientos de espacio, peso, montaje y cableado con respecto a las inductancias adicionales.

El objeto de la invención y sus perfeccionamientos resultan apropiados tanto para máquinas de campo giratorio con alimentación en un devanado individual a través de convertidores de pulsos monofásicos, así como para máquinas con sistemas de devanados polifásicos, por ejemplo trifásicos y alimentación a través de convertidores de pulsos polifásicos.

Las corrientes parásitas generadas por los dos convertidores de pulsos alimentados por el mismo dispositivo de alimentación eléctrica de CC se neutralizan especialmente bien si presentan aproximadamente el mismo desarrollo temporal y la misma amplitud pero con sentido opuesto. En caso de una máquina eléctrica de campo giratorio con varios devanados, en los términos de una alimentación de un devanado individual, alimentados respectivamente por un convertidor de pulsos monofásico y suponiendo capacitancias de devanados parásitos de la misma magnitud de las diferentes fases de devanado, se puede lograr lo mencionado porque los dos convertidores de pulsos respectivamente mediante el dispositivo de control pueden ser activados de manera que los valores instantáneos de las tensiones de salida de los dos convertidores de pulsos son al menos aproximadamente iguales. En el caso de una máquina eléctrica de campo giratorio con varios sistemas de devanado alimentados por un convertidor de pulsos polifásicos, esto se puede lograr porque los sistemas de devanados alimentados por los dos convertidores de pulsos son dispuestos al menos cerca de 180° desfasados eléctricamente con respecto al otro en la máquina eléctrica de campo giratorio y que los dos convertidores de pulsos sean activados por el dispositivo de control de manera que los valores instantáneos de la tensión de salida de los dos convertidores de pulsos son inversos el uno con el otro.

Si se presentan diferencias en los valores instantáneos de control y con esto diferencias en los tiempos de conmutación y de las tensiones de salida de los dos convertidores de pulsos, como es el caso por ejemplo en diferentes niveles de fases de oscilación de las diferentes fases de devanado de una máquina eléctrica de campo giratorio, permanecen remanentes en la corriente parásita en modo común resultante. Debido a lo mencionado es ventajoso disponer los pares de convertidores de pulsos según este criterio, es decir por ejemplo asignar las mismas o similares niveles de fases de oscilación de las tensiones de salida. En máquinas de campos giratorios con un elevado número de devanados o de fases, como por ejemplo en el accionamiento de la hélice en submarinos, se presentan estas condiciones.

5 Las mediciones en un sistema de accionamiento según el objeto de la invención con alimentación de fase de devanado individual de los devanados de una máquina a través de convertidores de pulsos mostraron que las corrientes parásitas en modo común mediante la realización del accionamiento objeto de la invención, especialmente de la activación objeto de la invención de los convertidores de pulsos, se pueden reducir por más del factor 10, es decir por más de 20dB.

10 Con respecto a la generación de los pulsos de activación no surgen restricciones para la realización del objeto de la invención de manera que la activación o modulación de los convertidores de pulsos puede realizarse de manera ventajosa tanto con procedimientos de modulación que operan en red, (p.ej. modulación sinusoidal delta, modulación de vector espacial, etc.) como también procedimientos de modulación que operen offline, p.ej. patrones de pulsos calculados offline.

15 Una estructuración especialmente sencilla, comprensible y ventajosa del objeto de la invención se presenta con la utilización de una modulación con la ayuda de una función auxiliar delta a manera de una modulación sinusoidal delta, en donde la función auxiliar delta de uno de los dos convertidores de pulsos con respecto a la función auxiliar delta del otro de los dos convertidores de pulsos se encuentra invertida. La utilización de esta modulación es especialmente ventajosa porque en un diseño especialmente ventajoso puede realizarse con la ayuda de piezas de hardware, especialmente LCA, o si no es posible o no deseado, de manera ventajosa también puede realizarse con hardware convencional con técnica analógica o digital.

20 Una buena sincronización de los pulsos de activación de los dos convertidores de pulsos alimentados por un dispositivo de alimentación eléctrica CC puede ser asegurado previendo un dispositivo de control común para los dos convertidores de pulsos.

25 Si debido a razones constructivas u otras razones no es posible que ambos convertidores de pulsos alimentados por un dispositivo de alimentación eléctrica CC común reciban sus pulsos de activación de un dispositivo de control común, entonces se presenta otra realización ventajosa adicional de la invención porque varios, especialmente dos, dispositivos de activación separados en cuanto a técnica y/o función y conectados de manera apropiada en cuanto a técnica de señales y sincronizados entre sí, son previstos para ambos convertidores de pulsos.

30 En un diseño ventajoso del sistema de accionamiento objeto de la invención el dispositivo de alimentación eléctrica CC y/o el conductor eléctrico bajo tensión que pertenece al dispositivo de alimentación eléctrica CC y/o las fuentes de tensión continua pertenecientes al dispositivo de alimentación eléctrica CC presenta una extensión y/o distribución volumétrica grande y posibilitan con esto la alimentación de componentes de accionamiento distantes a la vez que con escasas corrientes parásitas en modo común.

El sistema de accionamiento eléctrico objeto de la invención puede ser utilizado de manera ventajosa en una red de suministro de a bordo, especialmente una red de suministro de a bordo de CC eléctricas en buques, especialmente en submarinos, dado que en este tipo de redes de suministro existen requerimientos especialmente elevados en relación con las corrientes parásitas en modo común.

35 El sistema de accionamiento eléctrico objeto de la invención puede ser realizado con una o varias máquinas de campo giratorio eléctricas, realizadas como máquinas síncronas con excitación eléctrica o magnética permanente o como máquina asíncrona.

40 La presente invención, así como todos los perfeccionamientos ventajosos de la presente invención según las características de las reivindicaciones secundarias, se explican subsiguientemente en detalle en las figuras 1 a 4 mediante los ejemplos de realización; la problemática subyacente a la invención se representa en las figuras 5 y 6. Para un mejor entendimiento de la resolución del objeto de la invención, en las figuras se utilizan representaciones simplificadas. Como ejemplo para procedimientos de modulación y de activación apropiados se representa una formación de señales de activación mediante una función auxiliar delta, en los términos de una una modulación sinusoidal delta. Las simplificaciones utilizadas en las figuras también se refieren a las capacitancias parásitas con respecto al potencial a tierra para la formación de corrientes en modo común, que se representan a manera de elementos de conmutación concentrados, capacitivos, es decir en forma de condensadores. Los ejemplos de realización representados en las figuras y las explicaciones correspondientes sirven únicamente para la explicación de la invención y no son restrictivos.

Muestran:

50 La figura 1 una representación simplificada de un circuito para la alimentación de dos fases de devanado de una máquina eléctrica de campo giratorio a través de dos convertidores monofásicos desde un dispositivo de alimentación eléctrica común de CC;

La figura 2 con referencia a la fig. 1 los diagramas de tiempo de la trayectoria de las tensiones de salida del convertidor de pulsos, en donde según la solución del objeto de la invención ambos convertidores de pulsos son activados de tal manera que las corrientes parásitas en modo común generadas por los dos convertidores de pulsos a través de las capacitancias parasitarias de las fases de devanado se anulan mutuamente;

- 5 La figura 3 una representación simplificada de un circuito para la alimentación de dos sistemas de devanados trifásicos de una máquina eléctrica de campo giratorio a través de dos convertidores de pulsos trifásicos desde un dispositivo de alimentación eléctrica de CC:

10 La figura 4 con referencia a la fig. 3 los diagramas de tiempo de la trayectoria de las tensiones de salida de los convertidores de pulsos, en donde según la solución del objeto de la invención ambos convertidores de pulsos son activados de tal manera, que las corrientes parásitas en modo común generadas por los dos convertidores de pulsos a través de las capacitancias parásitas de las fases de devanado se anulan mutuamente;

La figura 5 una representación simplificada de un circuito para la alimentación de una fase de devanado de una máquina eléctrica de campo giratorio a través de un convertidor de pulsos monofásico de un dispositivo de alimentación eléctrica de CC;

- 15 La figura 6 con referencia a la fig. 5 los diagramas de tiempo de la trayectoria de las tensiones de salida de los convertidores de pulsos, que son determinantes para la aparición de la corriente parásita en modo común a través de las capacitancias parásitas de las fases de devanado frente al potencial a tierra.

20 Mediante las figuras 5 y 6 se explicará primeramente la problemática que se pretende solucionar con la presente invención. Los diagramas esquemáticos de la figura 5 muestran una fase de devanado 31 de una máquina eléctrica de campo giratorio 3, alimentada por un convertidor de pulsos 1 de un dispositivo de alimentación eléctrica de CC 4. Son parte del dispositivo de alimentación eléctrica de CC 4 la fuente de tensión CC 40 y el conductor de energía eléctrica 41 con el potencial positivo UDC+ y el potencial negativo UDC-, a través de los que se produce el suministro de energía eléctrica hacia el convertidor de pulsos 1.

25 El convertidor de pulsos monofásico 1 en la figura 5 presenta dos medios puentes W1a o W1b con dos conmutadores S1a, S1a' o S1b, S1b' respectivamente. Mediante el dispositivo de activación 51 apropiado, los conmutadores S1a, S1a' y S1b, S1b' son activados de tal manera que en los bornes de salida 1a y 1b del convertidor de pulsos 1 y con esto la fase de devanado 31 allí conectada de la máquina eléctrica de campo giratorio 3 se ajusta una tensión deseada U1. La tensión de salida U1 del convertidor de pulsos se produce allí como tensión diferencial de los potenciales de salida U1a y U1b de ambos medios puentes W1a y W1b. La capacitancia parasitaria de la fase de devanado 31 con respecto al potencial a tierra se representa de manera simplificada mediante el condensador Cp31. El condensador Cp4 representa de manera simplificada la capacitancia parasitaria del dispositivo de alimentación eléctrica de CC 4 con respecto al potencial a tierra. La tensión Uc31 representa la caída de tensión a través de la capacitancia parasitaria Cp31 de la fase de devanado 31 respecto del potencial a tierra.

35 En la figura 6 se representan las curvas de tiempo del circuito representado en la figura 5 de las tensiones de salida determinantes de los convertidores de pulsos. La activación de los conmutadores S1a, S1a' y S1b, S1b' se produce de manera ejemplar recurriendo a una función auxiliar delta  $\Delta 1$  a efectos de la modulación sinusoidal delta conocida. En el dispositivo de activación 51 se compara de manera conocida una función auxiliar delta  $\Delta 1$  con una tensión de activación Ust1 y Ust1' que determina la activación del convertidor de pulsos, para determinar de lo mencionado los instantes de activación para los conmutadores S1a, S1a' y S1b, S1b'.

40 Como se puede deducir de las figuras 5 y 6 mediante el perfil de tiempo de la tensión Uc31 a través de la capacitancia parásita Cp31, esta tensión Uc31 cambia periódicamente en función de los potenciales de salida U1a y U1b. Así por ejemplo en los períodos de tiempo  $t_a$  toda la fase de devanado 31 se encuentra en el potencial negativo UDC- del dispositivo de alimentación eléctrica de CC y en los períodos de tiempo  $t_b$  en el potencial positivo UDC+ del dispositivo de alimentación eléctrica de CC. Asociado a ello existe un recambio de la capacitancia a tierra Cp31 periódico dependiente del perfil de tiempo de la tensión Uc31 con las respectivas corrientes de carga o recarga  $I_{cm1}$ . En cada cambio de tensión de Uc31 generado por el convertidor de pulsos 1 fluye una corriente parásita  $I_{cm1}$  a través de Cp31, cuyo circuito eléctrico se cierra a través de la tierra y la capacitancia parásita Cp4 nuevamente hacia el dispositivo de alimentación eléctrico de CC 4 y es efectiva allí como corriente parásita en modo común.

45 Mediante las figuras 1 y 2 se explica a continuación la reducción de corrientes parásitas en modo común objeto de la invención mediante el ejemplo de un sistema de accionamiento eléctrico con una alimentación de devanado monofásico de una máquina eléctrica de campo giratorio eléctrica a través de convertidores monofásicos. La figura 1 muestra en representación simplificada una máquina eléctrica de campo giratorio eléctrica 3 con dos fases de devanado 31, 32, que son alimentadas a través de un convertidor de pulsos monofásico 1, 2 respectivamente desde un dispositivo de alimentación eléctrica de CC común. Ambos convertidores de pulsos 1, 2 son accionados con el

mismo controlador y producen en sus bornes de salida 1a, 1b o 2a, 2b tensiones de salida U1 y U2 al menos casi iguales.

Como muestra la figura 1, ambos convertidores de pulsos 1 y 2 presentan el mismo circuito principal, que se corresponde con el del convertidor de pulsos 1 de la figura 5. Cada convertidor de pulsos 1, 2 presenta aquí, correspondiente al convertidor de pulsos 1 de la figura 5, dos medios puentes W1a, W1b o W2a, W2b con respectivamente dos conmutadores (S1a, S1a' y S1b, S1b' o S2a, S2a' y S2b, S2b'). Para evitar elevadas corrientes transitorias entre las fases de devanado 31, 32 individuales, alimentados por los respectivos convertidores de pulsos 1, 2, se temporizan los convertidores de pulsos 1, 2 con igual frecuencia de conmutación, de manera que los procesos de conmutación en los convertidores de pulsos 1, 2 se realizan casi simultáneamente. Con respecto a la descripción subsiguiente de la conmutación y la función del convertidor de pulsos 2 se remite a la descripción del convertidor de pulsos 1 en la figura 5, adaptando las referencias a la función y denominación.

El convertidor de pulsos 1 genera –como descrito anteriormente- debido al proceso de conmutación y los cambios relacionados con esto de sus potenciales de salida U1a, U1b en la capacitancia a tierra Cp31 de la fase de devanado 31 alimentada por el mismo, una caída de tensión Uc31 y con esto una corriente parásita en modo común lcm1 en el dispositivo de alimentación eléctrica de CC 4. Correspondientemente el convertidor de pulsos 2 provoca debido al proceso de conmutación y los cambios relacionados con esto de sus potenciales de salida U2a, U2b en la capacitancia a tierra Cp32 de la fase de devanado 32 alimentada por el mismo, una caída de tensión Uc32 y con esto una corriente parásita en modo común lcm2 en el dispositivo de alimentación eléctrica de CC 4. En el dispositivo de alimentación eléctrica de CC 4 es efectiva una corriente parásita en modo común conjunta lcmg, que resulta de la suma de las dos corrientes parásitas en modo común lcm1 y lcm2 de los dos convertidor de pulsos 1 y 2 individuales :  $lcmg = lcm1 + lcm2$ .

En una estructura simétrica de la máquina eléctrica de campo giratorio 3 también ambas capacitancias de devanado parasitarias Cp31, Cp32 de las fases de devanado 31, 32 presentan aproximadamente la misma magnitud, de manera que en tensiones Uc31 y Uc32 de la misma magnitud también ambas corrientes parásitas en modo común lcm1 y lcm2 presentan la misma magnitud. Según el objeto de la presente invención, para la reducción de la corriente parásita en modo común de CC conjunta lcmg efectiva en el dispositivo de alimentación eléctrica de CC 4, los dos convertidores de pulsos 1, 2 son accionados de tal manera por los dispositivos de activación 51, 52, que los dos convertidores de pulsos 1, 2 en sus salidas 1a, 1b o 2a, 2b activan los potenciales U1a, U1b o U2a, U2b determinantes para la aparición de la corrientes parásitas en modo común lcm1, lcm2 al menos casi simultáneamente a las dos fases de devanado 31, 32 de la máquina de campos giratorios 3, que los potenciales de tensión Uc31, Uc32 a través de las capacitancias parásitas Cp31, Cp32 de las fases de devanado 31, 32 con respecto al potencial a tierra se ajustan contrariamente y debido a lo mencionado las corrientes parásitas en modo común lcm1 y lcm2 se anulan. Los dos dispositivos de activación 51, 52 se encuentran conectados de manera apropiada en cuanto a técnicas de señales, especialmente sincronizados mutuamente.

Si las circunstancias espaciales, funcionales y de la técnica de la aparatología lo permiten, puede preverse un dispositivo común 5 en lugar de los dispositivos de activación sincronizados mutuamente 51, 52.

La figura 2 muestra mediante los diagramas de tiempo un ejemplo para el perfil de tiempo de los potenciales de salida U1a, U1b y U2a, U2b de los convertidores de pulsos y las tensiones de salida U1, U2 de los convertidores de pulsos resultantes de esto así como las tensiones Uc31, Uc32 a través de las capacitancias parásitas Cp31, Cp32. Mediante la activación del medio puente W1a del convertidor de pulsos 1 en sentido contrario al medio puente W2b del convertidor de pulsos 2 y la activación del medio puente W1b del convertidor de pulsos 1 en sentido contrario al medio puente W2a del convertidor de pulsos 2 se logra que el potencial de salida U1a se altere en sentido contrario al potencial de salida U2b y el potencial de salida U1b en sentido contrario al potencial U2a. En los perfiles de tiempo ta toda la fase de devanado 31 se encuentra, debido a lo mencionado, en un potencial negativo UDC- del dispositivo de alimentación eléctrico de CC 4, es decir  $Uc31 = UDC- = U1a = U1b$ . En cambio toda la fase de devanado 32 se encuentra en el perfil de tiempo ta en el potencial positivo UDC+ del dispositivo de alimentación eléctrica de CC 4, es decir  $Uc32 = UDC+ = U2a = U2b$ . En los perfiles de tiempo tb toda la fase de devanado 31 se encuentra en potencial positivo UDC+ del dispositivo de alimentación eléctrica de CC 4, es decir  $Uc31 = UDC+ = U1a = U1b$  y toda la fase de devanado 32 se encuentra en el perfil de tiempo tb en potencial negativo UDC- del dispositivo de alimentación eléctrica de CC 4, es decir  $Uc32 = UDC- = U2a = U2b$ . Debido a lo mencionado también las variaciones en la tensión se desarrollan a través de las capacitancias parasitarias Cp31 y Cp32 en sentido contrario, como se puede apreciar en la sumatoria de las dos tensiones  $Uc31 + Uc32$ , que en todo momento es igual a cero.

Bajo las condiciones de procesos de conmutación simultáneos en el tiempo en los medios puentes W1a, W2b o W1b, W2a de los convertidores de pulsos así como de capacitancias Cp31 y Cp32 de la misma magnitud, las corrientes parásitas en modo común lcm1 y lcm2 que fluyen a través de los potenciales a tierra presentan el mismo valor, pero sentido contrario, es decir  $lcm1 = -lcm2$ . En la sumatoria ambas corrientes lcm1 y -lcm2 se anulan, es decir en el dispositivo de alimentación eléctrica de CC 4 ya no surte efecto una corriente parásita en modo común producida por los procesos de conmutación del convertidor de pulsos 1, 2.

Resulta muy importante para el comportamiento de la máquina eléctrica de campo giratorio eléctrica 3, que mediante el objeto de la invención las tensiones de salida  $U_1$ ,  $U_2$  de los dos convertidores de pulsos 1, 2 en contacto con las fases de devanado 31, 32 no se modifiquen y que presentan asimismo el mismo perfil, de manera que para la función del accionamiento no se produce ninguna alteración.

5 La activación de los convertidores de pulsos 1, 2, como está representado en relación de las explicaciones de las figuras 5 y 6, puede producirse con la ayuda de una función auxiliar delta  $U\Delta$  en los términos de una modulación sinusoidal delta conocida. Como muestra la figura 2, la activación en sentido contrario del medio puente  $W1a$  del convertidor de pulsos 1 con respecto al medio puente  $W2b$  del convertidor de pulsos 2 y la activación en sentido contrario del medio puente  $W1b$  del convertidor de pulsos 1 con respecto al medio puente  $W2a$  del convertidor de pulsos 2 se logra porque en el dispositivo de activación 51 se utiliza una función delta auxiliar  $U\Delta_1 = U\Delta$  y en el dispositivo de activación 52 la función delta auxiliar inversa  $U\Delta_2 = -U\Delta$ . En el diagrama esquemático del ejemplo de realización de la figura 1, la función delta auxiliar  $U\Delta_2 = -U\Delta$  es producida de la función delta auxiliar  $U\Delta$  con la ayuda del inversor 59 representado esquemáticamente. La tensión de control  $U_{st}$  que determina el control del convertidor es casi idéntica para ambos convertidores de pulsos  $U_{st1} = U_{st2} = U_{st}$ , de manera que los valores instantáneos de sus tensiones de salida  $U_1$ ,  $U_2$ , son al menos casi idénticos.

Mediante las figuras 3 y 4 se muestra seguidamente la reducción, objeto de la invención, de las corrientes parásitas en modo común en el ejemplo de un sistema de accionamiento eléctrico con la alimentación de dos sistemas de devanado trifásicos de una máquina eléctrica de campo giratorio a través de dos convertidores de pulsos trifásicos desde un dispositivo de alimentación eléctrica de CC común.

20 La figura 3 muestra en representación simplificada dos sistemas de devanado 33, 34 de una máquina eléctrica de campo giratorio 3, alimentados por un convertidor de pulsos trifásico 1, 2 respectivamente desde un dispositivo de alimentación eléctrica de CC 4 común. Las tres fases se designan con las letras a, b, c. El dispositivo de alimentación eléctrica de CC 4 a su vez abarca una fuente de tensión de CC 40 y conductores de electricidad y tensión 41, 42 como ya fue descrito en las especificaciones de las figuras 1 y 5. Con  $C_{p4}$  a su vez se designa la capacitancia parásita del dispositivo de alimentación eléctrica de CC con respecto al potencial a tierra. Los convertidores de pulsos 1 y 2 presentan tres medios puentes  $W1a$ ,  $W1b$ ,  $W1c$  o  $W2a$ ,  $W2b$ ,  $W2c$  respectivamente con dos conmutadores ( $S1a$ ,  $S1a'$ ;  $S1b$ ,  $S1b'$ ;  $S1c$ ,  $S1c'$  o

$S2a$ ,  $S2a'$ ;  $S2b$ ,  $S2b'$ ;  $S2c$ ,  $S2c'$ ) respectivamente. En los bornes de salida 1a, 1b, 1c o 2a, 2b, 2c de los convertidores de pulsos 1 o 2 se encuentran conectados los dos sistemas de devanado 33 o 34 de la máquina eléctrica de campo giratorio 3. Las capacitancias parásitas de los devanados con respecto al potencial a tierra se representan de manera simplificada como capacitancias parásitas  $C_{p33}$ ,  $C_{p34}$  de los sistemas de devanado 33, 34 con respecto al potencial a tierra. La caída de tensión a través de la capacitancia parásita  $C_{p33}$  lleva la referencia  $U_{c33}$ , la tensión a través de la capacitancia  $C_{p34}$  se designa  $U_{c34}$ .

35 Ambos sistemas de devanado 33, 34 de la máquina eléctrica de campo giratorio 3 se disponen según la invención al menos cerca de  $180^\circ$  desfasados eléctricamente con respecto al otro. En el caso de igual sentido de devanado de los devanados del motor, lo mencionado se puede alcanzar debido a la interconexión apropiada de los comienzos y finales de las fases de devanado 33a, 33b, 33c o 34a, 34b, 34c. Para su precisión en la figura 3 los comienzos del devanado con el mismo sentido se señalizan como es usual con el punto d.

40 Los dispositivos de control o de activación necesarios para la activación de los convertidores de pulsos llevan la referencia 5 o 51, 52. Por razones de una buena visualización del objetivo de la presente invención en el ejemplo representado se emplea nuevamente un procedimiento de activación utilizando la función auxiliar delta en los términos de una modulación sinusoidal delta conocida.

45 El convertidor de pulsos 1 genera debido a su acción de conmutación y de los cambios de sus potenciales de salida  $U1a$ ,  $U1b$ ,  $U1c$  unidos a esto en la capacitancia a tierra  $C_{p33}$  del sistema de devanado 33 alimentado por el mismo, una caída de tensión  $U_{c33}$  y debido a lo mencionado una corriente parásita en modo común  $I_{cm1}$ . De la misma manera el convertidor de pulsos 2 genera debido a su acción de conmutación y de los cambios de sus potenciales de salida  $U2a$ ,  $U2b$ ,  $U2c$  unidos a esto en la capacitancia a tierra  $C_{p34}$  del sistema de devanado 34 alimentado por el mismo, una caída de tensión  $U_{c34}$  y debido a lo mencionado una corriente parásita en modo común  $I_{cm2}$ . En el dispositivo de alimentación eléctrica de CC 4 surge efecto una corriente parásita en modo común de CC conjunta  $I_{cmg}$ , que se produce por la sumatoria de las corrientes parásitas en modo común de CC  $I_{cm1}$  y  $I_{cm2}$  de los dos convertidores de pulsos individuales 1 y 2:  $I_{cmg} = I_{cm1} + I_{cm2}$ . En una estructuración simétrica de la máquina de campos giratorios 3 ambas capacitancias parásitas  $C_{p33}$  y  $C_{p34}$  de los sistemas de devanado 33, 34 también presentan al menos una magnitud similar, de manera que a tensiones iguales  $U_{c33}$  y  $U_{c34}$  también ambas corrientes parásitas en modo común  $I_{cm1}$  y  $I_{cm2}$  son iguales.

55 De acuerdo a la presente invención ambos convertidores de pulsos 1, 2 son activados de tal manera por los dispositivos de activación 51, 52 o por el dispositivo de control 5 que en sus salidas 1a, 1b, 1c o 2a, 2b, 2c los potenciales  $U1a$ ,  $U1b$ ,  $U1c$  o  $U2a$ ,  $U2b$ ,  $U2c$  determinantes para la formación de las corrientes parásitas en modo

común  $I_{cm1}$ ,  $I_{cm2}$  son conmutados simultáneamente de tal forma en los sistemas de devanado 33, 34 que los potenciales de tensión  $U_{c33}$ ,  $U_{c34}$  a través de las capacitancias  $C_{p33}$ ,  $C_{p34}$  de los sistemas de devanado 33, 34 con respecto al potencial a tierra son dirigidos en forma opuesta y debido a lo mencionado las corrientes parásitas en modo común  $I_{cm1}$  y  $I_{cm2}$  se anulan.

5 Esto se logra en el ejemplo de realización representado porque debido a la activación en sentido contrario de los medios puentes  $W1a$ ,  $W1b$ ,  $W1c$  del convertidor de pulsos 1 con respecto a los medios puentes  $W2a$ ,  $W2b$ ,  $W2c$  del convertidor de pulsos 2, los potenciales de salida  $U1a$ ,  $U2a$  o  $U1b$ ,  $U2b$  o  $U1c$ ,  $U2c$  se modifican en sentido contrario los unos a los otros.

10 La figura 4 muestra, debido a lo mencionado, a través de los diagramas de tiempo un ejemplo del perfil de tiempo de los potenciales de salida  $U1a$ ,  $U1b$ ,  $U1c$  o  $U2a$ ,  $U2b$ ,  $U2c$  del convertidor de pulsos así como las tensiones  $U_{c33}$ ,  $U_{c34}$  a través de las capacitancias parásitas  $C_{p33}$ ,  $C_{p34}$ . Debido a la activación en sentido contrario de los medios puentes  $W1a$ ,  $W1b$  y  $W1c$  del convertidor de pulsos 1 con respecto a los medios puentes  $W2a$ ,  $W2b$  y  $W2c$  del convertidor de pulsos 2 las diferencias de tensión  $U_{c33}$ ,  $U_{c34}$  a través de las capacitancias parásitas  $C_{p33}$ ,  $C_{p34}$  transcurren en sentido opuesto, como se puede identificar en la figura 4 mediante el perfil de tiempo de tiempo. En las condiciones de procesos de activación simultáneos en los medios puentes  $W1a$ ,  $W2a$  o  $W1b$ ,  $W2b$  o  $W1c$ ,  $W2c$  de los convertidores de pulsos así como capacitancias de la misma magnitud  $C_{p33}$ ,  $C_{p34}$ , las corrientes parásitas en modo común de CC  $I_{cm1}$  y  $I_{cm2}$  que transcurren por el potencial a tierra presentan la misma magnitud pero de sentido contrario, es decir  $I_{cm1} = -I_{cm2}$ . En la sumatoria se anulan ambas corrientes  $I_{cm1}$  y  $I_{cm2}$ , es decir en el dispositivo de alimentación eléctrica de CC 4 ya no surge efecto una corriente parásita en modo común  $I_{cm}$  resultante de los mecanismos de conmutación de los convertidores de pulsos 1, 2. El mismo enunciado se produce si se tienen en cuenta las sumatorias de las tensiones  $U_{c33} + U_{c34}$  que en todo momento es igual a cero.

15 La formación de los instantes de conmutación para la activación de los convertidores de pulsos se realiza en el ejemplo de realización de las figuras 3 y 4 nuevamente en base a la función auxiliar  $U\Delta$  en los términos de una modulación sinusoidal delta conocida. Para el convertidor de pulsos 1 se comparan de manera conocida en el dispositivo de activación 51 una función auxiliar  $U\Delta_1 = U\Delta$  con las tensiones de control determinadas por el dispositivo de activación del convertidor de pulsos  $U_{st1a} = U_{sta}$ ,  $U_{st1b} = U_{stb}$  y  $U_{st1c} = U_{stc}$ , para calcular partiendo de lo anterior los instantes de activación para los conmutadores  $S1a$ ,  $S1a'$ ,  $S1b$ ,  $S1b'$  y  $S1c$ ,  $S1c'$ . El cálculo de los instantes de activación para el convertidor de pulsos 2 se realiza según el mismo principio que para el dispositivo de activación 52. Para lograr una modificación en sentido contrario de los instantes de conmutación en comparación con el convertidor de pulsos 1, en el dispositivo de activación 52 los instantes de conmutación de los conmutadores  $S2a$ ,  $S2a'$ ,  $S2b$ ,  $S2b'$  y  $S2c$ ,  $S2c'$  se forman según la figura 4 con señales en sentido inverso:  $U\Delta = -U\Delta_1 = -U\Delta$ ;  $U_{st2a} = -U_{st1a} = -U_{sta}$ ;  $U_{st1b} = -U_{st1b} = -U_{stb}$  y  $U_{st2c} = -U_{st1c} = -U_{stc}$ . La formación de las señales inversas mencionadas puede realizarse por ejemplo mediante los inversores 56, 57, 58 y 59 representados de manera simbólica en la figura 3.

25 De manera representativa para las tensiones de salida resultantes de los convertidores de pulsos, en la figura 4 además se representan las tensiones  $U1ba$  y  $U2ba$  entre los bornes de salida 1a, 1b o 2a, 2b del convertidor de pulsos. Como muestra la figura 4, estas tensiones de salida determinantes para el comportamiento de la máquina debido a la activación inversa, también son inversas. Para que ambos convertidores 1, 2 generen a través de los sistemas de devanado 33, 34 preferentemente los mismos niveles de oscilación del flujo magnético en la máquina, es necesario —como ya mencionado anteriormente— que ambos sistemas de devanado 33, 34 se encuentren dispuestos a  $180^\circ$  desfasados eléctricamente con respecto al otro.

30 Mediante la utilización del objeto de la invención en sistemas de accionamiento con sistemas de devanado polifásicos alimentados por convertidores de pulsos polifásicos no se produce ninguna modificación para la función del accionamiento. Como es mencionado anteriormente, los dos dispositivos de activación 51, 52 deben ser sincronizados entre sí, para que en los respectivos medios puentes ( $W1a$ ,  $W2b$  o  $W1b$ ,  $W2a$  en convertidores de pulsos monofásicos o  $W1a$ ,  $W2a$ ;  $W1b$ ,  $W2b$ ;  $W1c$ ,  $W2b$  en convertidores de pulsos trifásicos) se puedan producir iguales instantes de conmutación. Con la utilización a modo de ejemplo de funciones auxiliares delta  $U\Delta$  en los términos de una modulación sinusoidal delta conocida se produce por la función auxiliar delta  $U\Delta$  en sí misma. Para la activación de los medios puentes ( $W1a$ ,  $W2b$  o  $W1b$ ,  $W2a$  en convertidores de pulsos monofásicos o  $W1a$ ,  $W2a$ ;  $W1b$ ,  $W2b$ ;  $W1c$ ,  $W2b$  en convertidores de pulsos trifásicos) también pueden ser utilizados otros procedimientos de modulación online u offline; en ese caso la sincronización debe realizarse de otra forma apropiada. Las funciones de técnica de señales del dispositivo de control (5) o del dispositivo de activación (51, 52) se presenta preferentemente como un componente programable de hardware, especialmente LCA y/o mediante software con un procesamiento digital de señales con al menos un procesador digital y/o con hardware convencional en técnica digital y/o analógica.

35 Si la máquina eléctrica de campo giratorio 3 es alimentada por más más de dos convertidores de pulsos 1, 2 de un dispositivo de alimentación eléctrica de CC común, entonces dos de esos convertidores de pulsos son operados con el procedimiento objeto de la invención, de manera que las corrientes parásitas en modo común de CC generadas por los dos convertidores se anulen mutuamente.

5 Si aparecen diferencias en los valores instantáneos de las tensiones de control  $U_{st1}$ ,  $U_{st2}$  de los dos convertidores de pulsos 1, 2, como puede suceder por ejemplo en los diferentes niveles de fases de oscilación de las máquinas de campo giratorio, permanecen remanentes en la corriente parásita en modo común  $I_{cmg}$  resultante. Debido a lo mencionado resulta especialmente ventajoso la utilización del objeto de la invención si un par de convertidores de pulsos 1, 2 generan una tensión de salida igual o casi igual (o inversa) y debido a lo mencionado las fases de devanado 31, 32 o fases de devanado polifásicas 33, 34 son alimentadas con igual (o inverso) niveles de fases de oscilación.

10 Este tipo de máquinas de campo giratorio, especialmente diseñadas con excitación magnética permanente del rotor, pueden ser diseñados, debido a la alimentación individual de sus fases de devanado o debido a la utilización de sistemas de devanado polifásicos, para elevados rendimientos de accionamiento, como se utilizan por ejemplo en la propulsión de un buque, especialmente de un submarino.

## REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para la reducción de corrientes parásitas en modo común en un sistema de accionamiento eléctrico con al menos dos convertidores de pulsos (1, 2) alimentados por un dispositivo de alimentación eléctrica de CC (4) para la alimentación de una máquina eléctrica de campo giratorio (3) con al menos dos fases de devanado (31, 32) o al menos dos sistemas de devanado (33, 34), en donde al menos dos de los convertidores de pulsos (1, 2) son activados por un dispositivo de control (5) de tal manera, que en ambos convertidores de pulsos (1, 2) en sus salidas (1a, 1b, 1c o 2a, 2b, 2c) son activados los potenciales (U1a, U1b, U1c o U2a, U2b, U2c) determinantes para la formación de corrientes parásitas en modo común (lcm1, lcm2) casi simultáneamente en las fases de devanado (31, 32) afectadas con las capacitancias parásitas (Cp31, Cp32) o en los sistemas de devanado (33, 34) afectados con las capacitancias parásitas (Cp33, Cp34) de la máquina eléctrica de campo giratorio (3), que los potenciales de tensión (Uc31, Uc32 o Uc33, Uc34) a través de las capacitancias parásitas (Cp31, Cp32) de las fases de devanado (31, 32) o de las capacitancias parásitas (Cp33, Cp34) de los sistemas de devanado (33, 34) con respecto al potencial a tierra se encuentran en posición opuesta, caracterizado porque la activación para los dos convertidores de pulsos (1, 2) es realizada mediante un proceso de modulación con la ayuda de funciones auxiliares delta, en donde la función auxiliar delta (UΔ1) de uno de los dos convertidor de pulsos (1) es inversa con respecto a la función auxiliar delta (UΔ2) del otro de los dos convertidores de pulsos (2).
2. Procedimiento según la reivindicación 1 para la operación de una máquina eléctrica de campo giratorio (3) con varias fases de devanado (31, 32) alimentadas en los términos de una alimentación por un devanado individual por un convertidor de pulsos monofásicos (1 o 2) respectivamente, caracterizado porque los dos convertidor de pulsos (1, 2) son activados por el dispositivo de control (5) de tal manera que los valores instantáneos de las tensiones de salida (U1, U2) de los dos convertidores de pulsos son casi iguales.
3. Procedimiento según la reivindicación 1 para la operación de una máquina eléctrica de campo giratorio (3) con sistemas de devanado (33, 34) polifásicos alimentados por un convertidor de pulsos (1 o 2) polifásico respectivamente, caracterizado porque los sistemas de devanado (33 o 34) alimentados por los dos convertidores de pulsos (1, 2) respectivamente se encuentran dispuestos en la máquina eléctrica de campo giratorio (3) al menos cerca de 180° desfasados eléctricamente y que los dos convertidores de pulsos (1, 2) son activados por el dispositivo de control (5) de tal manera que los valores instantáneos de las tensiones de salida (U1ba, U1cb, U1ac) o U2ba, U2cb, U2ac) de los dos convertidores de pulsos (1, 2) respectivamente son inversos el uno con el otro.
4. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque la activación de los dos convertidores de pulsos (1, 2) es realizada con la ayuda de procedimientos de modulación o patrones de pulsos online y/o offline.
5. Sistema de accionamiento eléctrico con al menos dos convertidores de pulsos (1, 2) alimentados por un dispositivo de alimentación eléctrica de CC en común (4) para la alimentación de una máquina eléctrica de campo giratorio eléctrica (3) con al menos dos fases de devanado (31, 32) o al menos dos sistemas de devanado (33, 34), especialmente para la realización del procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 4, en donde al menos dos de los convertidores de pulsos (1, 2) respectivamente presentan una dependencia de conmutación de un dispositivo de control (5), de manera que en ambos convertidores de pulsos (1, 2) en sus salidas (1a, 1b, 1c o 2a, 2b, 2c) son activados los potenciales (U1a, U1b, U1c o U2a, U2b, U2c) determinantes para la formación de corrientes parásitas en modo común (lcm1, lcm2) casi simultáneamente en las fases de devanado (31, 32) afectadas con las capacitancias parásitas (Cp31, Cp32) o en los sistemas de devanado (33, 34) afectados con las capacitancias parásitas (Cp33, Cp34) de la máquina eléctrica de campo giratorio (3), que los potenciales de tensión (Uc31, Uc32 o Uc33, Uc34) a través de las capacitancias parásitas (Cp31, Cp32) de las fases de devanado (31, 32) o de las capacitancias parásitas (Cp33, Cp34) de los sistemas de devanado (33, 34) con respecto al potencial a tierra se encuentran en posición opuesta, caracterizado porque la activación de ambos convertidores de pulsos (1, 2) es realizada mediante un proceso de modulación con la ayuda de funciones auxiliares delta, en donde la función auxiliar delta (UΔ1) de uno de los dos convertidor de pulsos (1) es inversa con respecto a la función auxiliar delta (UΔ2) del otro de los dos convertidor de pulsos (2).
6. Sistema de accionamiento eléctrico según la reivindicación 5, en donde al menos una máquina eléctrica de campo giratorio (3) presenta varias fases de devanado (31, 32) alimentadas por un convertidor de pulso (1 o 2) respectivamente en los términos de una alimentación monofásica, caracterizado porque ambos convertidores (1, 2) presentan a través del dispositivo de control (5) una dependencia de conmutación, de manera que los valores instantáneos de las tensiones de salida (U1, U2) de los dos convertidores (1, 2) respectivamente son casi iguales.
7. Sistema de accionamiento eléctrico según la reivindicación 5, en donde al menos una máquina eléctrica de campo giratorio (3) presenta varios sistemas de devanado (33, 34) polifásicos alimentados por un convertidor de pulsos (1, 2) polifásico respectivamente, caracterizado porque los sistemas de devanado (33 o 34) se encuentran dispuestos en la máquina eléctrica de campo giratorio al menos cerca de 180° desfasados eléctricamente y que ambos convertidores de pulsos (1, 2) respectivamente son activados por el dispositivo de control (5) de tal manera que presentan una dependencia de conmutación de tal manera que los valores instantáneos de las tensiones de salida

(U1ba, U1cb, U1ac) o U2ba, U2cb, U2ac) de los dos convertidores de pulsos (1, 2) respectivamente son inversos el uno con el otro.

- 5 8. Sistema de accionamiento eléctrico (19) según al menos una de las reivindicaciones 5 a 7, caracterizado porque un dispositivo de control en común (5) se encuentra previsto para ambos de los dos convertidores de pulsos (1, 2) respectivamente.
9. Sistema de accionamiento eléctrico según al menos una de las reivindicaciones 5 a 7, caracterizado porque varios, especialmente dos dispositivos de activación (51, 52), separados técnicamente y/o funcionalmente y conectados de manera apropiada en cuanto a técnica de señales, especialmente sincronizados mutuamente, se encuentran previstos para ambos convertidores de pulsos (1, 2).
- 10 10. Sistema de accionamiento eléctrico según al menos una de las reivindicaciones 5 a 9, caracterizado porque las funciones de técnicas de señales del dispositivo de control (5) o del dispositivo de activación (51, 52) son realizadas en al menos un componente de hardware programable, especialmente LCA, y/o mediante software en un procesamiento de señales digital con al menos un procesador digital y/o con hardware convencional en técnica analógica y/o digital.
- 15 11. Sistema de accionamiento eléctrico según al menos una de las reivindicaciones 5 a 10, caracterizado porque una o varias máquinas de campo giratorio (3) son realizadas como máquinas síncronas con excitación eléctrica o magnética permanente.
12. Sistema de accionamiento eléctrico según al menos una de las reivindicaciones 5 a 10, caracterizado porque una o varias de las máquinas de campo giratorio eléctricas (3) son realizadas como máquinas asíncronas.
- 20 13. Sistema de accionamiento eléctrico según al menos una de las reivindicaciones 5 a 12, caracterizado porque una o varias de las máquinas de campo magnético giratorio eléctricas (3) son accionamientos de propulsión de un buque, especialmente de un submarino.
- 25 14. Utilización del sistema de accionamiento eléctrico según al menos una de las reivindicaciones 5 a 13 en una red de a bordo eléctrica, especialmente en una red de a bordo de suministro de CC en buques, especialmente en submarinos.

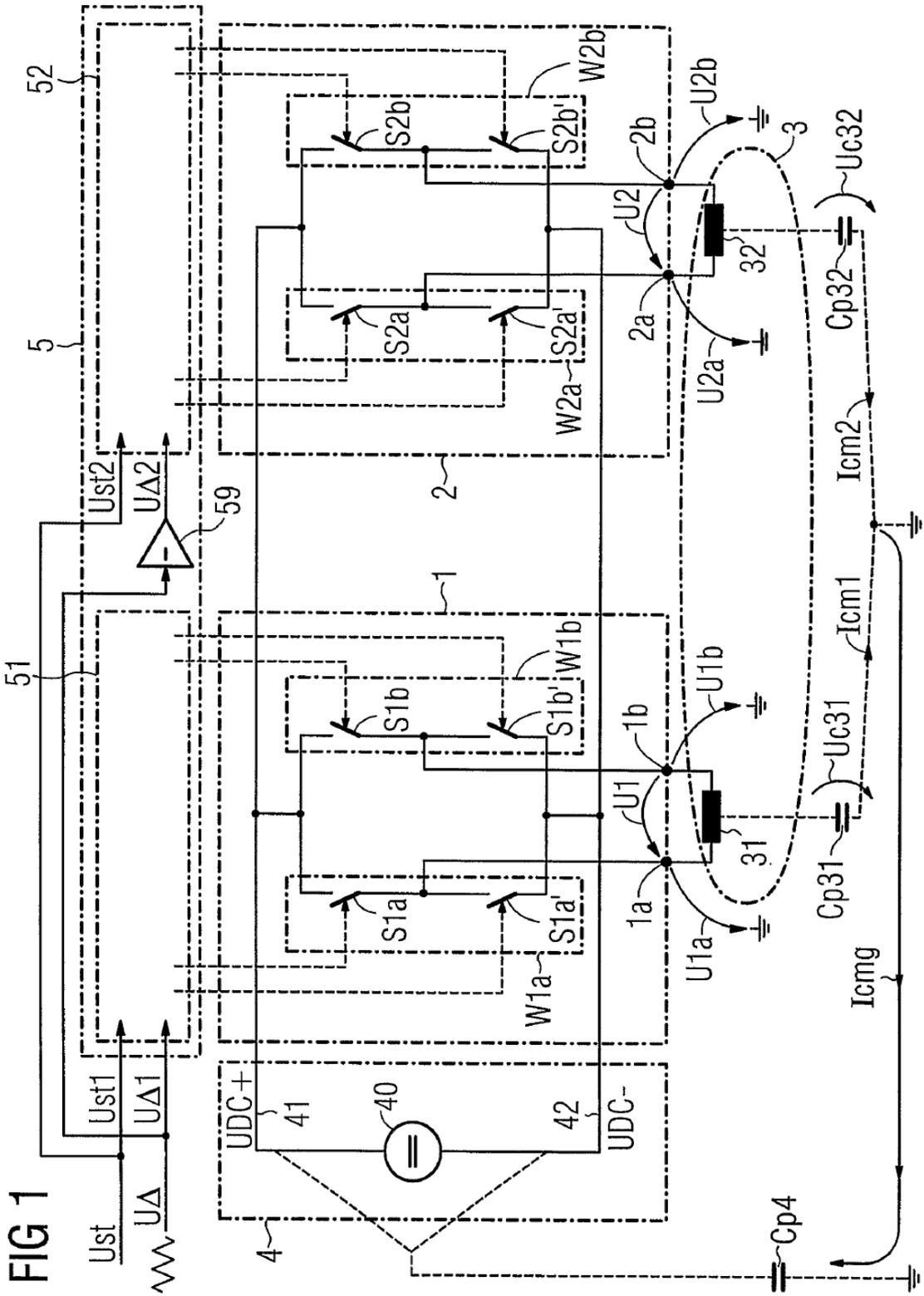


FIG 1

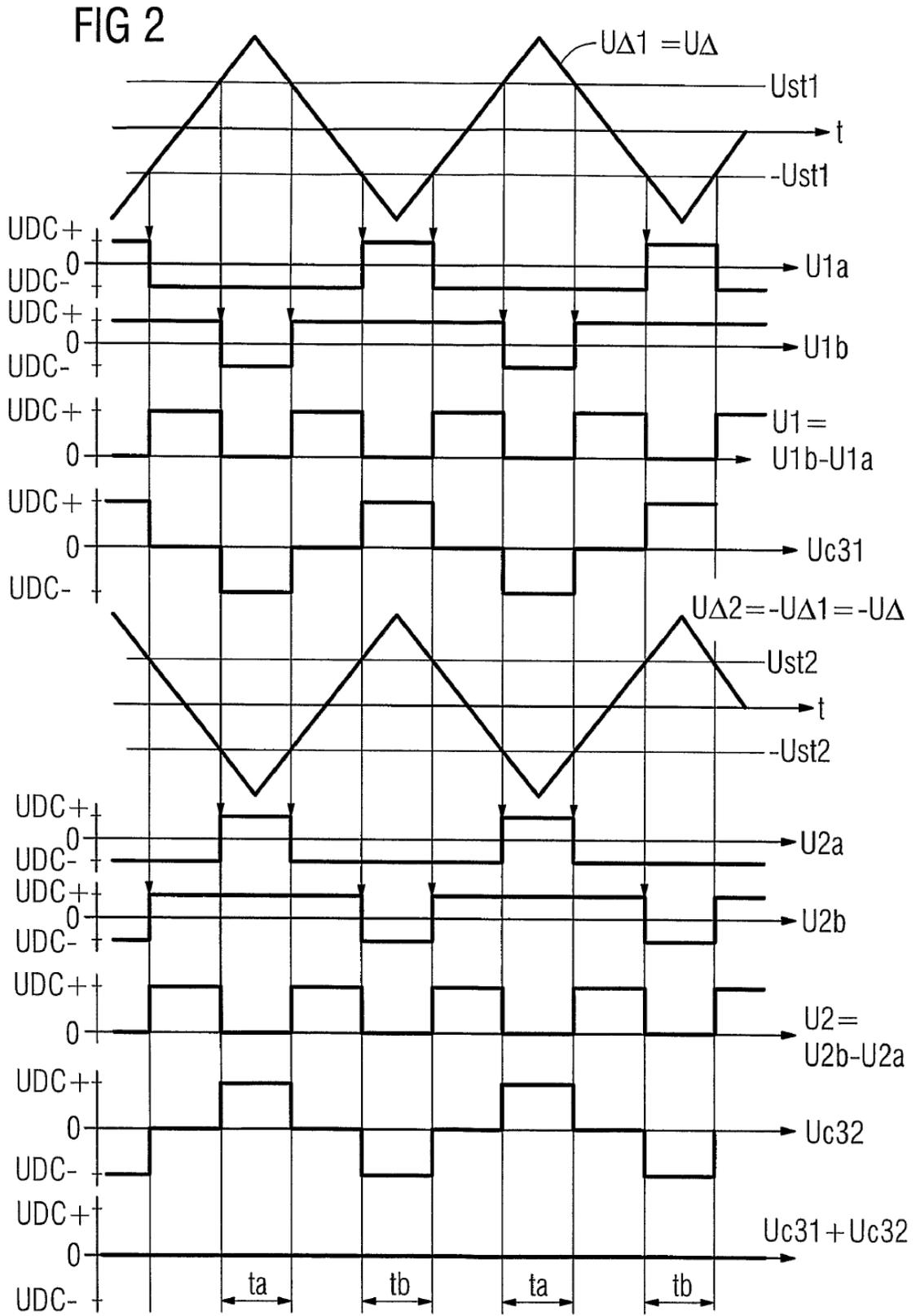


FIG 3A FIG 3B

FIG 3

FIG 3A

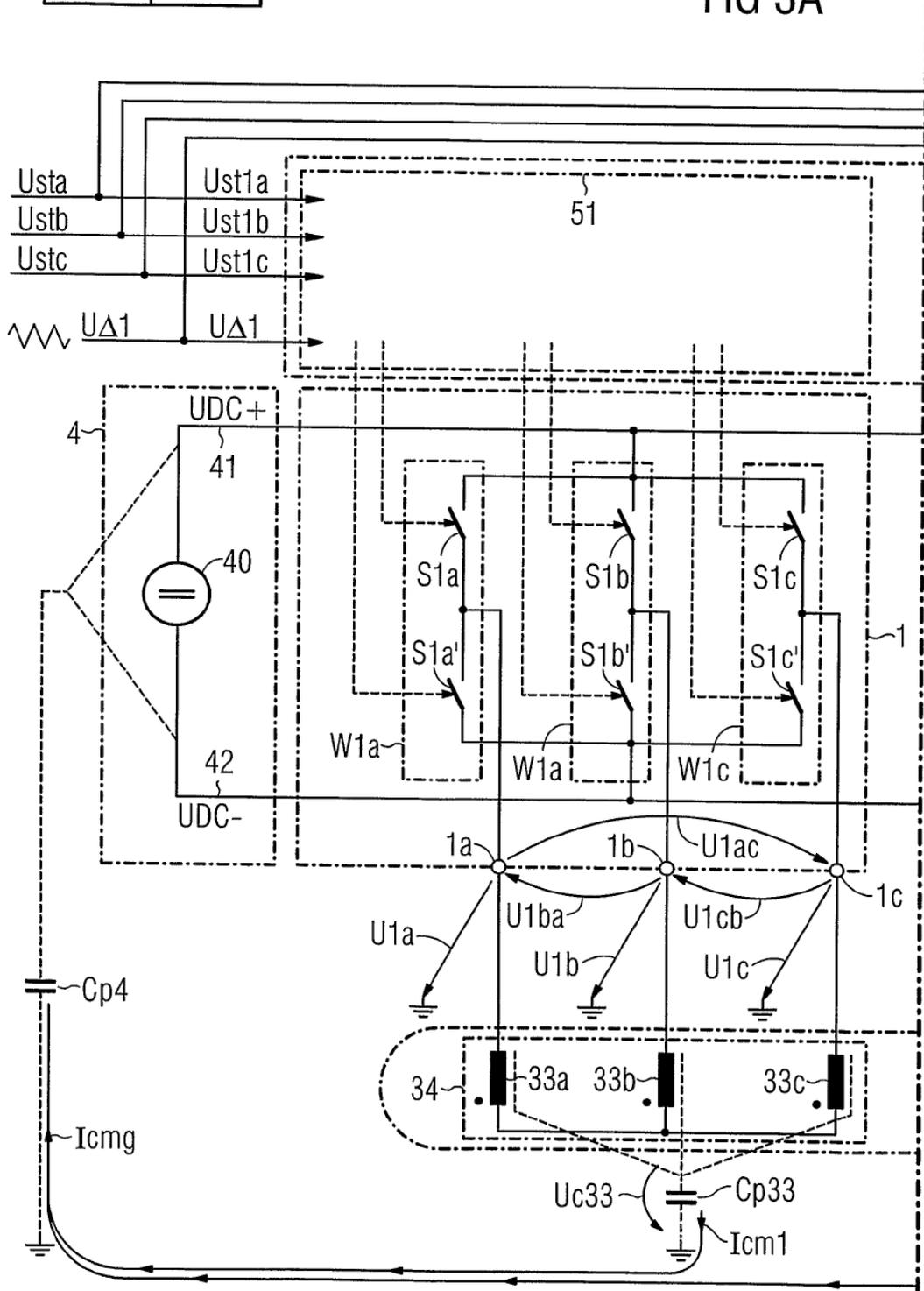


FIG 3B

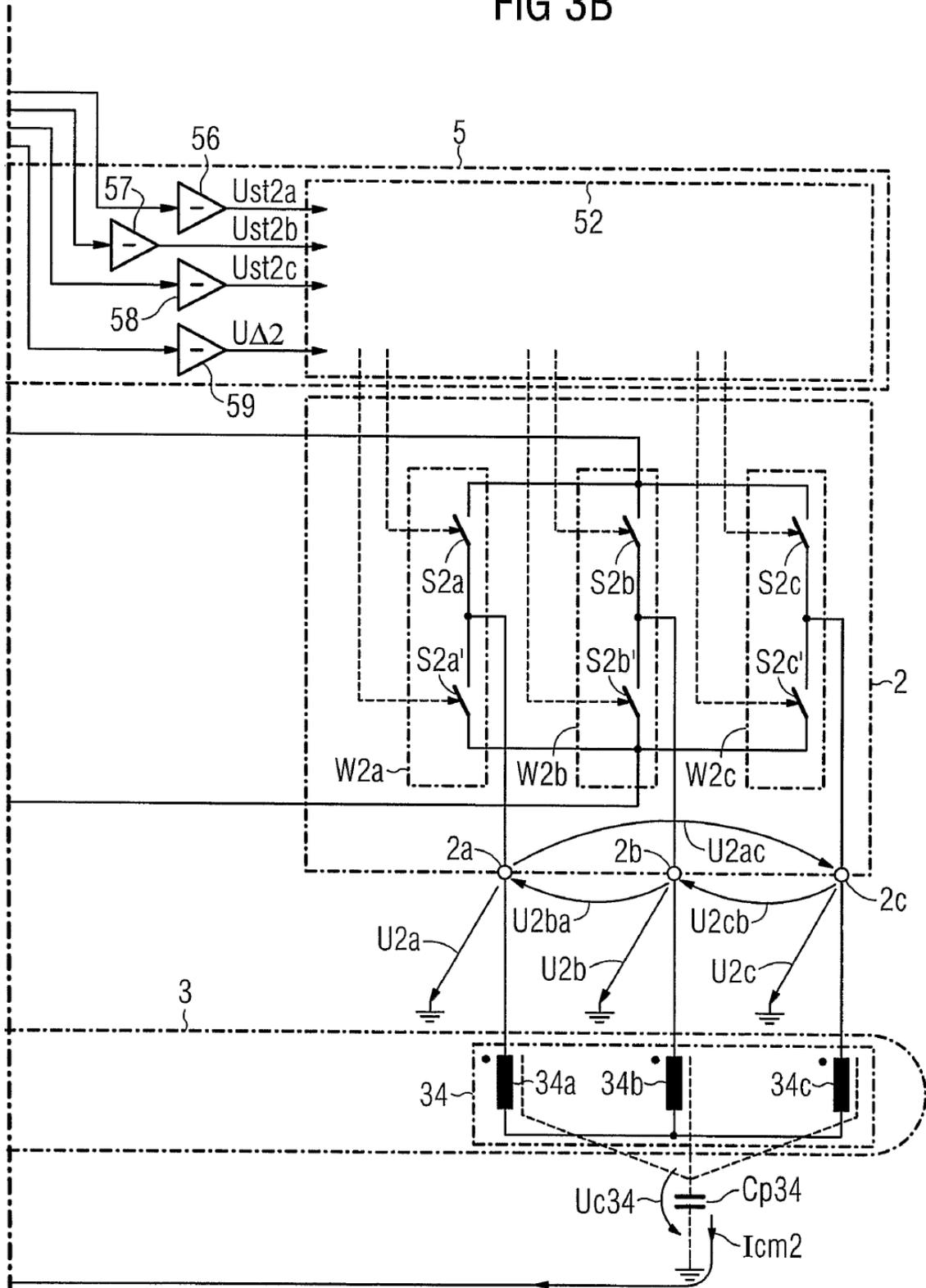


FIG 4

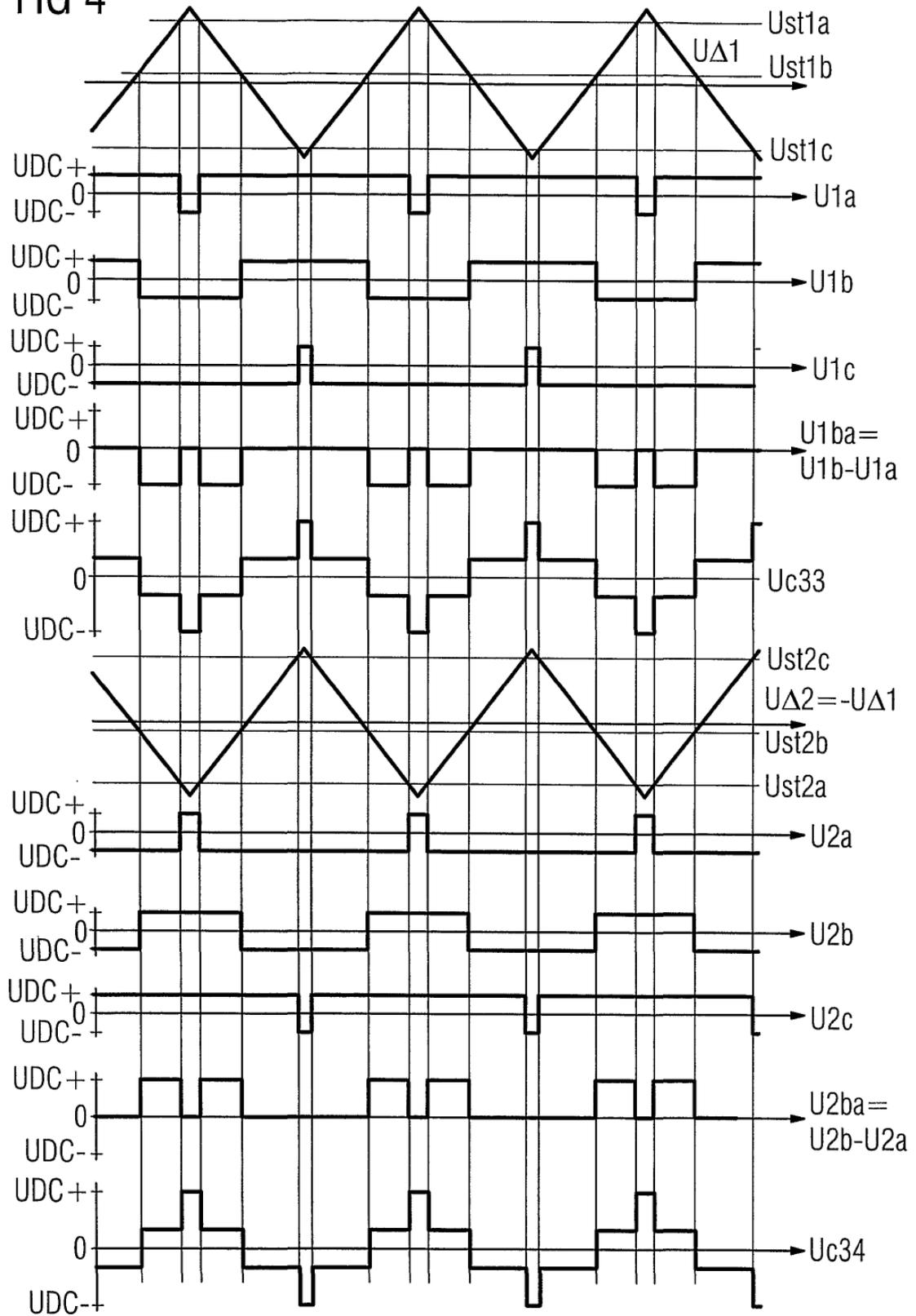


FIG 5

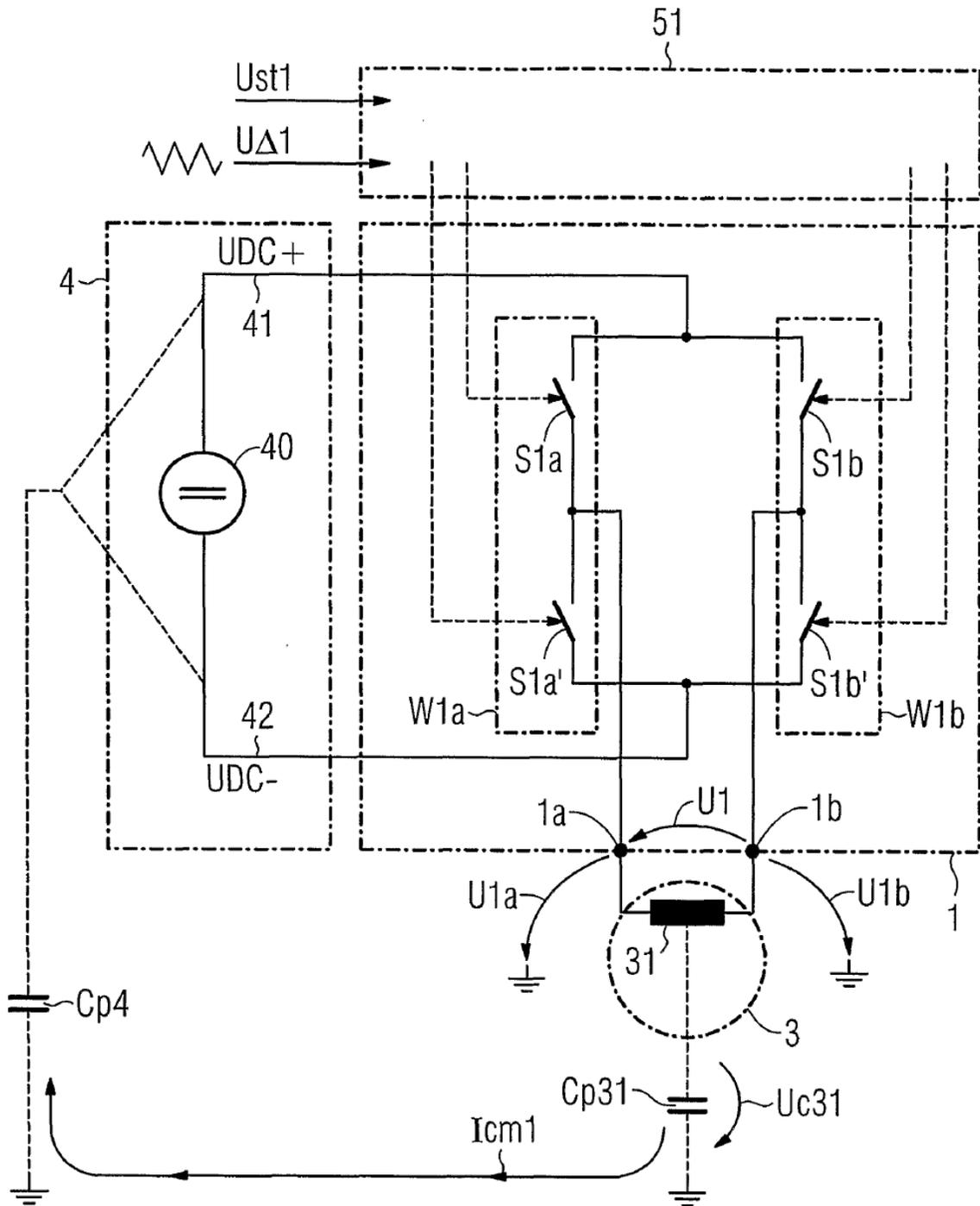


FIG 6

