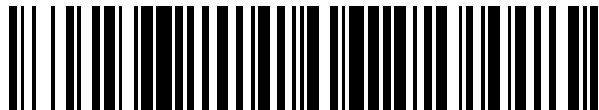


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 929 465**

51 Int. Cl.:

H01H 33/22 (2006.01)

H02B 13/02 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **18.04.2016 PCT/EP2016/058576**

87 Fecha y número de publicación internacional: **27.10.2016 WO16169896**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **18.04.2016 E 16719341 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **10.08.2022 EP 3286776**

54 Título: **Procedimiento y sistema de distribución de una mezcla**

30 Prioridad:

24.04.2015 FR 1553729

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

29.11.2022

73 Titular/es:

**DEHON S.A. (100.0%)
4 rue de la Croix-Faubin
75011 Paris, FR**

72 Inventor/es:

**MOROTE, CHRISTOPHE;
MAREE, FABIEN;
DEHON, CHRISTOPHE y
SOLER, JEAN-PAUL**

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 929 465 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 y sistema de distribución de una mezcla

Campo técnico general y estado de la técnica

5 La presente invención se refiere al campo de la distribución de una mezcla de gas, en particular, una mezcla de gas adecuada para asegurar el aislamiento eléctrico y/o extinguir un arco eléctrico en un aparato eléctrico de media o alta tensión.

10 Clásicamente, una red de distribución eléctrica comprende equipos de alta tensión (del orden de 145 kV) que pueden ser desconectados de la red mediante un dispositivo de corte eléctrico de alta tensión. Para limitar la formación de arcos eléctricos, un dispositivo de corte eléctrico comprende, de manera conocida, un recinto estanco en el que están alojados unos componentes eléctricos adecuados para permitir una desconexión eléctrica. El recinto estanco comprende además un medio gaseoso que asegura el aislamiento eléctrico y/o la extinción de los arcos eléctricos susceptibles de producirse en este recinto durante la desconexión.

15 Actualmente, el gas más utilizado en un dispositivo de corte eléctrico es el hexafluoruro de azufre (SF₆). Este gas es químicamente inerte y no tóxico para los humanos. Sin embargo, presenta un alto potencial de calentamiento global (PCG = 22800) y ha sido incluido en la lista de gases cuyas emisiones deben limitarse en el Protocolo de Kioto (1997). Más recientemente, su uso ha sido cubierto por el Reglamento (UE) nro. 517/2014 (F-Gas II). Además, se propuso reemplazar el gas SF₆ por nuevos productos químicos orgánicos más respetuosos con el medio ambiente, por ejemplo, heptafluoroisobutironitrilo.

20 En la práctica, estos nuevos productos químicos orgánicos de corte eléctrico solo pueden usarse en estado gaseoso. Para evitar una licuefacción en un dispositivo de corte eléctrico en función de su temperatura, se mezcla un producto de corte eléctrico con un "gas de dilución" tal como dióxido de carbono, nitrógeno, oxígeno, aire y sus mezclas. Esta mezcla permite formar una atmósfera de aislamiento eléctrico estable. El producto químico orgánico de corte eléctrico y el gas de dilución deben dosificarse con precisión para obtener una mezcla con las cualidades de aislamiento eléctrico deseadas.

25 Para llenar un recinto estanco de un aparato de corte eléctrico con SF₆ almacenado en un recipiente, es necesario extraer de manera continua la fase gaseosa de dicho recipiente para distribuirla en dicho recinto estanco. Este método no es aplicable a los nuevos productos químicos orgánicos de corte eléctrico.

30 En efecto, el producto de corte eléctrico y el gas de dilución no se distribuyen homogéneamente durante la extracción de la fase gaseosa del recipiente, lo que modifica la dosificación y afecta al rendimiento del aislamiento eléctrico. En la práctica, el producto de corte eléctrico está menos presente en la fase gaseosa que en la fase líquida del recipiente debido a su baja presión de vapor saturado a 20 °C (también llamada presión de vapor). Dadas las condiciones variables de distribución (temperatura entre -30 °C y +50 °C), es difícil garantizar una concentración exacta de producto de corte eléctrico y gas de dilución a la salida del recipiente (variación de al menos 8 %), lo que reduce la eficacia del producto de corte eléctrico y presenta un primer inconveniente. Además, cuando una mezcla de este tipo se extrae de un recipiente, la masa de la mezcla en fase gaseosa aprovechable es del orden del 20 al 35 30 % en peso, lo que representa un segundo inconveniente.

40 Haciendo referencia a la Figura 1, para eliminar este inconveniente, se ha propuesto en la solicitud de patente FR2995462 utilizar un circuito mezclador 100 de gas que permita controlar la relación entre el producto G1 de corte eléctrico y el gas G2 de dilución cuando se llena el recinto 10 de un aparato eléctrico 1. Para ello, el circuito mezclador 100 de gas está equipado con caudalímetros másicos de precisión para vigilar la concentración de producto de corte eléctrico inyectado. Sin mencionar el costo de tal circuito mezclador 100 de gas, esta solución es compleja de implementar porque es necesario almacenar el producto G1 de corte eléctrico y el gas G2 de dilución por separado. Además, la distribución es lenta en comparación con lo que se conoce en el estado de la técnica para la distribución de SF₆, lo que presenta otro inconveniente.

45 De manera incidental, los documentos DE2556768A1 y DE 3148258A1 se refieren a una instalación de conmutación de alta tensión llena de un gas de aislamiento. Para solucionar el problema de las variaciones de presión en la instalación, estos documentos enseñan a prever un intercambiador de calor en la instalación para controlar la temperatura del gas de aislamiento y mantener así una relación casi constante entre la presión en el interior de la instalación y la presión en el exterior.

50 Por tanto, la invención tiene como objetivo remediar estos inconvenientes proponiendo un nuevo procedimiento de distribución de una mezcla adecuada para asegurar un aislamiento eléctrico y/o cortar un arco eléctrico en un recinto de un aparato eléctrico de alta o media tensión.

Presentación general de la invención

55 Para eliminar al menos algunos de estos inconvenientes, la invención se refiere a un procedimiento para distribuir una mezcla adecuada para asegurar un aislamiento eléctrico y/o cortar un arco eléctrico en un recinto de un aparato

eléctrico de alta o media tensión, comprendiendo la mezcla al menos un producto químico orgánico de corte eléctrico y al menos un producto de dilución, almacenándose la mezcla en un recipiente, comprendiendo el procedimiento:

- una etapa de enfriamiento de dicha mezcla a una temperatura inferior a -10 °C,

5 - una etapa de vaciado del recipiente que contiene la mezcla enfriada,

- siendo la mezcla enfriada (M) líquida después del vaciado, el procedimiento comprende una etapa de evaporación de dicha mezcla (M), y luego

- una etapa de distribución de la mezcla en el recinto del aparato eléctrico de alta o media tensión.

10 Gracias a la invención, la dosificación del producto químico orgánico de corte eléctrico y del producto de dilución es exacta, dado que la mezcla se encuentra esencialmente en fase líquida cuando se vacía el recipiente. Gracias a la invención, la variación de concentración es inferior al 2 % en peso, lo que es muy ventajoso.

Además, gracias a la invención, se puede aprovechar una mayor cantidad de la mezcla. De este modo se mejora el rendimiento de la distribución. Además, las etapas de vaciado y de distribución se pueden realizar rápidamente.

15 De manera preferida, la presión de vapor saturado a 20 °C del producto de dilución es al menos 10 veces mayor que la presión de vapor saturado a 20 °C del producto químico orgánico de corte eléctrico.

Preferiblemente, la mezcla se enfría a una temperatura inferior a -20 °C para permitir una dosificación exacta durante el vaciado de la fase líquida de la mezcla.

De manera preferida, el producto químico orgánico de corte eléctrico tiene una presión de vapor saturado a 20 °C de entre 0.4 bar (400 hPa) y 5 bar (5000 hPa), preferiblemente entre 0.4 bar (400 hPa) y 4 bar (4000 hPa).

20 De nuevo preferiblemente, el producto de dilución tiene una presión de vapor saturado a 20 °C de entre 50 bar (50 000 hPa) y 70 bar (70 000 hPa).

Según un aspecto preferido, la mezcla comprende una concentración en peso de producto químico orgánico de corte eléctrico de entre el 10 % y el 80 %.

25 Preferiblemente, el producto químico orgánico de corte eléctrico tiene un potencial de calentamiento global, más conocido por los expertos en la técnica por sus siglas PCG, de menos de 2500. El potencial de calentamiento global PCG de un producto químico orgánico se define en el 4º informe del grupo intergubernamental de expertos en cambio climático y se ha vuelto a incluir, entre otros, en el último reglamento de la Unión Europea REGLAMENTO (UE) N°517/2014 DEL PARLAMENTO EUROPEO Y DEL CONSEJO del 16 de abril de 2014, pero también lo proporcionan los productores de dichos productos químicos orgánicos.

30 Preferiblemente, el producto químico orgánico de corte eléctrico se selecciona entre heptafluoroisobutironitrilo (C₄F₇N), tetrafluoropropeno (C₃F₄H₂) o una mezcla de decafluoro-2,metilbutan-3,ona (C₅F₁₀O). Estos productos químicos orgánicos son más respetuosos con el medio ambiente que el gas SF₆, lo cual es beneficioso.

35 Preferiblemente, el producto de dilución es dióxido de carbono, que es un gas licuado cuando está almacenado bajo presión, por ejemplo, en un recipiente. Un producto de este tipo permite ventajosamente estabilizar un producto de corte eléctrico.

Siendo la mezcla enfriada líquida tras el vaciado, el procedimiento comprende una etapa de evaporación de dicha mezcla antes de su distribución en el recinto del aparato eléctrico de alta o media tensión. La dosificación de la fase líquida de la mezcla es exacta y asegura una distribución óptima del gas en el recinto. En efecto, no se acepta que la mezcla comprenda una fase líquida en el recinto.

40 La invención también se refiere a un sistema para distribuir una mezcla adecuada para asegurar un aislamiento eléctrico y/o cortar un arco eléctrico en un recinto de un aparato eléctrico de alta o media tensión, comprendiendo la mezcla al menos un producto químico orgánico de corte eléctrico y al menos un producto de dilución, comprendiendo el sistema al menos un recipiente en el que se almacena la mezcla, medios para enfriar dicho recipiente a una temperatura inferior a -10 °C y un circuito de conexión fluidica del recipiente a dicho recinto, comprendiendo el circuito de conexión fluidica medios para evaporar dicha mezcla.

45 La invención también se refiere a un carro móvil que comprende un sistema de distribución tal como el presentado anteriormente. Preferiblemente, el carro comprende medios de extracción de vacío para crear un vacío en el recinto estanco antes de la distribución.

Presentación de las figuras

La invención se comprenderá mejor con la lectura de la siguiente descripción, dada únicamente a título de ejemplo, y con referencia a los dibujos adjuntos, en los que:

- la Figura 1 es una representación esquemática de un procedimiento de distribución con un circuito mezclador; y
- 5 - la Figura 2 es una representación esquemática de un sistema de distribución según la invención.

Cabe señalar que las figuras exponen la invención en detalle para implementarla, pudiendo dichas figuras por supuesto utilizarse para definir mejor la invención llegado el caso.

Descripción de uno o varios modos de realización y de implementación

10 A continuación se presentará la invención para la distribución de una mezcla adecuada para asegurar un aislamiento eléctrico y/o cortar un arco eléctrico en un recinto de un aparato eléctrico de alta o media tensión.

Por "media tensión" se entiende una tensión superior a 1000 voltios de corriente alterna y 1500 voltios de corriente continua, pero que no supera los 52 000 voltios de corriente alterna y los 75 000 voltios de corriente continua. De manera similar, se entiende por "alta tensión" una tensión que supera los 52 000 voltios de corriente alterna y los 75 000 voltios de corriente continua.

15 En este ejemplo, el aparato eléctrico es un transformador eléctrico con aislamiento gaseoso, como, por ejemplo, un transformador de alimentación o un transformador de medida, o un aparato eléctrico de conexión/desconexión (también conocido con la designación de aparato de corte) que está conectado a la red eléctrica. Haciendo referencia a la Figura 2, el aparato eléctrico 1 comprende un recinto estanco 10 en el que se alojan unos componentes eléctricos (no representados) adecuados para permitir una desconexión eléctrica. El recinto estanco 20 10 está vacío y debe llenarse con una mezcla M para asegurar un aislamiento eléctrico y/o cortar un arco eléctrico. Tal aparato eléctrico 1 es conocido por los expertos en la técnica y no se presentará con más detalle.

Según la invención, con referencia a la Figura 2, la mezcla M comprende al menos un producto químico orgánico G1 de corte eléctrico y al menos un producto G2 de dilución. La presión de vapor saturado de los productos G1, G2 a 25 20 °C es diferente, como se presentará posteriormente. En particular, la presión de vapor saturado del producto G2 de dilución es al menos 10 veces mayor que la presión de vapor saturado del producto químico orgánico G1 de corte eléctrico, preferiblemente al menos 40 veces.

De manera preferida, el producto químico orgánico G1 de corte eléctrico es un gas respetuoso con el medio ambiente. Preferiblemente, el producto químico orgánico G1 de corte eléctrico tiene una presión de vapor saturado a 30 20 °C de entre 0.4 bar (400 hPa) y 5 bar (5000 hPa). A modo de ejemplo, el producto G1 de corte eléctrico se selecciona entre heptafluoroisobutironitrilo (C_4F_7N), tetrafluoropropeno ($C_3F_4H_2$) o una mezcla de decafluoro-2,metilbutan-3,ona ($C_5F_{10}O$).

El producto G2 de dilución permite estabilizar el producto G1 de corte eléctrico. Preferiblemente, el producto G2 de dilución es dióxido de carbono y tiene una presión de vapor saturado a 35 20 °C del orden de 58 bar (58 000 hPa). El dióxido de carbono G2 permite formar una mezcla de aislamiento eléctrico estable cuando se mezcla con el producto G1 de corte eléctrico.

Preferiblemente, la mezcla M comprende una concentración en peso de producto G1 de corte eléctrico comprendida entre el 10 % y el 80 %.

Clásicamente, después de su producción, el producto G1 de corte eléctrico y el producto G2 de dilución se almacenan por separado en recipientes individuales, en particular, en forma líquida para reducir su volumen y 40 facilitar así la logística y el transporte.

Para formar una mezcla M destinada al aparato eléctrico 1, el producto G1 de corte eléctrico y el producto G2 de dilución se mezclan y se dosifican exactamente antes de envasarlos en un recipiente 2 como se ilustra en la Figura 2. Preferiblemente, estas operaciones de mezcla se realizan en fase líquida a temperatura ambiente. Preferiblemente, la dosificación y la mezcla de los dos productos G1, G2 se realizan en una instalación industrial de 45 manera exacta y controlada. El recipiente 2 se presenta, por ejemplo, en forma de una botella o de un bidón a presión de 5 litros a 500 litros.

A modo de ejemplo, el recipiente 2 comprende una mezcla M que comprende, por una parte, un 27 % de heptafluoroisobutironitrilo (C_4F_7N) como producto G1 de corte eléctrico y, por otra parte, un 73 % de dióxido de carbono (CO_2) como producto G2 de dilución. A temperatura ambiente de 20 °C, el recipiente 2 comprende una fase gaseosa y una fase líquida. A continuación, el recipiente 2 se puede cargar en un vehículo de transporte para 50 transportarlo hasta el aparato eléctrico 1 para su distribución.

Haciendo referencia a la Figura 2, se presenta un sistema 3 de distribución que comprende un recipiente 2 en el que se almacena la mezcla M, medios 4 de enfriamiento de dicho recipiente 2 a una temperatura inferior a -10 °C y un

circuito 5 de conexión fluidica del recipiente 2 a dicho recinto 10, comprendiendo además el circuito 5 de conexión fluidica unos medios 6 de evaporación de dicha mezcla M para que esta sea gaseosa en dicho recinto 10.

5 Con referencia a la Figura 2, los medios 4 de enfriamiento permiten enfriar el recipiente 2 para que la mezcla M esté a una temperatura inferior a $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$. En este ejemplo, los medios 4 de enfriamiento se presentan en forma de un grupo enfriador conocido por los expertos en la técnica, pero por supuesto podrían ser adecuados otros tipos de medios de enfriamiento, por ejemplo, el uso de un fluido refrigerador, un sistema Pelletier, un sistema criogénico, un sistema de hielo seco, etc.

10 Siempre con referencia a la Figura 2, el sistema 3 de distribución comprende un circuito 5 de conexión fluidica que conecta el recipiente 2 al recinto 10. En este ejemplo de realización, el circuito 5 de conexión fluidica comprende una pluralidad de tuberías en las que la mezcla M puede circular en el estado gaseoso o líquido, como se presentará posteriormente. Preferiblemente, el circuito 5 de conexión fluidica comprende además válvulas para controlar la distribución.

15 De manera preferida, el circuito 5 de conexión fluidica comprende además unos medios 6 de evaporación de dicha mezcla M que están configurados para transformar la mezcla M en estado líquido en una mezcla M en estado gaseoso apta para llenar el recinto estanco 10. En este ejemplo, los medios 6 de evaporación se presentan en forma de un evaporador eléctrico, un evaporador de calentador eléctrico, un evaporador atmosférico, un evaporador en baño de aceite, etc.

20 De nuevo preferiblemente, el circuito 5 de conexión fluidica comprende además medios de regulación para controlar el vaciado del recipiente 2. A modo de ejemplo, los medios de regulación están configurados para detener el vaciado en caso de aumento de la temperatura del recipiente 2. También preferiblemente, los medios de regulación están configurados para pesar el recipiente 2 y detener el vaciado cuando la masa medida es inferior a una masa predeterminada. Un control de este tipo permite garantizar que sólo se distribuya la fase líquida del recipiente 2.

A continuación se presentará un ejemplo de implementación de la invención.

25 A modo de ejemplo, el recipiente 2 comprende una mezcla M que comprende un 27 % en peso de heptafluoroisobutironitrilo ($\text{C}_4\text{F}_7\text{N}$) (presión de vapor saturado a $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ = 2.53 bar (2530 hPa)) y un 73 % en peso de dióxido de carbono (CO_2) (presión de vapor saturado a $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ = 57.3 bar (57 300 hPa)).

Según la invención, con referencia a la Figura 2, el procedimiento de distribución comprende una etapa (E1) de enfriamiento de dicho recipiente 2 de mezcla M por los medios 4 de enfriamiento a una temperatura inferior a $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$.

30 El procedimiento comprende además una etapa E2 de vaciado del recipiente 2 que contiene la mezcla enfriada M en el circuito 5 de conexión fluidica. Como el recipiente 2 se enfría significativamente, el recipiente 2 comprende muy predominantemente una fase líquida en la que las concentraciones de los productos G1, G2 están definidas con exactitud. Asimismo, durante la etapa E2 de vaciado, la mezcla M se encuentra en estado líquido en el circuito 5 de conexión fluidica, variando sólo ligeramente las concentraciones en peso de los productos G1, G2.

35 Luego, el procedimiento comprende una etapa E3 de evaporación de la mezcla M en estado líquido por los medios 6 de evaporación para que la mezcla M esté en estado gaseoso. La mezcla gaseosa M, cuya dosificación es exacta, se distribuye entonces (etapa E4) en el recinto 10 del aparato eléctrico 1 de alta o media tensión. La mezcla M puede así cumplir su función de manera óptima.

40 Gracias a la invención, se eliminan así los inconvenientes del estado de la técnica. Ventajosamente, un solo recipiente 2 puede alimentar varios aparatos eléctricos 1, dado que la dosificación es constante, lo que permite conseguir un ahorro importante.

De manera preferida, la mezcla M de gas se enfría a una temperatura inferior a $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ para conseguir una distribución cuya dosificación varíe muy poco (menos del 2 %). Además, la cantidad de mezcla M que se puede extraer del recipiente 2 es grande (superior al 85 %), dado que predomina la fase líquida, lo que mejora la rentabilidad respecto al estado de la técnica.

45 La invención también se refiere a un carro móvil que comprende un sistema de distribución de este tipo para permitir, por una parte, vaciar el medio gaseoso del recinto 10 antes de sustituirlo por un nuevo medio gaseoso. Con este fin, el carro móvil comprende además medios de extracción de vacío de aire para retirar todo el medio gaseoso existente antes de distribuir la mezcla M.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Procedimiento de distribución de una mezcla (M) adecuada para asegurar un aislamiento eléctrico y/o cortar un arco eléctrico en un recinto (10) de un aparato eléctrico (1) de alta o media tensión, comprendiendo la mezcla (M) al menos un producto químico orgánico (G1) de corte eléctrico y al menos un producto (G2) de dilución, almacenándose la mezcla (M) en un recipiente (2), comprendiendo el procedimiento:
- una etapa de enfriamiento de dicha mezcla (M) a una temperatura inferior a -10 °C,
 - una etapa de vaciado del recipiente (2) que contiene la mezcla (M) enfriada, siendo la mezcla (M) enfriada líquida después del vaciado,
 - el procedimiento comprende una etapa de evaporación de dicha mezcla (M) y luego
- 10 - una etapa de distribución de la mezcla (M) en el recinto (10) del aparato eléctrico (1) de alta o media tensión.
2. Procedimiento de distribución según la reivindicación 1, en donde la presión de vapor saturado a 20 °C del producto (G2) de dilución es al menos 10 veces mayor que la presión de vapor saturado a 20 °C del producto químico orgánico (G1) de corte eléctrico.
- 15 3. Procedimiento de distribución según una de las reivindicaciones 1 y 2, en donde la mezcla (M) se enfría a una temperatura inferior a -20 °C.
4. Procedimiento de distribución según una de las reivindicaciones 1 a 3, en donde el producto químico orgánico (G1) de corte eléctrico tiene una presión de vapor saturado a 20 °C de entre 0.4 bar (400 hPa) y 5 bar (5000 hPa).
5. Procedimiento de distribución según una de las reivindicaciones 1 a 4, en donde el producto (G2) de dilución tiene una presión de vapor saturado a 20 °C de entre 50 bar (50 000 hPa) y 70 bar (70 000 hPa).
- 20 6. Procedimiento de distribución según una de las reivindicaciones 1 a 5, en donde la mezcla (M) comprende una concentración en peso de producto químico orgánico (G1) de corte eléctrico comprendida entre el 10 % y el 80 %.
7. Procedimiento de distribución según una de las reivindicaciones 1 a 6, en donde el producto (G2) de dilución es dióxido de carbono.
- 25 8. Procedimiento de distribución según una de las reivindicaciones 1 a 7, en donde el producto químico orgánico (G1) de corte eléctrico se selecciona entre heptafluoroisobutironitrilo (C₄F₇N), tetrafluoropropeno (C₃F₄H₂) o una mezcla de decafluoro-2,metilbutan-3,ona (C₅F₁₀O).
- 30 9. Sistema de distribución de una mezcla (M) adecuada para asegurar un aislamiento eléctrico y/o cortar un arco eléctrico en un recinto (10) de un aparato eléctrico (1) de alta o media tensión, comprendiendo la mezcla (M) al menos un producto químico orgánico (G1) de corte eléctrico y al menos un producto (G2) de dilución, comprendiendo el sistema al menos un recipiente (2) en el que se almacena la mezcla (M), medios para enfriar dicho recipiente (2) a una temperatura inferior a -10 °C y un circuito (5) de conexión fluídica del recipiente (2) a dicho recinto (10), comprendiendo el circuito (5) de conexión fluídica medios para la evaporación de dicha mezcla (M).

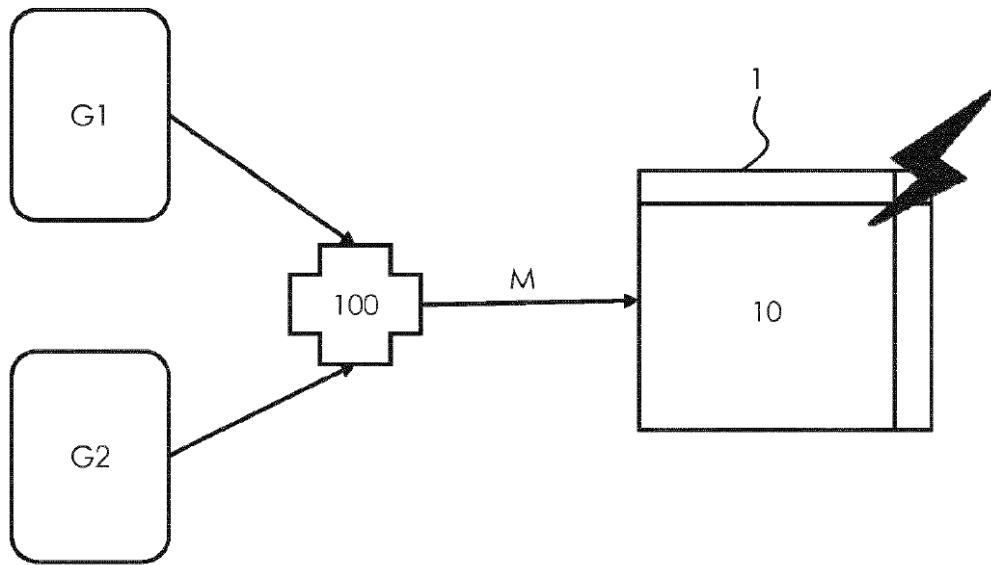


FIGURA 1

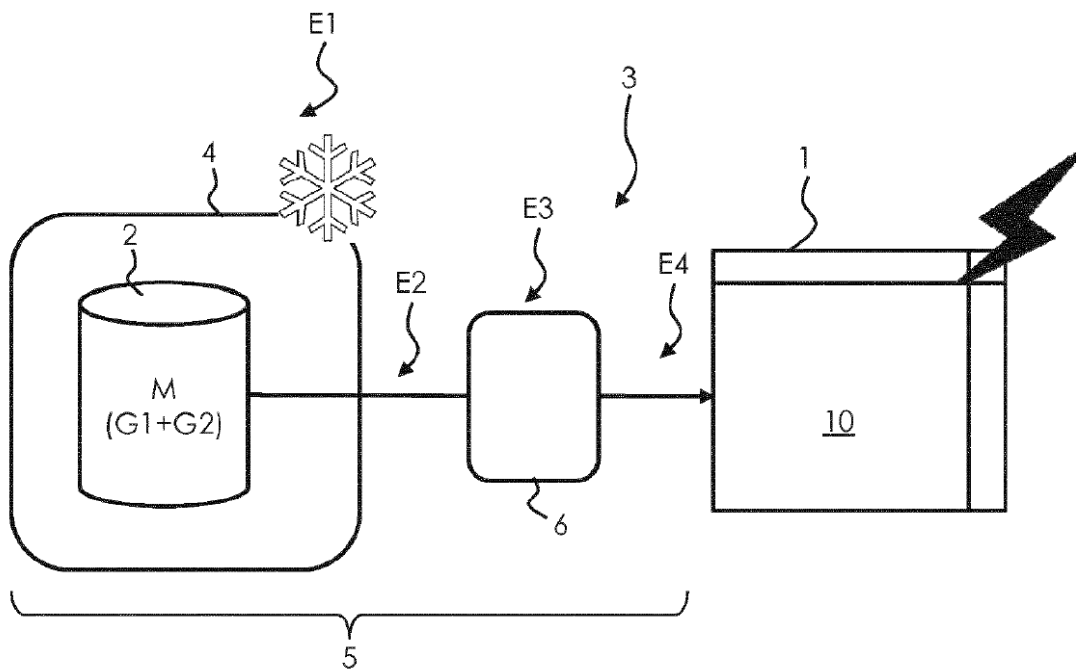


FIGURA 2