

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 917 198**

51 Int. Cl.:

<b>H01G 9/26</b>	(2006.01)	<b>G01R 31/64</b>	(2010.01)
<b>G01R 31/36</b>	(2010.01)		
<b>H01G 9/28</b>	(2006.01)		
<b>H02H 7/16</b>	(2006.01)		
<b>H01G 4/40</b>	(2006.01)		
<b>H01G 4/38</b>	(2006.01)		
<b>H01G 2/16</b>	(2006.01)		
<b>H01G 9/00</b>	(2006.01)		
<b>H01G 11/10</b>	(2013.01)		
<b>H01G 11/16</b>	(2013.01)		

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **17.05.2018 PCT/EP2018/062917**
- 87 Fecha y número de publicación internacional: **21.11.2019 WO19219197**
- 96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **17.05.2018 E 18727209 (1)**
- 97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **30.03.2022 EP 3776612**

54 Título: **Batería de condensadores**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**07.07.2022**

73 Titular/es:  
**SIEMENS ENERGY GLOBAL GMBH & CO. KG  
(100.0%)  
Otto-Hahn-Ring 6  
81739 München, DE**

72 Inventor/es:  
**ARMSCHAT, CHRISTOPH y  
YAMAZAKI, SERGIO**

74 Agente/Representante:  
**CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel**

ES 2 917 198 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

## Batería de condensadores

La invención se refiere a una batería de condensadores que presenta una pluralidad de unidades de condensador y a un procedimiento para monitorizar una batería de condensadores de este tipo.

5 El documento US 2017/059639 A1 divulga un procedimiento para monitorizar una batería de condensadores.

Una batería de condensadores, en particular una batería de condensadores de alta tensión, generalmente presenta una pluralidad de unidades de condensador. A este respecto, las unidades de condensador presentan en cada caso una pluralidad de elementos de condensador eléctricos, que están configurados, por ejemplo, como las llamadas bobinas de condensador. Por ejemplo, una batería de condensadores puede presentar 300 unidades de condensador, presentando cada unidad de condensador, por ejemplo, 70 elementos de condensador.

Si falla un solo elemento de condensador (por ejemplo, debido a una avería del elemento de condensador o a un cortocircuito en el elemento de condensador), la capacitancia de la unidad de condensador varía solo ligeramente como resultado de esta falla de un solo elemento de condensador. La variación en la corriente que fluye a través de la unidad de condensador y/o en la tensión que se produce a través de las unidades de condensador (tensión de unidad de condensador), debido a la falla del elemento de condensador, también es muy pequeña.

Tales fallas de elementos de condensador individuales pueden ocurrir en particular cuando los elementos de condensador tienen asociado en cada caso su propio fusible. Si tal elemento de condensador falla y el fusible asociado se funde, habrá muy poca variación en la capacitancia de la unidad de condensador y, en consecuencia, muy poca variación en la corriente o tensión de la unidad de condensador afectada.

Para medir directamente esta pequeña variación, habría que utilizar dispositivos de medición muy precisos y, por lo tanto, caros. Sin embargo, todavía surgirían problemas, en particular en entornos industriales, para distinguir estas pequeñas variaciones en la tensión o la intensidad de la corriente de perturbaciones y ruido eléctrico. Sin embargo, es importante identificar los elementos de condensador defectuosos: Dado que en las unidades de condensador a menudo se disponen elementos de condensador conectados en paralelo, la falla de uno (o más) de los elementos de condensador conectados en paralelo puede provocar, por ejemplo, una sobrecarga peligrosa de los demás elementos de condensador del circuito en paralelo.

La invención se basa en el objetivo de especificar un procedimiento y una disposición con los que se pueda identificar de forma segura y fiable la falla de un único elemento de condensador.

Este objetivo se consigue de acuerdo con la invención mediante un procedimiento y mediante una disposición de acuerdo con las reivindicaciones independientes de la patente. Formas de realización ventajosas del procedimiento y de la disposición se especifican en las reivindicaciones dependientes de la patente.

Se divulga un procedimiento para monitorizar una batería de condensadores (en particular una batería de condensadores de alta tensión) que presenta una pluralidad de unidades de condensador, presentando cada unidad de condensador una pluralidad de elementos de condensador eléctricos, y estando divididas las unidades de condensador en una pluralidad de grupos de unidades de condensador y teniendo cada grupo de unidades de condensador asociada su (propia) una unidad de monitorización de grupo, en donde, en el procedimiento,

- cada grupo de unidades de condensador es monitorizado por medio de la unidad de monitorización de grupo asociada en busca de una falla de un elemento de condensador en una de las unidades de condensador del grupo, y
- en caso de que se identifique una falla de este tipo de un elemento de condensador, se transmiten datos que describen esta falla del elemento de condensador desde la unidad de monitorización de grupo a un receptor de monitorización (central).

A este respecto, el receptor de monitorización tiene asociados varios grupos de unidades de condensador. Por ejemplo, el receptor de monitorización reenvía los datos a un centro de monitorización para la batería de condensadores.

En este sentido, es ventajoso que cada grupo de unidades de condensador tenga asociada su propia unidad de monitorización de grupo, que monitoriza exclusivamente este grupo de unidades de condensador en busca de una falla de un elemento de condensador. De este modo se distribuye la monitorización de la batería de condensadores entre las unidades de monitorización de grupo de los grupos individuales, de modo que cada grupo de unidades de condensador es monitorizado independientemente de los demás grupos. Por un lado, esto da como resultado una

5 monitorización fiable de los grupos individuales. Por otro lado, cada unidad de monitorización de grupo es responsable de monitorizar un menor número de unidades de condensador (en comparación con el número total de unidades de condensador en la batería de condensadores), por lo que esta unidad de monitorización de grupo puede detectar de manera más fiable la falla de un único elemento condensador. Preferentemente, cada grupo presenta entre 2 y 8 unidades de condensador.

10 El procedimiento puede estar diseñado de tal manera que se transmitan datos a través de las unidades de condensador con el elemento de condensador defectuoso desde la unidad de monitorización de grupo al receptor de monitorización. Sobre la base de estos datos, la unidad de condensador con el elemento de condensador defectuoso se puede identificar ventajosamente con precisión. Esta unidad de condensador puede entonces, por ejemplo, ser cambiada de manera específica, evitando una búsqueda que consume mucho tiempo de la unidad de condensador en cuestión (por ejemplo, usando un puente de medición de capacitancia).

15 El procedimiento puede estar diseñado de tal manera que los elementos de condensador dispuestos en las unidades de condensador estén conectados eléctricamente en paralelo y/o en serie. Mediante la disposición de los elementos de condensador en circuitos eléctricos en serie y/o en paralelo, las tensiones de unidad de condensador y las corrientes de unidad de condensador para las unidades de condensador pueden adaptarse a las necesidades dentro de amplios límites. Esto es particularmente ventajoso para baterías de condensadores de alta tensión en las que cada unidad de condensador individual proporciona una tensión de unidad de condensador relativamente grande.

20 El procedimiento puede estar diseñado de tal manera que las unidades de condensador presenten en cada caso una carcasa, en particular una carcasa metálica, que rodea todos los elementos de condensador de la unidad de condensador respectiva. Por un lado, esta carcasa asegura una estabilidad mecánica suficiente de las unidades de condensador. Por otro lado, la carcasa proporciona protección eléctrica a los elementos de condensador de las unidades de condensador individuales.

25 El procedimiento también puede proceder de tal manera que las unidades de condensador de la batería de condensadores estén dispuestas en al menos un circuito eléctrico en serie y/o en al menos un circuito eléctrico en paralelo. Mediante el circuito eléctrico en serie de las unidades de condensador, se pueden lograr tensiones particularmente altas; mediante el circuito eléctrico en paralelo de las unidades de condensador, se pueden lograr grandes corrientes. Una estructura técnicamente ventajosa de la batería de condensadores se puede implementar en particular mediante una elección adecuada de circuitos en paralelo y circuitos en serie.

30 El procedimiento también puede estar diseñado de tal manera que las unidades de monitorización de grupo estén dispuestas en cada caso esencialmente al potencial eléctrico del grupo de unidades de condensador asociado a ellas, y el receptor de monitorización esté dispuesto esencialmente al potencial de tierra. En este caso, es especialmente ventajoso que las unidades de monitorización de grupo tengan requisitos comparativamente bajos en cuanto a aislamiento eléctrico y rigidez dieléctrica, ya que están dispuestas al potencial eléctrico del grupo de unidades de condensador asociado a ellas. Como resultado, las unidades de monitorización de grupo pueden implementarse de forma económica. Por ejemplo, la tensión de unidad de condensador y la corriente de unidad de condensador pueden ser medidas por las unidades de monitorización de grupo de una manera relativamente sencilla y económica.

35 El procedimiento también puede estar diseñado de tal manera que las unidades de monitorización de grupo se alimenten en cada caso con energía eléctrica que se desacopla del grupo de unidades de condensador al que está asociada la respectiva unidad de monitorización de grupo. Esto permite que las unidades de monitorización de grupo sean alimentadas con energía eléctrica de una manera sencilla y económica. En particular, esto evita tener que tender líneas eléctricas o similares para la alimentación de energía a cada unidad de monitorización de grupo, lo que, por un lado, sería caro y complejo y, por otro lado, sería problemático (en particular, en el caso de baterías de condensadores de alta tensión) debido a las altas diferencias de tensión que se producen entre los grupos de unidades de condensador y el potencial de tierra.

45 El procedimiento también puede proceder de tal manera que la energía eléctrica se desacople, por medio de un convertidor de corriente, de un campo magnético que se forma debido a la corriente eléctrica que fluye a través del grupo de unidades de condensador. La energía eléctrica para la alimentación de las unidades de monitorización de grupo se puede desacoplar de forma especialmente sencilla por medio del convertidor de corriente. Esta energía es proporcionada por la corriente que fluye a través del grupo de unidades de condensador.

50 El procedimiento también puede proceder de tal manera que la unidad de monitorización de grupo transmita los datos sobre la falla del elemento de condensador al receptor de monitorización por medio de una señal de radio o por medio de un conductor de fibra óptica. De este modo se asegura ventajosamente el aislamiento eléctrico entre las unidades de monitorización de grupo y el receptor de monitorización dispuesto al potencial de tierra.

55 El procedimiento también puede proceder de tal manera que la batería de condensadores presente varios pisos eléctricamente aislados entre sí en los que están dispuestos en cada caso al menos uno de los grupos de unidades

de condensador y la unidad de monitorización de grupo asociada. Ventajosamente, las unidades de condensador de un grupo están dispuestas en cada caso en un piso de la batería de condensadores, de modo que estos forman, por un lado, una unidad espacial. Por otro lado, la carcasa de las unidades de condensador puede estar conectada eléctricamente al suelo de piso, que constituye un potencial de referencia uniforme para todas las unidades de condensador del grupo (por ejemplo, para la medición de tensión, la medición de corriente y/o procesamiento el de valores medidos).

El procedimiento también puede proceder de tal manera que, en el caso de unidades de condensador de un grupo que están dispuestas eléctricamente en un circuito en paralelo, para las unidades de condensador del circuito en paralelo, se determina en cada caso la diferencia de corriente entre la corriente que circula a través de esta unidad de condensador y la corriente promedio que circula a través de las unidades de condensador,

- se determina un valor medio de las diferencias de corriente de las unidades de condensador,
- para las unidades de condensador, se calcula en cada caso la relación entre la diferencia de corriente y el valor medio,
- se monitoriza la variación de la relación a lo largo del tiempo, y
- se identifica la aparición de un elemento de condensador defectuoso en la unidad de condensador respectiva cuando la variación de la relación a lo largo del tiempo supera un primer valor umbral predeterminado.

El procedimiento también puede proceder de tal manera que, alternativa o adicionalmente, en el caso de unidades de condensador de un grupo que están dispuestas eléctricamente en un circuito en serie, se determina la tensión de unidad de condensador que se produce en cada caso a través de las unidades de condensador,

- se determina en cada caso la diferencia de tensión entre las tensiones de unidades de condensador y la tensión de unidades de condensador promedio de las unidades de condensador en el circuito en serie,
- se determina un valor medio de estas diferencias de tensión,
- para las unidades de condensador, se calcula la relación entre la respectiva diferencia de tensión y el valor medio,
- se monitoriza la variación de la relación a lo largo del tiempo, y
- se identifica la aparición de un elemento de condensador defectuoso en la unidad de condensador respectiva cuando la variación de la relación a lo largo del tiempo supera un segundo valor umbral predeterminado.

En este procedimiento, es particularmente ventajoso que, en el caso del circuito en paralelo, se determinen en cada caso las diferencias de corriente entre la corriente que fluye a través de las unidades de condensador y la corriente promedio que fluye a través de las unidades de condensador (o en el caso del circuito en serie, las diferencias de tensión entre las tensiones de unidad de condensador y la tensión de unidad de condensador promedio) y se evalúen en el curso posterior del procedimiento. Dado que las unidades de condensador generalmente se construyen esencialmente de la misma manera, las diferencias de corriente (o diferencias de tensión) son muy pequeñas cuando están intactas. Si se produce una variación de las diferencias de corriente o de las diferencias de tensión (debido a una falla de un elemento de condensador), esta variación es relativamente grande en términos porcentuales y, por lo tanto, puede identificarse de manera fiable. También es ventajoso que, en el caso del circuito en paralelo, se determine y se monitorice en cada caso la relación entre la diferencia de corriente y el valor medio de las diferencias de corriente de las unidades de condensador (o en el caso del circuito en serie, la relación entre la diferencia de tensión y el valor medio de las diferencias de tensión de las unidades de condensador). Mediante el cálculo de esta relación, se prescinde de la dependencia del valor absoluto de la corriente de unidad de condensador o de la tensión de unidad de condensador. Como resultado, el procedimiento funciona en casi todos los estados operativos de la batería de condensadores, es decir, funciona, por ejemplo, con la misma fiabilidad para corrientes de funcionamiento del 60 %, 80 % o 100 % de la corriente nominal o para tensiones de funcionamiento del 60 %, 80 % o 100 % de la tensión nominal.

El procedimiento también puede proceder de tal manera que la tensión eléctrica que se produce en cada caso en un borne de las unidades de condensador se determine por medio de una señal de corriente que sale de las unidades de condensador, que es proporcional a la tensión que se produce en el borne de la unidad de condensador respectiva y que se convierte fuera de la unidad de condensador en una señal de tensión. Mediante las señales de corriente se logra una inmunidad mejorada a las interferencias de la transmisión de la señal.

También se divulga una disposición con una batería de condensadores (en particular con una batería de condensadores de alta tensión), que presenta una pluralidad de unidades de condensador, presentando cada unidad de condensador una pluralidad de elementos de condensador eléctricos, y estando divididas las unidades de condensador en varios grupos de unidades de condensador, y con varias unidades de monitorización de grupo, teniendo cada grupo de unidades de condensador asociada una de las unidades de monitorización de grupo, y estando diseñada al menos una de las unidades de monitorización de grupo de tal manera que monitoriza el respectivo grupo de unidades de condensador en busca de una falla de un elemento de condensador en una de las unidades de condensador del grupo y, en caso de que se identifique una falla de este tipo de un elemento de condensador, transmite datos que describen esta falla del elemento de condensador a un receptor de monitorización.

## ES 2 917 198 T3

La disposición puede estar diseñada de tal manera que los elementos de condensador dispuestos en las unidades de condensador estén conectados eléctricamente en paralelo y/o en serie.

5 La disposición puede estar diseñada también de tal manera que las unidades de condensador presenten en cada caso una carcasa, en particular una carcasa metálica, que rodea todos los elementos de condensador de la unidad de condensador respectiva.

La disposición puede estar diseñada de tal manera que las unidades de condensador de la batería de condensadores estén dispuestas en al menos un circuito eléctrico en serie y/o en al menos un circuito eléctrico en paralelo.

10 La disposición también puede estar diseñada de tal manera que las unidades de monitorización de grupo estén dispuestas en cada caso esencialmente al potencial eléctrico del grupo de unidades de condensador asociado a ellas, y el receptor de monitorización esté dispuesto esencialmente al potencial de tierra.

La disposición también puede estar diseñada de tal manera que al menos una unidad de monitorización de grupo tenga asociado un equipo de alimentación de energía que desacopla energía eléctrica para su alimentación a la unidad de monitorización de grupo del grupo de unidades de condensador al que está asociada la respectiva unidad de monitorización de grupo.

15 La disposición puede estar diseñada de tal manera que la unidad de monitorización de grupo presente un convertidor de corriente que desacopla la energía eléctrica de un campo magnético que se forma debido a la corriente eléctrica que fluye a través del grupo de unidades de condensador.

20 La disposición también puede estar diseñada de tal manera que al menos una unidad de monitorización grupal presente una unidad de transmisión inalámbrica (emisor de radio) que transmite los datos sobre la falla del elemento de condensador al receptor de monitorización por medio de una señal de radio, y/ o - al menos una unidad de monitorización de grupo esté conectada al receptor de monitorización por medio de un conductor de fibra óptica para transmitir los datos sobre la falla del elemento de condensador a través del conductor de fibra óptica al receptor de monitorización.

25 La disposición puede estar diseñada de tal manera que la batería de condensadores presente varios pisos eléctricamente aislados entre sí en los que están dispuestos en cada caso al menos uno de los grupos de unidades de condensador y la unidad de monitorización de grupo asociada.

La disposición también puede estar diseñada de tal manera que al menos una unidad de monitorización de grupo esté diseñada de tal manera que esta unidad de monitorización de grupo

- en el caso de unidades de condensador de un grupo dispuestas eléctricamente en un circuito en paralelo
- 30 - para las unidades de condensador del circuito en paralelo, determina en cada caso la diferencia de corriente entre la corriente que fluye a través de esta unidad de condensador y la corriente promedio que fluye a través de las unidades de condensador,
- determina un valor medio de las diferencias de corriente de las unidades de condensador,
- 35 - para las unidades de condensador, calcula en cada caso la relación entre la diferencia de corriente y el valor medio,
- monitoriza la variación de la relación a lo largo del tiempo, e
- identifica la aparición de un elemento de condensador defectuoso en la unidad de condensador respectiva cuando la variación de la relación a lo largo del tiempo supera un primer valor umbral predeterminado, y/o
- en el caso de unidades de condensador de un grupo dispuestas eléctricamente en un circuito en serie
- 40 - determina en cada caso la tensión de unidad de condensador que se produce a través de las unidades de condensador,
- determina en cada caso la diferencia de tensión entre las tensiones de unidades de condensador y la tensión de unidades de condensador promedio de las unidades de condensador en el circuito en serie,
- determina un valor medio de estas diferencias de tensión,
- 45 - para las unidades de condensador, calcula la relación entre la diferencia de corriente respectiva y el valor medio,
- monitoriza la variación de la relación a lo largo del tiempo, e
- identifica la aparición de un elemento de condensador defectuoso

en la unidad de condensador respectiva cuando la variación de la relación a lo largo del tiempo supera un segundo valor umbral predeterminado.

50 La disposición también puede estar diseñada de tal manera que las unidades de condensador estén provistas en cada caso de una ruta de corriente que sale de la unidad de condensador respectiva y está configurada para conducir desde

la unidad de condensador respectiva una señal de corriente que es proporcional a la tensión que se produce en un borne de la respectiva unidad de condensador.

El procedimiento descrito y la disposición descrita presentan ventajas iguales o equivalentes.

5 A continuación, se explica con más detalle la invención mediante ejemplos de realización. Referencias iguales se refieren a este respecto a elementos iguales o equivalentes. A este respecto se representa en

la Figura 1 un ejemplo de realización de una batería de condensadores con tres grupos de unidades de condensador, en

la Figura 2 un ejemplo de realización de una unidad de condensador con elementos de condensador individuales, en

10 la Figura 3 un fragmento de la batería de condensadores con un grupo de unidades de condensador conectadas eléctricamente en serie, en

la Figura 4 un fragmento de otra batería de condensadores con un grupo de unidades de condensador conectadas eléctricamente en paralelo, en

15 la Figura 5 el grupo de unidades de condensador conectadas eléctricamente en paralelo con un circuito para determinar diferencias de corriente, en

la Figura 6 un ejemplo de realización de un grupo con dos unidades de condensador conectadas eléctricamente en paralelo, en

la Figura 7 un ejemplo de realización de un grupo de unidades de condensador, que representan en cada caso una fuente de corriente de señal, en

20 la Figura 8 un ejemplo de realización de una unidad de condensador con un circuito de resistencia para la medición de tensión, y en

la Figura 9 un ejemplo de realización de un grupo de unidades de condensador con un circuito de resistencia para la medición de tensión.

25 La figura 1 muestra un ejemplo de realización de una batería de condensadores 1 que está diseñada como torre de condensadores 1, a modo de ejemplo. La batería de condensadores 1 es, a modo de ejemplo, una batería de condensadores de alta tensión. Esta batería de condensadores de alta tensión presenta una tensión nominal de más de 50 kV, por ejemplo, una tensión nominal de 500 kV. Esta batería de condensadores 1 presenta un primer piso 4, un segundo piso 8 y un tercer piso 12. Por supuesto, la batería de condensadores 1 también puede tener más pisos.

30 El primer piso 4 presenta un primer suelo de piso 16 que está soportado por primeros aisladores de soporte 20. A este respecto, los primeros aisladores de soporte 20 soportan mecánicamente el primer piso 4 y aíslan el potencial eléctrico del primer piso 4 del potencial de tierra 24. Un segundo suelo de piso 32 del segundo piso 8 se apoya sobre el primer piso 4 con la ayuda de segundos aisladores de soporte 28. Del mismo modo, sobre el segundo piso 8 se construye un tercer suelo de piso 40 del tercer piso 12 por medio de terceros aisladores de soporte 36. Sobre el tercer piso 40 están dispuestos cuartos aisladores de soporte 44, sobre los cuales se sostiene otro piso (no mostrado) de la torre de condensadores 1. Los aisladores de soporte garantizan la estabilidad mecánica de la torre de condensadores y aíslan eléctricamente los pisos individuales entre sí y del potencial de tierra 24. Por lo tanto, los pisos 4, 8, 12 individuales de la batería de condensadores 1 están aislados eléctricamente entre sí por medio de los aisladores de soporte. A este respecto, los aisladores de soporte presentan en cada caso una gran cantidad de pantallas para alargar las distancias de fuga (p. ej., en caso de condensación).

40 En el primer piso 4 está dispuesto un primer grupo G1 de unidades de condensador. Este primer grupo de unidades de condensador G1 presenta una primera unidad de condensador C1, una segunda unidad de condensador C2, una tercera unidad de condensador C3 y una cuarta unidad de condensador C4. Las cuatro unidades de condensador C1 - C4 están dispuestas eléctricamente en un circuito en serie. Esto significa que la corriente de unidad de condensador I a través de todas las unidades de condensador C1 - C4 del grupo G1 es igual. Una primera tensión de unidad de condensador UC1 cae a través de la primera unidad de condensador C1, una segunda tensión de unidad de condensador UC2 cae a través de la segunda unidad de condensador C2, una tercera tensión de unidad de condensador UC3 cae a través de la tercera unidad de condensador C3 y una cuarta tensión de unidad de condensador UC4 cae a través de la cuarta unidad de condensador C4. Las cuatro unidades de condensador C1 - C4 están dispuestas en el primer suelo de piso 16.

Cada unidad de condensador presenta una carcasa 48. Por lo tanto, las unidades de condensador C1 - C4 presentan en cada caso una carcasa que rodea todos los elementos de condensador de la respectiva unidad de condensador. Esta carcasa 48 es preferentemente una carcasa eléctricamente conductora, en particular una carcasa 48 metálica. Cada unidad de condensador presenta un primer borne 56 (primer polo 56) y un segundo borne 60 (segundo polo 60). Se trata, por tanto, de unidades de condensador, cada una con dos bornes o dos polos. Desde el exterior, cada unidad de condensador actúa como un condensador grande. Cada borne se puede pasar a través de la carcasa metálica de la unidad de condensador, en particular por medio de un paso.

La carcasa 48 de las unidades de condensador C1 - C4 del primer grupo está conectada eléctricamente en cada caso con el primer suelo de piso 16, que está configurado preferentemente como suelo de piso metálico (y por lo tanto como suelo de piso 16 eléctricamente conductor). En el primer suelo de piso 16 está dispuesta una primera unidad de monitorización de grupo 52. En la representación de la figura 1, esta primera unidad de monitorización de grupo está dispuesta en la parte inferior del primer suelo de piso 16, pero esto solo debe entenderse como un ejemplo. Por supuesto, la primera unidad de monitorización de grupo 52 también puede disponerse en la parte superior del primer suelo de piso 16, por ejemplo junto a las unidades de condensador C1 - C4. La primera unidad de monitorización de grupo 52 está conectada a sensores de tensión (no mostrados) en las unidades de condensador por medio de líneas de medición (no mostradas). Los sensores de tensión están conectados eléctricamente a los bornes 56 o 60 de las unidades de condensador individuales, véase también la figura 3. Por lo tanto, la primera unidad de monitorización de grupo 52 puede medir las tensiones en los bornes 56 o 60 de las unidades de condensador individuales (con respecto al potencial eléctrico del primer suelo de piso 16) y, por lo tanto, determinar las tensiones de unidad de condensador UC1 - UC4. Aquellos bornes de las unidades de condensador en los que se miden preferentemente las tensiones con respecto al potencial del primer suelo de piso 16 están a este respecto marcados con un círculo doble.

Del mismo modo, en el segundo piso 8 de la batería de condensadores 1 está dispuesto un segundo grupo G2 de unidades de condensador C5, C6, C7 y C8. Este segundo grupo G2 de unidades de condensador tiene asociada una segunda unidad de monitorización de grupo 64. Del mismo modo, en el tercer piso 12 de la batería de condensadores 1 está dispuesto también un tercer grupo G3 de unidades de condensador C9, C10, C11 y C12. Este tercer grupo G3 tiene asociada una tercera unidad de monitorización de grupo 68.

La primera unidad de monitorización de grupo 52 monitoriza las unidades de condensador C1 - C4 del primer grupo G1 en busca de una falla de un elemento de condensador en una de las unidades de condensador C1 - C4. Cuando se identifica tal falla de un elemento de condensador, la primera unidad de monitorización de grupo 52 transmite datos que describen esta falla del elemento de condensador a un receptor de monitorización 72. Estos datos pueden transmitirse al receptor de monitorización 72 por medio de una señal de radio o por medio de un conductor de fibra óptica. El receptor de monitorización 72 procesa estos datos que describen la falla del elemento de condensador o bien por sí mismo o bien reenvía estos datos que describen la falla del elemento de condensador a un centro de monitorización para la batería de condensadores 1. En este último caso, el receptor de monitorización 72 tiene la función de pasarela. Los datos contienen un identificador de la unidad de condensador C1, C2, C3 o C4 para la que se ha detectado una falla de un elemento de condensador. Este identificador puede ser, por ejemplo, un número (ID) de la unidad de condensador afectada u otro identificador. Por lo tanto, en el receptor de datos (es decir, en el receptor de monitorización 72 o en el centro de control) se sabe en qué unidad de condensador del primer grupo ha fallado un elemento de condensador. El segundo grupo G2 es monitorizado de manera similar por la segunda unidad de monitorización de grupo 64; la tercera unidad de monitorización de grupo 68 monitoriza de forma similar el tercer grupo G3 de unidades de condensador.

Las unidades de condensador C1 - C12 de la batería de condensadores 1 están por lo tanto divididas en tres grupos G1, G2 y G3 diferentes en el ejemplo de realización. Cada uno de estos grupos G1, G2 y G3 tiene asociada su propia unidad de monitorización de grupo 52, 64 o 68; es decir, las unidades de condensador de cada grupo son monitorizadas por la unidad de monitorización de grupo asociada exclusivamente a ellas en busca de fallas en un elemento de condensador. De este modo se implementa un procedimiento de monitorización distribuido para la batería de condensadores 1 o una monitorización distribuida de los grupos individuales.

La primera unidad de monitorización de grupo 52 está dispuesta al potencial eléctrico del grupo G1 de unidades de condensador asociado a ella. El receptor de monitorización 72 está dispuesto al potencial de tierra 24. También se puede asociar más de un receptor de monitorización 72 a una batería de condensadores. Por ejemplo, se pueden asociar dos receptores de monitorización a una batería de condensadores. A este respecto, por ejemplo, un receptor de monitorización se puede asociar a un subconjunto de los grupos de unidades de condensador y el otro receptor de monitorización se puede asociar a los grupos restantes de unidades de condensador de la batería de condensadores.

En el ejemplo de realización de la figura 1, las unidades de condensador C1 - C12 de la batería de condensadores 1 están dispuestas en un circuito eléctrico en serie. Sin embargo, en otro ejemplo de realización, las unidades de condensador de la batería de condensadores también pueden estar dispuestas en un circuito eléctrico en paralelo. En otro ejemplo de realización de una batería de condensadores puede haber circuitos en serie de unidades de condensador y circuitos en paralelo de unidades de condensador. Por ejemplo, en cada caso se pueden conectar varias unidades de condensador en un circuito en paralelo y estos circuitos en paralelo se pueden conectar

eléctricamente en un circuito en serie. En el ejemplo de realización de la figura 1 se muestra a modo de ejemplo un simple circuito en serie de unidades de condensador. En la práctica, a menudo se utiliza el denominado circuito H de unidades de condensador, en el que, en particular, solo uno de cada dos suelos de piso está unido galvánicamente a la ruta de corriente de un circuito en serie. Los demás suelos de pisos están unidos galvánicamente a la ruta de corriente de un segundo circuito en serie del circuito H.

La figura 2 muestra un ejemplo de realización de una unidad de condensador utilizando el ejemplo de la primera unidad de condensador C1. Las otras unidades de condensador C2 - C12 se pueden construir de la misma manera que la primera unidad de condensador C1. La primera unidad de condensador C1 presenta m elementos de condensador CE; cada uno de estos elementos de condensador CE representa condensadores individuales. Los elementos de condensador también se conocen como bobina de condensador. Opcionalmente, cada elemento de condensador CE puede tener asociado un fusible S, el cual se funde en caso de cortocircuito del elemento de condensador asociado. Tanto elementos de condensador con fusible como elementos de condensador sin fusible pueden disponerse en una unidad de condensador. Los elementos de condensador con fusible también se conocen como elementos de condensador protegidos; los elementos de condensador sin fusible también se conocen como elementos de condensador no protegidos.

El procedimiento descrito a continuación para la monitorización distribuida de las unidades de condensador es particularmente ventajoso en el caso de elementos de condensador protegidos, ya que si falla un elemento de condensador individual, los restantes elementos de condensador intactos continúan funcionando. Sin embargo, la pequeña variación de la capacitancia total que se produce difícilmente puede detectarse con los procedimientos de monitorización convencionales de la batería de condensadores completa.

En el ejemplo de realización, n elementos de condensador están dispuestos en cada caso en un circuito en paralelo; los circuitos en paralelo están conectados eléctricamente en serie y forman un circuito en serie. Un extremo de este circuito en serie está conectado eléctricamente al primer borne 56 de la unidad de condensador, el otro extremo del circuito en serie está conectado eléctricamente al segundo borne 60 de la unidad de condensador.

Si, por ejemplo, falla el tercer elemento de condensador CE3 de la primera unidad de condensador C1, la primera unidad de monitorización de grupo 52 detecta este fallo y envía un identificador de la primera unidad de condensador C1 al receptor de monitorización 72 con los datos que describen la avería.

La figura 3 muestra un fragmento de la batería de condensadores 1 a modo de ejemplo. Este fragmento muestra el segundo grupo G2 de las unidades de condensador C5 - C8. Las unidades de condensador C5 - C8 están conectadas eléctricamente en serie. La segunda unidad de monitorización de grupo 64 asociada a este grupo de unidades de condensador C5 - C8 envía datos sobre la falla de un elemento de condensador de las unidades de condensador C5 - C8 del grupo G2 al receptor de monitorización 72 por medio de una señal de radio 304. Para este propósito, la segunda unidad de monitorización de grupo 64 presenta un emisor de radio (unidad de transmisión inalámbrica); el receptor de monitorización 72 presenta un receptor de radio. Alternativa o adicionalmente, los datos también pueden transmitirse desde la segunda unidad de monitorización de grupo 64 al receptor de monitorización 72 por medio de un conductor de fibra óptica 306 (o por medio de otra tecnología de transmisión de datos inalámbrica).

En cada caso un borne de una unidad de condensador tiene asociado un sensor de tensión. El segundo borne 60 de la quinta unidad de condensador C5 tiene asociado un primer sensor de tensión M5; el segundo borne 60 de la sexta unidad de condensador C6 tiene asociado un segundo sensor de tensión M6. El potencial eléctrico del segundo borne 60 de la quinta unidad de condensador C5 se puede medir por medio del primer sensor de tensión M5. El potencial eléctrico del segundo borne 60 de la sexta unidad de condensador C6 se puede medir por medio del segundo sensor de tensión M6 (que es idéntico al potencial eléctrico del primer borne 56 de la quinta unidad de condensador C5).

El punto de conexión entre la sexta unidad de condensador C6 y la séptima unidad de condensador C7 está conectado eléctricamente al segundo suelo de piso 32; este potencial eléctrico del punto de conexión también se reenvía a la unidad de monitorización de grupo 64. Este potencial eléctrico del punto de conexión sirve como potencial de referencia para la medición de tensión. Además, un tercer sensor de tensión M7 y un cuarto sensor de tensión M8 están dispuestos en los bornes de la séptima unidad de condensador C7 y la octava unidad de condensador C8. Los potenciales eléctricos en los bornes de las unidades de condensador individuales se pueden determinar por medio de estos sensores de tensión M5 - M8. Las tensiones de unidad de condensador UC5 - UC8 en cada caso correspondientes a las unidades de condensador pueden calcularse a partir de estos potenciales. La segunda unidad de monitorización de grupo 64 está conectada a los sensores de tensión M5 - M8 por medio de líneas de medición (mostradas en líneas discontinuas). Las unidades de condensador del grupo G2 están dispuestas en simetría especular con respecto al punto de conexión.

Por ejemplo, el primer sensor de tensión M5 mide la diferencia de potencial eléctrico entre el segundo borne 60 de la quinta unidad de condensador C5 y el potencial del segundo suelo de piso 32. Este valor medido Umed5 corresponde a la suma de la tensión de unidad de condensador UC5 de la quinta unidad de condensador C5 y la tensión de unidad de condensador UC6 de la sexta unidad de condensador C6:  $U_{med5} = UC5 + UC6$ . El sexto sensor de tensión M6

mide la diferencia de potencial eléctrico entre el segundo borne 60 de la sexta unidad de condensador C6 y el potencial del segundo suelo de piso 32: Umed6 - UC6. La tensión de unidad de condensador UC5 de la quinta unidad de condensador C5 se obtiene entonces de acuerdo con  $UC5 = Umed5 - Umed6$ .

5 Al determinar las tensiones de unidad de condensador de esta manera, se debe tener en cuenta el siguiente efecto:  
Si falla un elemento de condensador en la sexta unidad de condensador C6, entonces esto provoca una variación en la tensión medida directamente UC6 y en la tensión calculada UC5. Por tanto, si un elemento de condensador parece fallar simultáneamente en cada caso en la quinta unidad de condensador C5 y en la sexta unidad de condensador C6, en realidad solo hay una falla en la sexta unidad de condensador C6. Esto se puede tener en cuenta automáticamente al evaluar los datos. En principio, sin embargo, también es posible (dado el caso con una tecnología de medición de  
10 tensión más compleja) medir directamente todas las tensiones de unidad de condensador. Entonces no se produce el efecto descrito.

15 Las unidades de condensador de un grupo montadas en el piso tienen todas el mismo potencial eléctrico en sus carcasas conductoras. Esto está garantizado por el hecho de que el suelo de piso también es eléctricamente conductor. El suelo de piso puede ser de metal, por ejemplo. En particular, las tensiones se miden con referencia al potencial eléctrico del suelo de piso. Esto hace posible conectar todos los sensores de corriente o sensores de tensión de un grupo a la unidad de monitorización de grupo con relativa facilidad. Por ejemplo, las líneas de medición no necesitan estar diseñadas para diferencias de tensión particularmente grandes. La carcasa conductora garantiza un buen blindaje electromagnético de las unidades de condensador.

20 Además, un componente de desacoplamiento de energía 308 está dispuesto en el punto de conexión entre la sexta unidad de condensador C6 y la séptima unidad de condensador C7. Por medio de este componente de desacoplamiento de energía 308, se desacopla energía eléctrica del grupo G2 de las unidades de condensador C5 - C8. Esta energía eléctrica se utiliza para alimentar la segunda unidad de monitorización de grupo 64. El componente de desacoplamiento de energía 308 representa así un equipo de alimentación de energía 308 para la segunda unidad de monitorización de grupo 64. El componente de desacoplamiento de energía 308 está conectado eléctricamente  
25 con la segunda unidad de monitorización de grupo 64 a través de una línea de alimentación de energía.

El componente de desacoplamiento de energía puede ser en particular un convertidor de corriente 308. Este desacopla energía eléctrica (por ejemplo, en forma de corriente alterna) del campo magnético que se forma debido a la corriente eléctrica I que fluye a través del grupo G2 de las unidades de condensador C5 - C8.

30 La corriente alterna (corriente secundaria) desacoplada del campo magnético por medio del convertidor de corriente se rectifica de la forma habitual por medio de un rectificador. La tensión continua se estabiliza y adicionalmente puede estar previsto un dispositivo para reducir los picos de tensión, por ejemplo, un descargador de sobrecorriente.

35 En el caso del circuito en serie de unidades de condensador que se muestra en la figura 3, la corriente eléctrica I que fluye a través de este circuito en serie es la misma para todas las unidades de condensador. Por lo tanto, se determinan y evalúan las tensiones de unidad de condensador UC5 - UC8 que se producen a través de las unidades de condensador para identificar una falla de un elemento de condensador.

40 La representación de la figura 3 no debe entenderse de tal manera que los sensores de tensión M5 a M8 sean necesariamente sensores de tensión suspendidos libremente, cada uno de los cuales representa un dispositivo separado. Más bien, por lo que respecta a los costes de aislamiento de un sensor de tensión, es ventajoso que el sensor de tensión esté integrado en la unidad de condensador respectiva. Por lo tanto, el sensor de tensión se puede integrar en la carcasa de la unidad de condensador respectiva.

45 La figura 4 muestra otro ejemplo de realización de un grupo de unidades de condensador C1 - C4, estando estas unidades de condensador C1 - C4 conectadas eléctricamente en paralelo. Por lo tanto, en cada caso la misma tensión de unidad de condensador UC está presente en las cuatro unidades de condensador C1 - C4. Sin embargo, la corriente eléctrica I1 - I4 que fluye a través de las unidades de condensador eléctricas puede variar en cada caso en magnitud. Por lo tanto, la corriente I1 - I4 que fluye en cada caso a través de las unidades de condensador se mide por medio de sensores de corriente M1 - M4. Los valores de corriente medidos correspondientes se transmiten a la unidad de monitorización de grupo 52 asociada y se evalúan allí. A este respecto, los sensores de corriente M1 - M4 no necesariamente tienen que estar dispuestos en el punto indicado en la figura 4. En particular, tiene sentido desde el punto de vista del aislamiento que los sensores de corriente M1 - M4 (convertidores de corriente M1 - M4) estén  
50 dispuestos cerca del potencial eléctrico del suelo de piso 16. Por ejemplo, los sensores de corriente M1 - M4 pueden estar dispuestos ventajosamente en aquellos bornes de las unidades de condensador orientados hacia el primer suelo de piso 16. Estos bornes están marcados en la figura 4 con un círculo doble.

55 La figura 5 muestra con más detalle el diseño de la medición de corriente por medio de los sensores de corriente M1 - M4. El primer sensor de corriente M1 está configurado como primer convertidor de corriente 504. Una primera resistencia 508 está conectada en paralelo con el primer sensor de corriente M1 (más precisamente en paralelo con

5 el devanado secundario del primer sensor de corriente M1). Asimismo, el segundo sensor de corriente M2 está diseñado como un segundo convertidor de corriente 512 con una resistencia 516 conectada en paralelo. Del mismo modo, el tercer sensor de corriente M3 está configurado como un tercer convertidor de corriente 520 con una tercera resistencia 524 conectada en paralelo, y el cuarto sensor de corriente M4 está configurado como un cuarto convertidor de corriente 528 con una cuarta resistencia 532 conectada en paralelo. Las resistencias 508, 516, 524 y 532 también pueden denominarse resistencias de medición o resistencias de derivación.

10 Los devanados secundarios de los convertidores de corriente 504, 512, 520 y 528 están conectados eléctricamente en serie, estando conectado el circuito en serie formando un lazo cerrado. Como resultado, fluye una corriente media lav a través de los devanados secundarios de los cuatro convertidores de corriente 504, 512, 520 y 528, que es esencialmente proporcional a la corriente media que fluye a través de las cuatro unidades de condensador C1 - C4. Si la corriente que fluye a través de una unidad de condensador difiere de la corriente media que fluye a través de las unidades de condensador lav (por ejemplo, porque ha fallado un elemento de condensador en esa unidad de condensador), entonces la fracción de la corriente que fluye en la malla, correspondiente a esta corriente diferente, fluye a través de la resistencia (conectada en paralelo al convertidor de corriente asociado a esta unidad de condensador) y genera una señal de tensión en esta resistencia. Esta señal de tensión es proporcional a la diferencia de corriente ΔIn entre la corriente In que fluye a través de la unidad de condensador correspondiente y la corriente promedio lav que fluye a través de las unidades de condensador C1 - C4 (corriente promedio lav). De esta forma, la diferencia de corriente ΔI1, ΔI2, ΔI3 o ΔI4 se determina en cada caso de forma análoga para las cuatro unidades de condensador C1 - C4 del grupo por medio del circuito mostrado en la figura 5. Esta es la diferencia de corriente entre la corriente I1, I2, I3 o I4 que fluye a través de la unidad de condensador respectiva y la corriente promedio lav que fluye a través de las unidades de condensador.

Para la corriente promedio lav que fluye a través de las unidades de condensador se aplica:

$$I_{av} = \frac{1}{x} \sum_{n=1}^x I_n$$

en donde x es el número de unidades de condensador del grupo. En este caso se aplica

25 
$$I_{av} = \frac{I_1 + I_2 + I_3 + I_4}{4}$$

30 Las diferencias de corriente ΔIn se determinan así ventajosamente por que los devanados secundarios de los convertidores de corriente están dispuestos en una malla común, de modo que la misma corriente fluye a través de todos los devanados secundarios. Esto hace que sea particularmente fácil determinar las diferencias de corriente ΔIn. Pero, por supuesto, también es posible otra forma de determinar las diferencias de corriente ΔIn, por ejemplo, midiendo las corrientes I1, I2, I3 e I4 que fluyen en cada caso a través de las unidades de condensador y luego calculando las diferencias de corriente ΔIn.

Los valores medidos de estas diferencias de corriente ΔIn se transmiten a la primera unidad de monitorización de grupo 52 y se procesan adicionalmente allí. Para ello, se determina un valor medio Δlav de estas diferencias de corriente ΔI1, ΔI2, ΔI3 y ΔI4:

35 
$$\Delta I_{av} = \frac{1}{x} \sum_{n=1}^x \Delta I_n$$

en donde x es el número de unidades de condensador del grupo.

En este caso se aplica

$$\Delta I_{av} = \frac{\Delta I_1 + \Delta I_2 + \Delta I_3 + \Delta I_4}{4}$$

40 Entonces, para cada unidad de condensador, se calcula en cada caso la relación entre la diferencia de corriente ΔIn y el valor medio Δlav. La variación en esta relación a lo largo del tiempo se monitoriza para determinar si la variación a lo largo del tiempo excede un primer umbral predeterminado:

$$\frac{d\left(\frac{\Delta I_n}{\Delta I_{av}}\right)}{dt} > SW1$$

5 Si esta variación de la relación a lo largo del tiempo excede el primer valor umbral SW1 predeterminado, entonces se identifica que hay un elemento de condensador defectuoso en la unidad de condensador Cn respectiva. La primera unidad de monitorización de grupo 52 luego envía datos que contienen información sobre la correspondiente unidad de condensador Cn al receptor de monitorización 72.

10 A este respecto, es particularmente ventajoso que la relación  $\frac{\Delta I_n}{\Delta I_{av}}$  se monitorice para detectar la aparición de una variación en el tiempo que exceda el primer valor umbral SW1 (es decir, la aparición de una gran variación en el tiempo). Utilizando esta relación, las diferencias de corriente  $\Delta I_n$  se relacionan con el valor medio  $\Delta I_{av}$  de las diferencias de corriente de todas las unidades de condensador del grupo. Como resultado, incluso una pequeña diferencia de corriente en la corriente que fluye a través de una unidad de condensador dará como resultado una variación significativa de la relación  $\frac{\Delta I_n}{\Delta I_{av}}$ . Esta variación de la relación  $\frac{\Delta I_n}{\Delta I_{av}}$  es, a este respecto, tan grande que se diferencia claramente del ruido o de señales de interferencia acopladas. De este modo es posible una identificación segura y fiable de la falla de un elemento de condensador individual.

15 En el caso de un circuito en serie de unidades de condensador en un grupo, la identificación de un elemento de condensador defectuoso tiene lugar de la siguiente manera:  
En una primera etapa, se determinan las tensiones de unidad de condensador UC1, UC2, UC3 y UC4 que se producen en cada caso a través de las unidades de condensador. Como se ha descrito anteriormente en relación con la figura 3, esto se hace midiendo los potenciales eléctricos que se producen en los bornes de las unidades de condensador en relación con el potencial eléctrico del suelo de piso (bastidor).

20 La tensión de unidad de condensador promedio UCav de las unidades de condensador del circuito en serie se determina entonces de acuerdo con

$$UC_{av} = \frac{1}{x} \sum_{n=1}^x UC_n$$

en donde x es el número de unidades de condensador del grupo.

En este caso se aplica

25 
$$UC_{av} = \frac{UC1 + UC2 + UC3 + UC4}{4}$$

Después, para todas las tensiones de unidad de condensador, se determina en cada caso la diferencia de tensión  $\Delta UC_n$  entre la tensión de unidad de condensador UCn respectiva y la tensión de unidad de condensador promedio UCav de las unidades de condensador del circuito en serie, de acuerdo con

$$\Delta UC_n = UC_n - UC_{av}$$

30 En la siguiente etapa, se determina un valor medio  $\Delta U_{av}$  de estas diferencias de tensión  $\Delta UC_n$  de acuerdo con

$$\Delta U_{av} = \frac{1}{x} \sum_{n=1}^x \Delta UC_n$$

en donde x es el número de unidades de condensador del grupo.

En este caso se aplica

$$\Delta U_{av} = \frac{\Delta UC1 + \Delta UC2 + \Delta UC3 + \Delta UC4}{4}$$

35 Después, para las unidades de condensador, se calcula en cada caso la relación entre la diferencia de tensión  $\Delta UC_n$

respectiva y el valor medio  $\Delta U_{av}$ . Esta relación  $\Delta UC_n/\Delta U_{av}$  se monitoriza para determinar si la variación de la relación a lo largo del tiempo supera un segundo umbral predeterminado:

$$\frac{d\left(\frac{\Delta UC_n}{\Delta U_{av}}\right)}{dt} > SW2$$

5 Si la variación de la relación  $\Delta UC_n/\Delta U_{av}$  a lo largo del tiempo supera el segundo valor de umbral predeterminado SW2, entonces se identifica la aparición de un elemento de condensador defectuoso en la respectiva unidad de condensador Cn y se transmiten datos correspondientes desde la unidad de monitorización de grupo, perteneciente al grupo, al receptor de monitorización 72.

10 En el caso del circuito en serio de unidades de condensador, se determinan por tanto las tensiones de unidad de condensador que se producen a través de las unidades de condensador individuales y las diferencias de tensión entre las tensiones de unidades de condensador. Si bien la variación de la tensión de unidad de condensador debido a la falla de un elemento de condensador individual es muy pequeña, al observar las diferencias de tensión y calcular la relación, se producen, sin embargo, variaciones significativas en dicha relación a lo largo del tiempo y pueden identificarse con seguridad.

15 El procedimiento se lleva a cabo de manera continua para asegurar una monitorización continua de las unidades de condensador del grupo.

20 La figura 6 muestra otro ejemplo del procedimiento y la disposición para monitorizar una batería de condensadores. A este respecto, un grupo presenta solo dos unidades de condensador C1 y C2. La primera corriente I1 fluye a través de la primera unidad de condensador C1; la segunda corriente I2 fluye a través de la segunda unidad de condensador C2. Como primera etapa, se determina la diferencia de corriente  $\Delta I$  entre la primera corriente I1 y la segunda corriente I2:  $\Delta I = I1 - I2$ .

25 A continuación se supone que falla un elemento de condensador protegido. Si falla un elemento de condensador protegido en la segunda unidad de condensador C2 (por ejemplo, debido a una interrupción en el fusible conectado en serie), entonces la corriente I2 disminuye repentinamente:  $I2' < I2$ . Sin embargo, dependiendo del número y conexión de los elementos de condensador en la segunda unidad de condensador C2, la corriente I2 varía solo en un pequeño porcentaje, por ejemplo  $I2'=0,98 I2$ . Ahora la diferencia de corriente se calcula de nuevo:  $\Delta I' = I1 - I2' > \Delta I$ . En general, se aplica lo siguiente: Si  $\Delta I'$  es mayor que  $\Delta I$ , entonces un elemento de condensador ha fallado en la segunda unidad de condensador C2. Si  $\Delta I'$  es menor que  $\Delta I$ , entonces ha fallado un elemento de condensador en la primera unidad de condensador C1. En este ejemplo, con solo dos unidades de condensador con fusibles de elemento de condensador internos, el procedimiento se simplifica significativamente en comparación con el procedimiento general que se muestra arriba con más de 2 unidades de condensador. Por lo general, el número de unidades de condensador por grupo es mayor que 2.

35 Para los elementos de condensador no protegidos, la variación en la capacitancia y la corriente en la unidad de condensador es exactamente lo contrario: Un elemento de condensador no protegido defectuoso provoca un cortocircuito en todos los elementos de condensador conectados en paralelo y, como resultado, aumenta la capacitancia efectiva y la corriente de la unidad de condensador. La variación en la corriente de la unidad de condensador es mucho mayor y más fácil de detectar que con la unidad de condensador protegida internamente.

40 Tanto en el caso de elementos de condensador no protegidos como en el caso de elementos de condensador protegidos, la localización/identificación exacta de la unidad de condensador defectuosa es de gran interés para que, por ejemplo, en el caso de una acumulación de cortocircuitos/fallas dentro de una unidad de condensador, la batería de condensadores se pueda poner fuera de servicio a tiempo.

45 La figura 7 muestra otro ejemplo de realización con el segundo grupo G2 de las unidades de condensador C5 - C8. La tensión presente en cada una de estas unidades de condensador se determina usando una señal de corriente I5 a I8; la tensión aplicada se convierte en una señal de corriente I5 a I8. Para este propósito, en cada unidad de condensador, en cada caso un borne se dota de una primera resistencia eléctrica 710. Por ejemplo, un borne de la unidad de condensador C8 se dota de una de las primeras resistencias eléctricas 710. La señal de corriente I8 fluye a través de esta primera resistencia eléctrica 710 a través de una ruta de corriente fuera de la unidad de condensador C8 y llega a una segunda resistencia 712. Para este propósito, está previsto un aislador de baja tensión en la carcasa de la unidad de condensador. La tensión U8' que cae en la segunda resistencia 712 debido a la señal de corriente I8 es proporcional a la tensión U8 que se produce en el borne de la unidad de condensador. Esta tensión U8' se alimenta a la segunda unidad de monitorización de grupo 64 y se evalúa allí. A este respecto, la relación entre la primera resistencia 710 y la segunda resistencia 712 se elige ventajosamente de manera que la tensión U8' sea mucho menor que la tensión U8. Por ejemplo, la tensión U8' puede ser del orden de aproximadamente 10 V, mientras que la tensión U8 es de unos pocos kV (por ejemplo, 20 kV). Ventajosamente, la transmisión de las señales de corriente a la segunda

resistencia 712 (dispuesta en la entrada de la unidad de monitorización de grupo) es menos sensible al ruido eléctrico en comparación con el uso de una señal de tensión. Por lo tanto, las unidades de condensador está dotadas en cada caso de una ruta de corriente que sale de la unidad de condensador respectiva y está configurada para conducir la señal de corriente I8, I7, I6 o I5 fuera de la unidad de condensador respectiva. Una tensión  $U_g$ , que es proporcional a la tensión promedio presente en las unidades de condensador, puede derivarse opcionalmente en una resistencia 714 que combina las señales de corriente individuales.

La figura 8 muestra a modo de ejemplo otra posibilidad de determinar la tensión presente en una unidad de condensador, tomando como ejemplo la unidad de condensador C8. De manera similar a la figura 7, en cada caso una señal de corriente I7 e I8 es conducida desde la unidad de condensador C8 a través de una ruta de corriente respectiva en los bornes de la unidad de condensador C8. Estas señales de corriente I7, I8 se conducen a un puente de medición de tensión. En el ejemplo de realización, el puente de medición de tensión presenta cuatro resistencias 812 y una resistencia 830. El puente de medición de tensión forma un circuito H. La resistencia 830 (resistencia de derivación 830, resistencia de medición 830) forma una rama de derivación del puente de medición. Se puede derivar una tensión  $\Delta U$  en la resistencia 830, que es proporcional a la tensión presente a través de la unidad de condensador C8. Esto supone que las resistencias 810 y 810' son iguales, por ejemplo, de 200 megaohmios en cada caso.

Opcionalmente, sin embargo, las resistencias 810 y 810' también pueden adaptarse en cada caso a los valores de tensión  $U_8$  y  $U_7$  en los bornes de la unidad de condensador C8, de modo que las corrientes I8 e I7 sean aproximadamente iguales. La tensión  $\Delta U$  es esencialmente igual a cero cuando la tensión a través de la unidad de condensador C8 es igual a la tensión a través de la unidad de condensador C7 adyacente. En este caso, se producirá una tensión en la resistencia de derivación solo cuando varíe la tensión a través de la unidad de condensador C8 o la tensión a través de la unidad de condensador C7 (debido a una falla en un elemento de condensador).

Con pequeñas variaciones de tensión en una unidad de condensador, la tensión en la resistencia de derivación, por lo tanto, mostrará una gran variación.

El puente de medición representa un circuito de resistencia para la medición de tensión. La magnitud absoluta de las tensiones  $U_7$  y  $U_8$  está enmascarada ventajosamente por el puente de medición y las variaciones en las tensiones  $U_7$  o  $U_8$  se amplifican notablemente y, por lo tanto, pueden medirse fácilmente. Las ventajas especificadas para el circuito en paralelo de unidades de condensador (en particular, la independencia de la corriente de funcionamiento respectiva de la batería de condensadores mediante el cálculo de la relación con respecto al valor medio y la compensación a largo plazo de fluctuaciones (por ejemplo, condicionadas por la temperatura) en la unidad de monitorización de grupo) también se aplican en este caso.

La figura 9 muestra otro ejemplo de realización para la determinación de las tensiones presentes en las unidades de condensador, utilizando el ejemplo de las cuatro unidades de condensador C5 a C8 conectadas eléctricamente en serie. Estas unidades de condensador están conectadas a una pluralidad de puentes de medición, estando dispuestos estos puentes de medición en una red. En las resistencias 830 se puede derivar en cada caso una tensión  $\Delta U$ , que varía mucho tan pronto como se produce una falla en una unidad de condensador. La unión del punto de conexión entre las unidades de condensador C6 y C7 al potencial del bastidor  $U_r$  (potencial eléctrico  $U_r$  del suelo de piso 32) es opcional. En particular, si no hay unión, la corriente  $I_r$  es relevante para la medición.

Se ha descrito una disposición con una batería de condensadores y con varias unidades de monitorización de grupo, así como un procedimiento para monitorizar la batería de condensadores en busca de la falla en los elementos de condensador.

La unidad de monitorización de grupo también puede denominarse nodo sensor, ya que la unidad de monitorización de grupo está conectada con los sensores de corriente o tensión dispuestos en las unidades de condensador individuales y registra y procesa adicionalmente los valores de medición de corriente o tensión que se originan a partir de estos.

En el ejemplo de realización, la unidad de monitorización de grupo presenta una unidad de adquisición de valores de medición, una unidad de procesamiento (unidad de procesamiento de valores de medición, circuito lógico) y una unidad de transmisión inalámbrica (emisor de radio). Cada señal de corriente o tensión medida se transmite a la unidad de adquisición de valores de medición. Las señales de corriente o tensión de todas las unidades de condensador del grupo se transmiten a la unidad de monitorización de grupo asociada a este grupo y se procesan posteriormente allí. El procesamiento posterior de los valores de medición tiene lugar en la unidad de procesamiento. En esta unidad de procesamiento, se calculan los valores medios, se calculan las relaciones y se monitorizan las variaciones de las proporciones a lo largo del tiempo. Mediante una variación repentina de una relación (debido a una corriente que disminuye repentinamente a través de una unidad de condensador) se identifica que un elemento de condensador de la unidad de condensador ha fallado. La unidad de transmisión inalámbrica envía entonces el resultado de la unidad de procesamiento al receptor de monitorización que está al potencial de tierra. La transmisión inalámbrica de datos evita problemas causados por diferencias de potencial entre la unidad de monitorización de grupo y el receptor de monitorización.

Si un elemento de condensador sin fusible se cortocircuita debido a una falla, todos los elementos de condensador conectados en paralelo con este elemento de condensador se cortocircuitan al mismo tiempo, de modo que la corriente a través de la unidad de condensador respectiva aumenta bruscamente. Tales fallas de unidades de condensador sin fusible pueden detectarse, por lo tanto, aún más fácilmente por medio del procedimiento y la disposición.

5 Se han descrito un procedimiento y una disposición en los que se determinan y evalúan diferencias de tensión o diferencias de corriente. Las diferencias de tensión y/o corriente se pueden determinar de forma analógica mediante un circuito de medición cableado. Las diferencias de tensión o las diferencias de corriente se evalúan en una unidad de monitorización de grupo que está asociada al grupo respectivo de unidades de condensador. Si se detecta una  
10 variación rápida a lo largo del tiempo en las relaciones de corriente o tensión determinadas, entonces se identifica que un elemento de condensador ha fallado en la unidad de condensador respectiva. En este caso, se transmiten datos con información acerca de las unidades de condensador afectadas desde la unidad de monitorización de grupo (por ejemplo, mediante señal de radio o conductor de fibra óptica) a un receptor de monitorización dispuesto al potencial de tierra.

15 El procedimiento descrito evalúa diferencias de corriente cuando las unidades de condensador están conectadas en paralelo y diferencias de tensión cuando las unidades de condensador están conectadas en serie. En cada caso se calcula la relación entre una diferencia de corriente y el valor medio de las diferencias de corriente o la relación de una diferencia de tensión y el valor medio de las diferencias de tensión. Como resultado, el valor absoluto de la corriente o la tensión se vuelve irrelevante y la precisión de la medición aumenta significativamente.

20 La probabilidad de que fallen al mismo tiempo elementos de condensador en varias unidades de condensador de un grupo y de que, como resultado, no surjan diferencias características de tensión o corriente, es muy baja y puede despreciarse. Variaciones lentas de la relación determinada (es decir, aquellas que son más pequeñas que el primer valor umbral o el segundo valor umbral) también pueden producirse sin que falle un elemento de condensador, por ejemplo, debido a una variación lenta de la temperatura debido a la radiación solar o a un calentamiento térmico de la  
25 batería de condensadores. Debido a tales variaciones lentas de la relación a lo largo del tiempo, no se detecta la falla de un elemento de condensador. Tales variaciones lentas pueden ser compensadas por el circuito de evaluación.

El procedimiento descrito y la disposición descrita presentan una serie de ventajas:

- No es necesario tomar medidas en cada elemento de condensador individual de una unidad de condensador (es decir, medidas dentro de la carcasa de una unidad de condensador). Por lo tanto, no es necesario determinar las corrientes individuales que fluyen a través de los elementos de condensador (o las tensiones individuales que se producen en los elementos de condensador). Se evitan así mediciones complejas y, por tanto, caras. Es decir,  
30 basta con que las corrientes o tensiones de las unidades de condensador se determinen fuera de las unidades de condensador (en los bornes de las unidades de condensador). Las corrientes o tensiones se miden preferentemente con referencia al potencial eléctrico de los pisos individuales de la batería de condensadores (potencial del bastidor).
- No se requieren mediciones de alta precisión costosas, porque, debido al cálculo de la relación entre la diferencia de corriente o tensión y el valor medio, en caso de falla de incluso un solo elemento de condensador, se produce una variación relativamente grande en la relación a lo largo del tiempo. Las unidades de monitorización de grupo y los sensores de corriente y tensión pueden por tanto implementarse de una manera relativamente sencilla y robusta. Esto es particularmente ventajoso porque las unidades de monitorización de grupo y los sensores de corriente y tensión están dispuestos al nivel de alta tensión en los pisos individuales de la batería de condensadores.  
40

En particular en el caso de unidades de condensador conectadas en paralelo, que presentan elementos de condensador con fusible, sería muy difícil detectar una falla de un solo elemento de condensador midiendo la corriente, la tensión o la capacitancia. Por lo tanto, en el procedimiento descrito, se determinan las diferencias de corriente entre  
45 las corrientes que fluyen a través de las unidades de condensador y estas diferencias de corriente se relacionan con una diferencia de corriente media. Como resultado, el rango de medición requerido es significativamente más pequeño. En otras palabras, la falla de incluso un solo elemento de condensador conduce a una variación significativa a lo largo del tiempo de la relación entre la diferencia de corriente y el valor medio de las diferencias de corriente. Como ejemplo, la falla de un solo elemento de condensador puede hacer que la capacitancia de la unidad de condensador y, por lo tanto, la corriente que fluye a través de la unidad de condensador se reduzca ligeramente, por ejemplo, en un 1,5 %. Esta pequeña variación de corriente sería relativamente difícil de determinar metrológicamente, en particular en las duras condiciones de una instalación de alta tensión en la industria. Sin embargo, con el procedimiento descrito, una medición con mucha menos precisión (debido a la determinación de las diferencias de corriente y la relación) es suficiente para identificar la falla de un único elemento de condensador. Este efecto se puede describir como un efecto de amplificación en las mediciones. Este efecto se produce porque no se evalúan los valores absolutos de corriente y  
55 tensión, sino que se comparan los valores de diferencia en relación entre sí.

A partir de la magnitud de la variación de la relación a lo largo del tiempo, se puede identificar incluso si un elemento de condensador ha fallado o si dos o más elementos de condensador en una unidad condensador han fallado al mismo

tiempo. Sin embargo, la falla simultánea de dos o más elementos de condensador en una unidad de condensador es muy poco probable.

5 Los resultados del procedimiento descrito y de la disposición (es decir, la identificación de elementos de condensador defectuosos) se pueden verificar opcionalmente mediante comparación con los resultados de una monitorización convencional de la batería de condensadores. Esto permite comprobar la plausibilidad de los resultados.

10 A veces puede darse el caso de que, en un elemento de condensador con fusible, el fusible no se funda por completo, sino que se produzcan descargas disruptivas periódicas en el fusible parcialmente fundido. La variación periódica resultante de ello de la corriente o la tensión también puede ser identificada opcionalmente por la respectiva unidad de monitorización de grupo. También en este caso, se puede identificar así que el elemento de condensador respectivo es defectuoso.

**REIVINDICACIONES**

- 5 1. Procedimiento para monitorizar una batería de condensadores (1) que presenta una pluralidad de unidades de condensador (C1 ... C12), presentando cada unidad de condensador una pluralidad de elementos de condensador (CE1 ... CEm) eléctricos, y estando divididas las unidades de condensador (C1 ... C12) en varios grupos de unidades de condensador (C1 ... C4, C5 ... C8, C9 ... C12) y teniendo cada grupo de unidades de condensador (C1 ... C4, C5 ... C8, C9 ... C12) asociada una unidad de monitorización de grupo (52, 64, 68), en donde, en el procedimiento,
- 10 - se monitoriza cada grupo de unidades de condensador (C1 ... C4) por medio de la unidad de monitorización de grupo (52) asociada en busca de una falla de un elemento de condensador (CE1 ... CEm) en una de las unidades de condensador (C1 ... C4) del grupo, y
- en caso de que se identifique una falla de este tipo de un elemento de condensador (CE3), se transmiten datos que describen esta falla del elemento de condensador (CE3) desde la unidad de monitorización de grupo (52) a un receptor de monitorización (72).
- 15 2. Procedimiento según la reivindicación 1,  
**caracterizado por que**
- se transmiten datos sobre la unidad de condensador (C1) con el elemento de condensador (CE3) defectuoso desde la unidad de monitorización de grupo (52) al receptor de monitorización (72).
- 20 3. Procedimiento según la reivindicación 1 o 2,  
**caracterizado por que**
- los elementos de condensador dispuestos en las unidades de condensador (C1 ... C12) están eléctricamente conectados en paralelo y/o en serie.
- 25 4. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores,  
**caracterizado por que**
- las unidades de condensador (C1 ... C12) presentan en cada caso una carcasa (48), en particular una carcasa (48) metálica, que rodea todos los elementos de condensador de la respectiva unidad de condensador.
- 30 5. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores,  
**caracterizado por que**
- las unidades de condensador (C1 ... C12) de la batería de condensadores están dispuestas en al menos un circuito eléctrico en serie y/o en al menos un circuito eléctrico en paralelo.
- 35 6. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores,  
**caracterizado por que**
- las unidades de monitorización de grupo (52) están dispuestas en cada caso esencialmente al potencial eléctrico del grupo de unidades de condensador (C1 ... C4) asociado a ellas, y el receptor de monitorización (72) está dispuesto esencialmente al potencial de tierra (24).
- 40 7. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores,  
**caracterizado por que**
- las unidades de monitorización de grupo (64) son alimentadas en cada caso con energía eléctrica que se desacopla del grupo de unidades de condensador (C5 ... C8) al que está asociada la respectiva unidad de monitorización de grupo (64).
- 45 8. Procedimiento según la reivindicación 7,  
**caracterizado por que**
- la energía eléctrica se desacopla, por medio de un convertidor de corriente (308), de un campo magnético que se forma debido a la corriente eléctrica (I) que fluye a través del grupo de unidades de condensador (C5 ... C8).
9. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores,  
**caracterizado por que**

- se transmiten los datos sobre la falla del elemento de condensador (CE3) desde la unidad de monitorización de grupo (52) al receptor de monitorización (72) por medio de una señal de radio (304) y/o por medio de un conductor de fibra óptica (306).

5 10. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores,  
**caracterizado por que**

- la batería de condensadores (1) presenta varios pisos (4, 8, 12) aislados eléctricamente entre sí y en los que están dispuestos en cada caso al menos uno de los grupos de unidades de condensador (C1 ... C4) y la unidad de monitorización de grupo (52) asociada.

10 11. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores,  
**caracterizado por que**

- en el caso de unidades de condensador (C1, C2, C3, C4) de un grupo dispuestas eléctricamente en un circuito en paralelo

15 - para las unidades de condensador (C1, C2, C3, C4) del circuito en paralelo, se determina en cada caso la diferencia de corriente ( $\Delta I_n$ ) entre la corriente ( $I_n$ ) que fluye a través de esta unidad de condensador y la corriente promedio ( $I_{av}$ ) que fluye a través de las unidades de condensador,  
- se determina un valor medio ( $\Delta I_{av}$ ) de las diferencias de corriente ( $\Delta I_n$ ) de las unidades de condensador,  
- para las unidades de condensador, se calcula en cada caso la relación entre la diferencia de corriente ( $\Delta I_n$ ) y el valor medio ( $\Delta I_{av}$ ),  
- se monitoriza la variación de la relación ( $\Delta I_n/\Delta I_{av}$ ) a lo largo del tiempo, y  
20 - se identifica la aparición de un elemento de condensador (CE3) defectuoso en la unidad de condensador (C1) respectiva cuando la variación de la relación ( $\Delta I_n/\Delta I_{av}$ ) a lo largo del tiempo supera un primer valor umbral (SW1) predeterminado, y/o

25 - en el caso de unidades de condensador (C1, C2, C3, C4) de un grupo dispuestas eléctricamente en un circuito en serie  
- se determina la tensión de unidad de condensador (UC1, UC2, UC3, UC4) que se produce en cada caso a través de las unidades de condensador,  
- se determina en cada caso la diferencia de tensión ( $\Delta U_{Cn}$ ) entre las tensiones de unidad de condensador (UCn) y la tensión de unidad de condensador promedio (UCav) de las unidades de condensador en el circuito en serie,  
- se determina un valor medio ( $\Delta U_{av}$ ) de estas diferencias de tensión ( $\Delta U_{Cn}$ ),  
30 - para las unidades de condensador, se calcula la relación entre la diferencia de tensión ( $\Delta U_{Cn}$ ) respectiva y el valor medio ( $\Delta U_{av}$ ),  
- se monitoriza la variación de la relación ( $\Delta U_{Cn}/\Delta U_{av}$ ) a lo largo del tiempo, y  
- se identifica la aparición de un elemento de condensador (CE3) defectuoso en la unidad de condensador (C1) respectiva cuando la variación de la relación ( $\Delta U_{Cn}/\Delta U_{av}$ ) a lo largo del tiempo supera un segundo valor umbral (SW2) predeterminado.  
35

12. Procedimiento según la reivindicación 11,  
**caracterizado por que**

40 - la tensión eléctrica que se produce en cada caso en un borne de las unidades de condensador se determina por medio de una señal de corriente (I8, I7, I6, I5) que sale de las unidades de condensador, que es proporcional a la tensión que se produce en el borne de la unidad de condensador respectiva y que se convierte fuera de la unidad de condensador en una señal de tensión.

13. Disposición

45 - con una batería de condensadores (1) que presenta una pluralidad de unidades de condensador (C1 ... C12), presentando cada unidad de condensador una pluralidad de elementos de condensador (CE1 ... CEm) eléctricos, y estando divididas las unidades de condensador (C1 ... C12) en varios grupos de unidades de condensador (C1 ... C4, C5 ... C8, C9 ... C12), y  
- con varias unidades de monitorización de grupo (52, 64, 68), teniendo cada grupo de unidades de condensador (C1 ... C4, C5 ... C8, C9 ... C12) asociada una de las unidades de monitorización de grupo (52, 64, 68), y estando diseñada al menos una de las unidades de monitorización de grupo (52) de tal manera que monitoriza el respectivo  
50 grupo de unidades de condensador (C1 ... C4) en busca de una falla de un elemento de condensador (CE1 ... CEm) en una de las unidades de condensador (C1 ... C4) del grupo y, en caso de que se identifique una falla de este tipo de un elemento de condensador (CE3), transmite datos que describen esta falla del elemento de condensador (CE3) a un receptor de monitorización (72).

14. Disposición según la reivindicación 13,  
**caracterizada por que**
- los elementos de condensador dispuestos en las unidades de condensador (C1 ... C12) están eléctricamente conectados en paralelo y/o en serie.
- 5 15. Disposición según la reivindicación 13 o 14,  
**caracterizada por que**
- las unidades de condensador (C1 ... C12) presentan en cada caso una carcasa (48), en particular una carcasa (48) metálica, que rodea todos los elementos de condensador de la respectiva unidad de condensador.
- 10 16. Disposición según una de las reivindicaciones 13 a 15,  
**caracterizada por que**
- las unidades de condensador (C1 ... C12) de la batería de condensadores están dispuestas en al menos un circuito eléctrico en serie y/o en al menos un circuito eléctrico en paralelo.
17. Disposición según una de las reivindicaciones 13 a 16,  
**caracterizada por que**
- 15 - las unidades de monitorización de grupo (52) están dispuestas en cada caso esencialmente al potencial eléctrico del grupo de unidades de condensador (C1 ... C4) asociado a ellas, y el receptor de monitorización (72) está dispuesto esencialmente al potencial de tierra (24).
18. Disposición según una de las reivindicaciones 13 a 17,  
**caracterizada por que**
- 20 - al menos una unidad de monitorización de grupo (64) tiene asociado un equipo de alimentación de energía (308) que desacopla energía eléctrica para su alimentación a la unidad de monitorización de grupo (64) del grupo de unidades de condensador (C5 ... C8) al que está asociada la respectiva unidad de monitorización de grupo (64).
19. Disposición según la reivindicación 18,  
**caracterizada por que**
- 25 - la unidad de monitorización de grupo presenta un convertidor de corriente (308) que desacopla la energía eléctrica de un campo magnético que se forma debido a la corriente eléctrica (I) que fluye a través del grupo de unidades de condensador (C5 ... C8).
20. Disposición según una de las reivindicaciones 13 a 19,  
**caracterizada por que**
- 30 - al menos una unidad de monitorización de grupo (64) presenta una unidad de transmisión inalámbrica que transmite los datos sobre la falla del elemento de condensador (CE3) al receptor de monitorización (72) por medio de una señal de radio (304), y/o
- 35 - al menos una unidad de monitorización de grupo (64) está conectada al receptor de monitorización (72) por medio de un conductor de fibra óptica (306) para transmitir los datos sobre la falla del elemento de condensador a través del conductor de fibra óptica (306) al receptor de monitorización (72).
21. Disposición según una de las reivindicaciones 13 a 20,  
**caracterizada por que**
- 40 - la batería de condensadores (1) presenta varios pisos (4, 8, 12) aislados eléctricamente entre sí y en los que están dispuestos en cada caso al menos uno de los grupos de unidades de condensador (C1 ... C4) y la unidad de monitorización de grupo (52) asociada.
22. Disposición según una de las reivindicaciones 13 a 21,  
**caracterizada por que** al menos una unidad de monitorización de grupo (52) está diseñada de tal manera que
- en el caso de unidades de condensador (C1, C2, C3, C4) de un grupo dispuestas eléctricamente en un circuito en paralelo
- 45 - para las unidades de condensador (C1, C2, C3, C4) del circuito en paralelo, determina en cada caso la

- diferencia de corriente ( $\Delta I_n$ ) entre la corriente ( $I_n$ ) que fluye a través de esta unidad de condensador y la corriente promedio ( $I_{av}$ ) que fluye a través de las unidades de condensador,
- determina un valor medio ( $\Delta I_{av}$ ) de las diferencias de corriente ( $\Delta I_n$ ) de las unidades de condensador,
  - para las unidades de condensador, calcula en cada caso la relación entre la diferencia de corriente ( $\Delta I_n$ ) y el valor medio ( $\Delta I_{av}$ ),
  - monitoriza la variación de la relación ( $\Delta I_n/\Delta I_{av}$ ) a lo largo del tiempo, e
  - identifica la aparición de un elemento de condensador (CE3) defectuoso en la unidad de condensador (C1) respectiva cuando la variación de la relación ( $\Delta I_n/\Delta I_{av}$ ) a lo largo del tiempo supera un primer valor umbral (SW1) predeterminado, y/o
- 5
- 10 - en el caso de unidades de condensador (C1, C2, C3, C4) de un grupo dispuestas eléctricamente en un circuito en serie
- determina la tensión de unidad de condensador (UC1, UC2, UC3, UC4) que se produce en cada caso a través de las unidades de condensador,
  - determina en cada caso la diferencia de tensión ( $\Delta UC_n$ ) entre las tensiones de unidad de condensador (UC1, UC2, UC3, UC4) y la tensión de unidad de condensador promedio ( $UC_{av}$ ) de las unidades de condensador en el circuito en serie,
  - determina un valor medio ( $\Delta U_{av}$ ) de estas diferencias de tensión ( $\Delta UC_n$ ),
  - para las unidades de condensador, calcula la relación entre la diferencia de tensión ( $\Delta UC_n$ ) respectiva y el valor medio ( $\Delta U_{av}$ ),
  - monitoriza la variación de la relación ( $\Delta UC_n/\Delta U_{av}$ ) a lo largo del tiempo, e
  - identifica la aparición de un elemento de condensador (CE3) defectuoso en la unidad de condensador (C1) respectiva cuando la variación de la relación ( $\Delta UC_n/\Delta U_{av}$ ) a lo largo del tiempo supera un segundo valor umbral (SW2) predeterminado.
- 15
- 20
23. Disposición según la reivindicación 22,
- 25 **caracterizada por que**
- las unidades de condensador están provistas en cada caso de una ruta de corriente que sale de la unidad de condensador respectiva y está configurada para conducir desde la unidad de condensador respectiva una señal de corriente (I8, I7, I6, I5), que es proporcional a la tensión que se produce en un borne de la respectiva unidad de condensador.



FIG 2

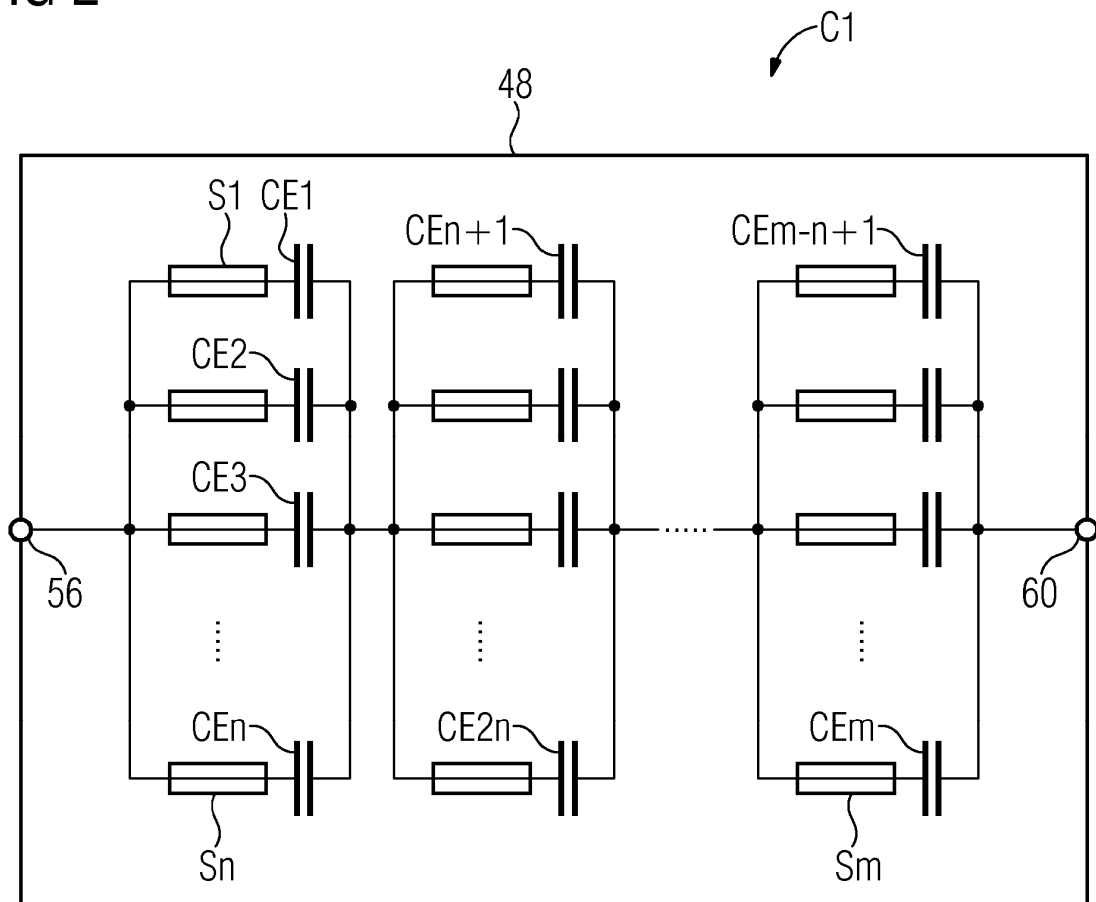


FIG 3

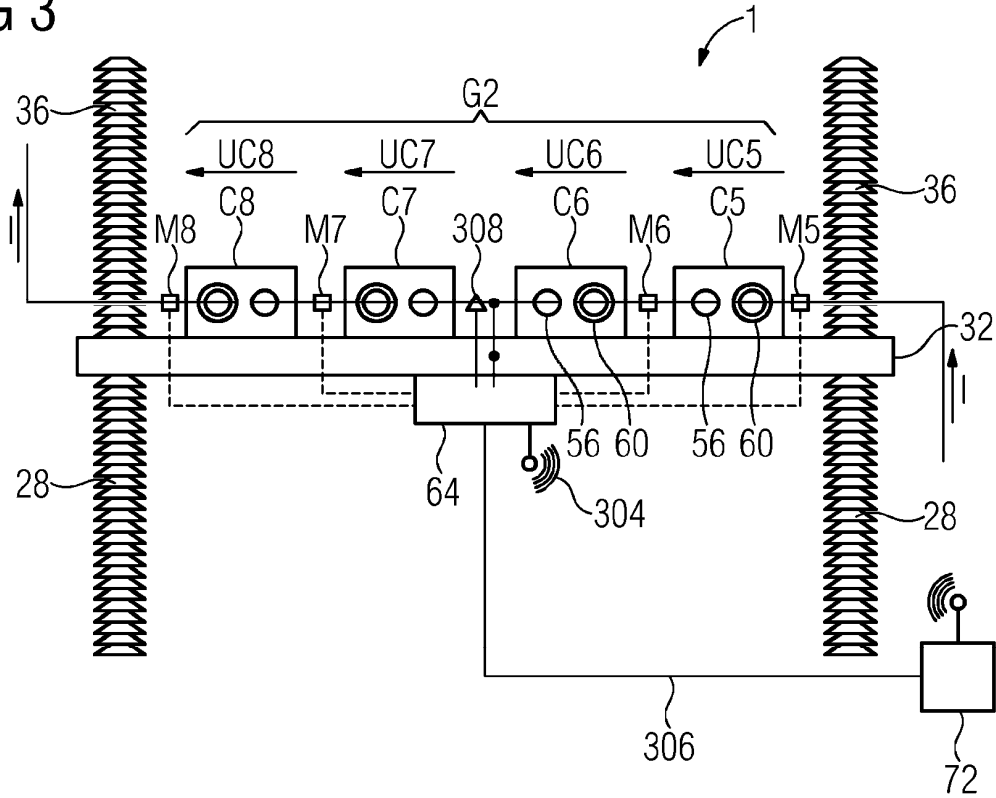


FIG 4

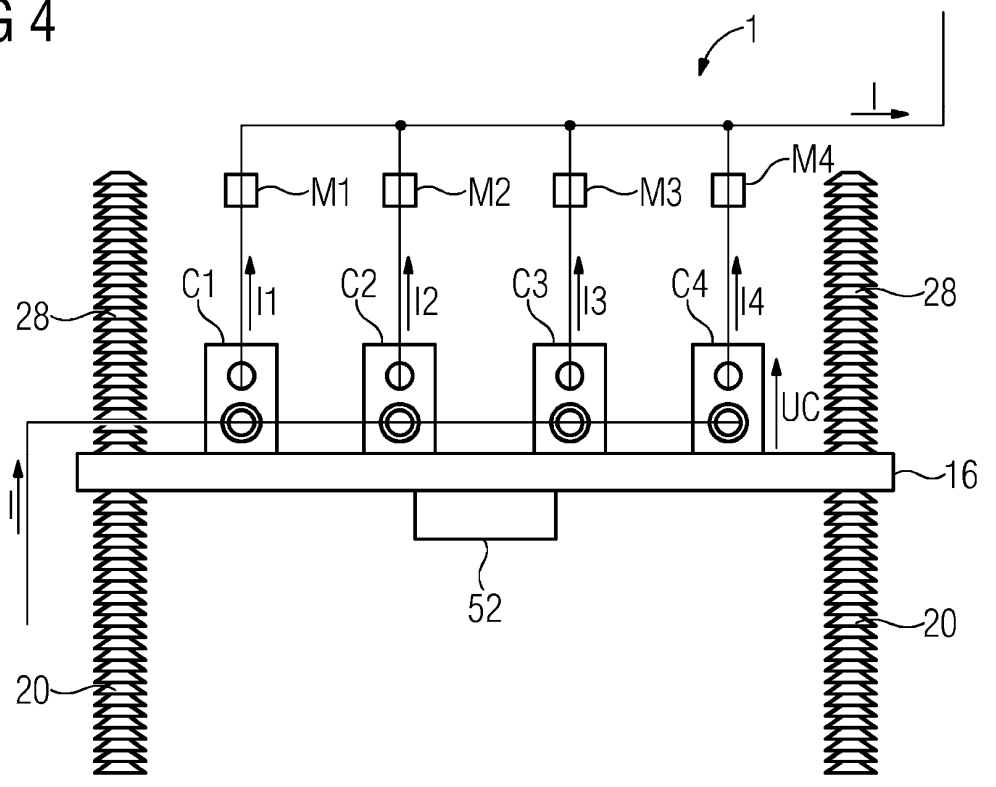
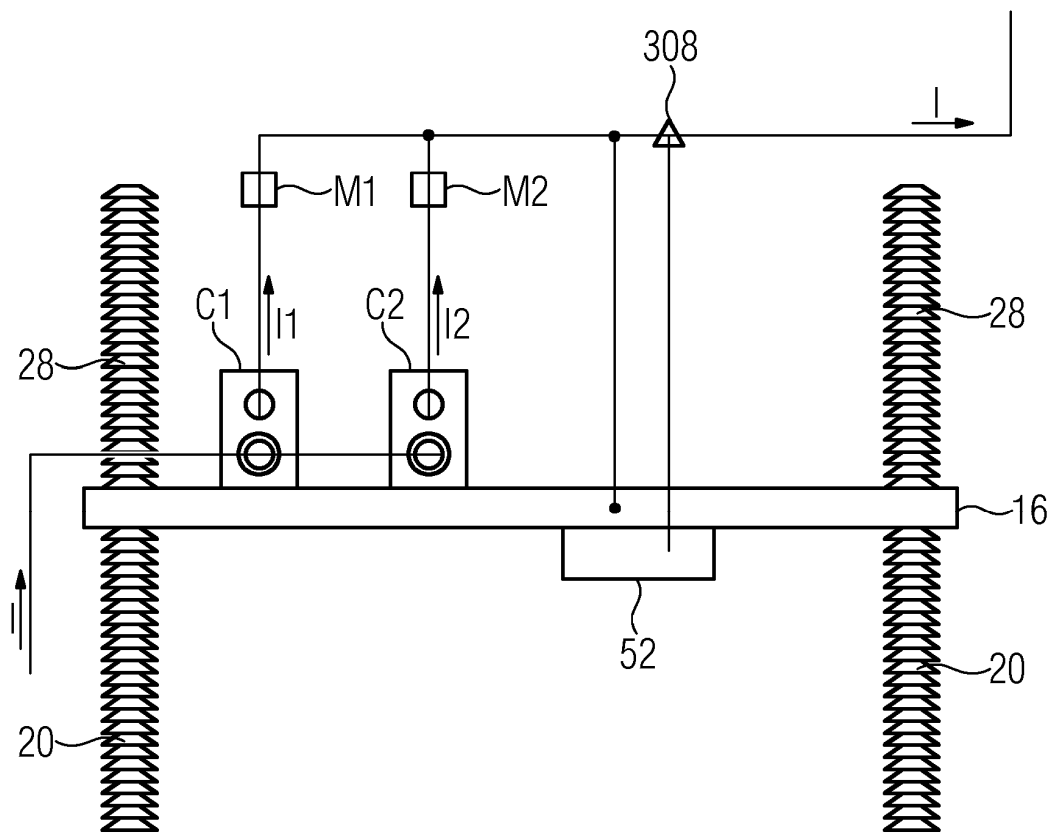




FIG 6



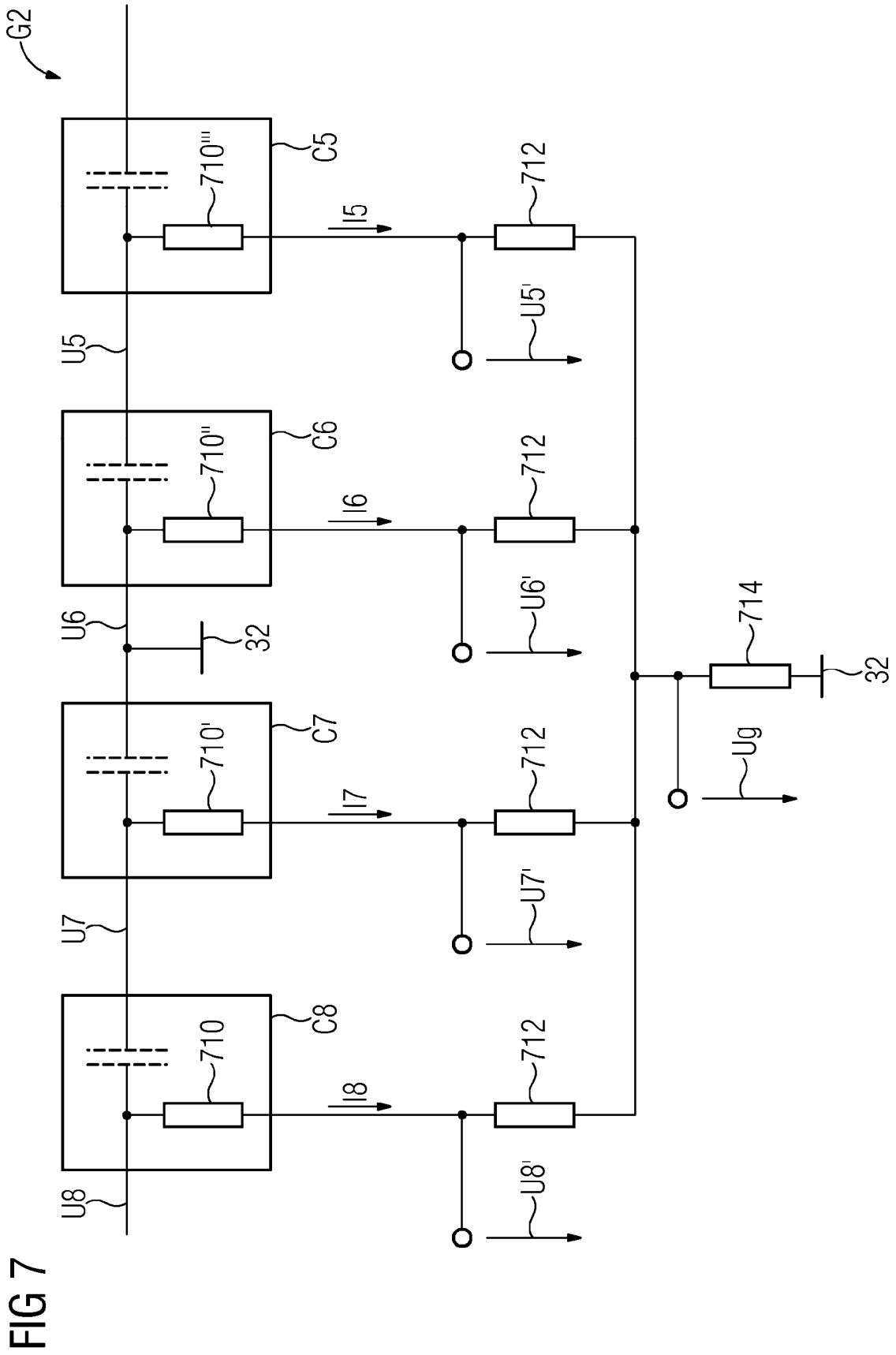


FIG 8

