

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 713 431**

51 Int. Cl.:

G01R 19/25 (2006.01)

G01R 21/06 (2006.01)

G01R 21/133 (2006.01)

G01R 22/10 (2006.01)

G05F 1/66 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **03.10.2014 E 14187654 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **05.12.2018 EP 2863232**

54 Título: **Procedimiento de determinación de un consumo individual de potencia**

30 Prioridad:

16.10.2013 FR 1302399

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

21.05.2019

73 Titular/es:

**SCHNEIDER ELECTRIC INDUSTRIES SAS
(100.0%)**

**35, rue Joseph Monier
92500 Rueil-Malmaison , FR**

72 Inventor/es:

BRUEL, MARC

74 Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 713 431 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 de determinación de un consumo individual de potencia

Campo técnico de la invención

5 La invención se refiere a un procedimiento de determinación de un consumo individual de potencia en una instalación eléctrica que comprende un grupo de varias ramas de distribución individual de electricidad entre varias cargas, así como una línea principal corriente arriba que conecta el grupo de ramas a una alimentación eléctrica.

La invención se refiere igualmente a un sistema de seguimiento de un consumo individual de potencia en una instalación eléctrica.

Estado de la técnica

10 Los particulares, como los otros agentes económicos, muestran un interés creciente por el dominio de sus propios consumos eléctricos. Un eje de este dominio se basa en un conocimiento detallado de diferentes consumos particulares en el interior de un consumo global. Por ejemplo, los habitantes de una casa pueden interesarse por su consumo eléctrico debido a la calefacción, al consagrado a la iluminación y/o al debido a tal equipo, sin quedar satisfecho con el único conocimiento del consumo global a escala del alojamiento.

15 En la actualidad, los habitantes de un alojamiento pueden tener acceso a su consumo eléctrico global, gracias a un contador de consumo eléctrico que equipa la línea de empalme a la red pública de distribución de electricidad. Cuando se desea conocer un consumo individual, por ejemplo, de un equipo dentro de un alojamiento, se equipa con un contador de consumo eléctrico la rama en la que está conectado este equipo.

20 La figura 1 adjunta es un esquema que representa un ejemplo actual de instalación eléctrica doméstica, en el que varios contadores de consumo eléctrico 101 informan sobre varios consumos individuales de potencia P1, P2, P3 constitutivos de un consumo de potencia global P.

25 En esta figura 1, la referencia 102 designa un transformador de empalme a una red pública de distribución de electricidad. Una llegada corriente arriba 103 conecta este transformador 102 a varias salidas o ramas 104 de distribución de electricidad. En el ejemplo de la figura 1, solo se han representado tres ramas. Las ramas 104 alimentan unas cargas 105 que corresponden a los equipos del alojamiento.

30 La llegada corriente arriba 103 está equipada con un contador de consumo eléctrico 106. Cada rama de distribución de electricidad 104 está equipada además con un contador de consumo eléctrico 101, idéntico o semejante al contador 106. Cada contador 101 o 106 determina un consumo de potencia (individual o global), midiendo la corriente (I ; I_1 , I_2 , I_3) y la tensión (U ; U_1 , U_2 , U_3) de la línea que este equipa. Una red alámbrica está prevista para encaminar los diferentes recuentos a una central electrónica de medición 107, que reúne estos recuentos.

35 Un contador de consumo eléctrico es a la vez costoso y voluminoso. Cuando se desea poder seguir varios consumos individuales en el interior de una instalación, el sobrecoste que resulta de la multiplicación de los contadores de consumo eléctrico se hace consecuente y puede constituir un verdadero freno para una colocación de un sistema de seguimiento de consumos individuales. La posibilidad de una multiplicación de contadores de este tipo puede, además, toparse con la falta de espacio disponible en un número de cuadros generales eléctricos actualmente en servicio en casa de los particulares.

Por lo tanto, existe una necesidad de prever un sistema de seguimiento de consumos individuales compacto y económico.

40 La solicitud de patente FR2984516 describe una central de medición de las potencias individuales, que responde en parte solamente a esta necesidad. Este tipo de solución se comercializa por la sociedad solicitante bajo la designación BCPM (para "Branch Circuit Power Meter" en inglés).

La figura 2 representa esquemáticamente la central de medición de ramas múltiples BCPM descrita en la solicitud mencionada anteriormente.

45 Como en la figura 1, un contador de consumo eléctrico 106 equipa la llegada corriente arriba 103. Este contador mide la tensión global de alimentación U , así como los valores de intensidad y de desfase de la corriente global de alimentación I . Por otro lado, cada rama de distribución 104 cuyo consumo se desea determinar está equipada a partir de ahora con un sensor de corriente o amperímetro 201, más bien que otro contador de consumo.

50 Finalmente, una central de medición 202 recoge y registra en el tiempo los datos que provienen del contador 106 y de los amperímetros 201, y calcula los diferentes consumos de potencia, globales o individuales, a partir de estos datos.

El inconveniente de esta solución es su coste todavía elevado (aunque un sensor de corriente sea menos costoso que un contador de consumo eléctrico), y la necesidad de instalar un sensor de corriente en cada salida. En efecto,

cuando se utilizan sensores de corriente toroidales, esta instalación requiere desmontar el cuadro eléctrico del alojamiento, para deslizar un sensor de corriente tórico alrededor de cada salida. Además, el lugar disponible en el cuadro no es siempre suficiente para instalar los sensores toroidales. La utilización de sensores de apertura no es más satisfactoria, porque son aún más caros y voluminosos que los sensores toroidales.

5 **Resumen de la invención**

La invención tiene como finalidad reducir el coste de acceso al conocimiento de un consumo eléctrico individual constitutivo de un consumo eléctrico global, dentro de una instalación eléctrica.

Según la invención, se tiende a este objetivo gracias a un procedimiento de determinación de un consumo de potencia como se describe en la reivindicación 1, comprendiendo las etapas siguientes:

- 10 a) medir la corriente que circula en la línea principal corriente arriba y la tensión de la línea principal corriente arriba;
- b) medir la tensión de al menos una rama de distribución individual, corriente abajo de un disyuntor que equipa la rama;
- 15 c) determinar la corriente que circula en la rama de distribución individual a partir de la diferencia entre la tensión de la línea principal corriente arriba y la tensión de la rama de distribución individual;
- d) calcular el consumo individual de potencia de la rama de distribución individual a partir de la corriente y de la tensión de la rama de distribución individual;
- e) calcular la potencia global consumida por el grupo de ramas a partir de la corriente y de la tensión de la línea principal corriente arriba; y
- 20 f) corregir el consumo individual de potencia, de manera que una variación instantánea de consumo eléctrico observada al nivel de la rama de distribución individual sea igual a una variación instantánea de consumo eléctrico observada simultáneamente al nivel de la línea principal corriente arriba.

25 La invención tiene igualmente como finalidad un sistema de seguimiento de un consumo individual simplificado, como se describe en la reivindicación 9, con el fin de reducir el coste y el volumen, y facilitar su instalación en un cuadro eléctrico.

Según la invención, se tiende a este objetivo teniendo en cuenta:

- un aparato de medición de la corriente y de la tensión al nivel de la línea principal corriente arriba, y de medición de la tensión de al menos una rama de distribución individual corriente abajo del disyuntor,
- 30 • un contador de la potencia global consumida por el grupo de rama, a partir de la corriente y de la tensión de la línea principal corriente arriba;
- un dispositivo calculador configurado para calcular el consumo individual de potencia de la rama de distribución individual a partir de una corriente que circula en la rama de distribución individual y de la tensión de la rama de distribución individual; y
- 35 • unos medios de corrección del consumo individual de potencia, por correlación de las variaciones instantáneas de consumo eléctrico observadas simultáneamente al nivel de la rama de distribución individual y de la línea principal corriente arriba.

El dispositivo calculador se configura para calcular la corriente de la rama de distribución individual, a partir de la diferencia entre la tensión de la línea principal corriente arriba y la tensión de la rama de distribución individual.

Además, el procedimiento y el sistema incluyen unas etapas o medios complementarios de corrección.

40 **Breve descripción de los dibujos**

Otras ventajas y características se desprenderán más claramente de la descripción que va a seguir de modos particulares de realización dados a título de ejemplos no limitativos e ilustrados con la ayuda de los dibujos adjuntos, en los que:

- 45 - la figura 1, descrita anteriormente, es un esquema eléctrico simplificado de una instalación eléctrica equipada con un sistema de seguimiento de los consumos de potencia según la técnica anterior;
- la figura 2, descrita anteriormente, representa esquemáticamente otro sistema de seguimiento de los consumos de potencia según la técnica anterior, en la instalación eléctrica de la figura 1;
- la figura 3 representa esquemáticamente un sistema de seguimiento de un consumo de potencia individual según

la invención;

- la figura 4 representa un modo de realización preferente del sistema de seguimiento según la invención;
- la figura 5 representa las etapas del procedimiento implementado por el sistema de seguimiento según la invención, para determinar el consumo de potencia de una rama de distribución individual de electricidad;
- 5 - la figura 6 representa un algoritmo de corrección implementado en el sistema de seguimiento de la figura 4, para afinar el cálculo del consumo individual de potencia;
- la figura 7 representa otro algoritmo de corrección de los consumos individuales de potencia; y
- la figura 8 representa una variante del algoritmo de corrección de la figura 7; y
- 10 - la figura 9 representa un procedimiento para determinar la resistencia de contacto de un disyuntor que equipa cada rama de distribución individual de electricidad.

Descripción de un modo de realización preferente de la invención

15 En la figura 3 se representa una instalación eléctrica 1 adaptada para el seguimiento de los consumos individuales de electricidad. En interés de la claridad, la figura 3 está simplificada y ciertos constituyentes tradicionales de la instalación se han omitido en ella. En particular, solo se representa un conductor de fase, mientras que el conductor del neutro no lo está.

La instalación eléctrica 1 puede pertenecer a un consumidor final de electricidad y encontrarse en un edificio, tal como un alojamiento de particulares o un inmueble de oficinas, donde existen varias cargas distintas a alimentar y donde cabe efectuar una distribución de energía eléctrica.

20 La instalación eléctrica 1 comprende tradicionalmente una línea principal corriente arriba o llegada 2 y un grupo de ramas 3 de distribución individual de electricidad conectadas a la llegada 2. Las ramas 3 alimentan con electricidad unas cargas 4 que corresponden a los equipos del edificio.

La instalación 1 está conectada a una alimentación eléctrica 5 en corriente alterna o corriente continua por la llegada 2. La alimentación 5 puede ser particularmente una red pública de distribución de electricidad.

25 La llegada 2 desemboca en un cuadro general de baja tensión 6, donde están conectadas varias salidas a la llegada 2. Cada uno de ellos forma parte de una de las ramas de distribución 3 que se dispersan en el edificio. En el ejemplo de la figura 3, estas ramas 3 están en un número de tres. Ni que decir tiene que su número puede ser diferente de tres.

30 Cada salida 3 está equipada con un disyuntor 7 que permite interrumpir la alimentación de la carga 4, especialmente en caso de sobretensión o de ruptura del conductor del neutro. En posición cerrada, este disyuntor presenta una impedancia débil, principalmente resistiva, del orden de 10 mΩ.

Con el fin de minimizar los aparatos necesarios para la determinación de un consumo eléctrico en una de las ramas de distribución individual 3, se propone explotar la caída de tensión que aparece en los bornes del disyuntor 7 que equipa esta rama.

35 En efecto, se ha observado que el disyuntor 7 se comporta como una resistencia "shunt" en posición cerrada. La caída de tensión en el disyuntor 7 varía prácticamente de manera lineal con la corriente que lo atraviesa. Por consiguiente, la medición de las tensiones corriente arriba y corriente abajo del disyuntor 7 permite estimar la corriente que circula en la rama 3, y después la potencia eléctrica consumida por esta rama.

40 La figura 3 representa esquemáticamente un sistema de seguimiento 8 de los consumos individuales de potencia, que aplica este principio en la instalación eléctrica 1. Las ramas se numeran en este caso de 1 a 3. U_i y I_i designan respectivamente la tensión y la corriente de una rama de rango i (i teniendo un valor de 1 a 3).

45 En régimen alterno, cabe distinguir la potencia activa P_i y la potencia reactiva Q_i consumida por la rama de distribución individual de rango i . El sistema de seguimiento 8 descrito a continuación es capaz de medir una u otra de estas magnitudes que caracterizan la energía eléctrica proporcionada por la rama, incluso las dos simultáneamente. En régimen continuo, esta distinción no existe y el sistema determinará la potencia eléctrica P_i de una o varias ramas.

El sistema de seguimiento 8 incluye unos aparatos 8a para medir la corriente I que circula en la llegada 2, la tensión U de esta llegada 2 y la tensión U_i de al menos una rama de distribución 3, corriente abajo del disyuntor 7. Estos aparatos de medición se componen por lo tanto de al menos un sensor de corriente, un voltímetro y dos cables que unen el voltímetro a la línea principal 2 y a una de estas ramas 3 corriente abajo del disyuntor 7.

50 Como se representa en la figura 3, los aparatos de medición 8a incluyen ventajosamente tantos cables de conexión

como ramas 3 que hay presentes, con el fin de medir la tensión de todas las ramas. En este ejemplo, se dispone entonces de tres valores de tensión U_1 , U_2 y U_3 . Comparados con la tensión global de alimentación U , estos valores permitirán calcular las corrientes I_1 , I_2 y I_3 de las tres ramas de distribución, y a continuación sus consumos de potencia respectivos P_1/Q_1 , P_2/Q_2 y P_3/Q_3 .

- 5 El sistema 8 incluye además un dispositivo calculador 8b, configurado para calcular la potencia activa P_i y/o reactiva Q_i consumida por una rama de índice i a partir de los valores de tensión U , U_i y de corriente I . Además de la potencia activa P_i y reactiva Q_i , el dispositivo calculador 8b es capaz de calcular el factor de potencia PF_i (en régimen alterno solamente) de la rama i y un valor medio I_{Mi} de la corriente que circula en esta rama (régimen alterno o continuo).

- 10 La figura 4 representa con detalle un modo de realización preferente del sistema de seguimiento 8 de los consumos individuales de potencia. En este modo de realización preferente, una parte de los instrumentos de medición y el calculador se reagrupan en una misma electrónica para formar un dispositivo 9 único, llamado central de medición de los consumos de potencia BCPM ("Branch Circuit Power Meter").

- 15 La llegada 2 está equipada con un sensor de corriente, de tal manera que se mide la corriente I que circula por el mismo. Gracias a la corriente I y la tensión U de la llegada 2, la central 9 determina la potencia global P consumida por el grupo de ramas. un contador de consumo eléctrico 10, como el que se utiliza en las soluciones de la técnica anterior, puede estar previsto para este efecto.

En este modo de realización preferente, el contador de consumo eléctrico 10 está integrado en la central de medición 9. De este modo, dos de las entradas de la central 9 están previstas para la tensión U y la corriente I de la llegada 2 y conectadas al contador 10.

- 20 En el ejemplo de la figura 4, la central 9 tiene otras tres entradas, que corresponden a las tomas de tensión U_1 , U_2 y U_3 en las tres ramas de distribución 3. En cada una de estas entradas se conecta un comparador 11. Hay por lo tanto tantos comparadores 11 como ramas de distribución 3.

- 25 Cada comparador 11 está configurado para calcular la caída de tensión ΔU_i en los bornes del disyuntor 7 de la rama 3 a la que está asociado. Esta caída de tensión es igual a la diferencia entre la tensión "corriente arriba" U de la llegada 2 y la tensión "corriente abajo" U_i de la rama 3. De este modo, cada comparador 11 recibe en la entrada la tensión U y una de las tensiones U_1 , U_2 y U_3 . A título de ejemplo, el comparador 11 asociado con la rama de rango 1 calcula la caída de tensión ΔU_1 a partir de las tensiones U y U_1 ($\Delta U_1 = U - U_1$). La caída de tensión ΔU es globalmente proporcional a la corriente I_i que circula en una rama. Cada comparador 11 suministra en la salida una imagen I_i' de la corriente que circula en la rama asociada, dividiendo la caída de tensión ΔU por un valor típico de la resistencia shunt del disyuntor 7. Las corrientes imagen de las tres ramas se indican I_1' , I_2' y I_3' en la figura 4.

- 30 En la salida de cada comparador 11 se conecta una unidad de cálculo 12 de potencia eléctrica. Cada unidad de cálculo 12 recibe la tensión U_i y la corriente imagen I_i' de la rama de la cual se quiere determinar el consumo individual de potencia P_i' . Tres unidades de cálculo 12 están previstas de esta manera para calcular los consumos de potencia P_1' , P_2' y P_3' de las tres ramas de distribución 3.

- 35 Preferentemente, las unidades de cálculo 12 son, en su realización, idénticas o semejantes al contador de consumo eléctrico 10.

- 40 Los valores de potencia eléctrica P_1' , P_2' y P_3' en las salidas de las unidades de cálculo 12 son aproximadas, ya que se basan en una estimación de la corriente (I_i') en las ramas de distribución 3, y más particularmente sobre la resistencia equivalente de los disyuntores 7. Ahora bien, esta resistencia evoluciona en el tiempo, particularmente a causa de las aberturas/cierres sucesivos del disyuntor, del desgaste de los contactos del disyuntor a lo largo del tiempo y de recalentamiento por efecto Joule de estos contactos.

Para tener en cuenta esta evolución y volver más preciso el cálculo del consumo individual de potencia, el sistema de seguimiento 8 realiza una correlación entre los valores aproximados de potencia individual P_1' , P_2' , P_3' y la medición precisa de la potencia global P efectuada por el contador 10.

- 45 Los consumos de potencia P , P_i' calculados por el contador 10 y las unidades de cálculo 12 alimentan un microprocesador μP . El microprocesador μP está, preferentemente, equipado con una memoria, en la que registra, entre otros, varios valores de estas potencias y corrientes difundidas en el tiempo.

- 50 Se almacenan igualmente unos algoritmos de calibración en la memoria. Como se describirá más adelante, el microprocesador μP implementa estos algoritmos para corregir los valores aproximados de los consumos individuales de potencia P_1' , en valores precisos P_i .

- 55 Además de la central 9 y de los sensores de corriente/tensión que equipan la llegada 2, el sistema de seguimiento 8 no requiere más que una toma de tensión al nivel de la rama de distribución individual 3, para determinar su consumo de potencia. Ahora bien, una toma de tensión es mucho menos restrictiva que el uso de un sensor de corriente. Se resume a un solo cable, mientras que una toma de corriente necesita al menos dos cables, un sensor y unas operaciones de cableado.

Los aparatos de medición del sistema de seguimiento 8 se simplifica, por lo tanto, con respecto a los sistemas de seguimiento clásicos, que emplean un contador de consumo o un sensor de corriente en cada rama de distribución. Su colocación en una instalación eléctrica se facilita enormemente.

5 Además, el cable utilizado para una toma de tensión es de sección más débil que los cables de un sensor de corriente. Por consiguiente, este sistema de seguimiento es compacto y adaptado a los cuadros eléctricos en los que el espacio disponible es escaso.

10 De este modo, el sistema de seguimiento de la figura 4 es mucho menos costoso y voluminoso que los sistemas de seguimiento clásicos. A título de ejemplo, en una instalación eléctrica trifásica de ocho ramas de distribución, el sistema de seguimiento 8 no requiere más que un único aparato (central 9), tres sensores de corriente (1 por fase de llegada corriente arriba) y 27 tomas de tensión (3 corriente arriba y 24 corriente abajo). El sistema de la solicitud FR2984516 requiere tres sensores de tensión (corriente arriba) y 27 sensores de corriente (3 corriente arriba y 24 corriente abajo), además de la central de medición BCPM. Finalmente, al multiplicar los contadores de consumo eléctrico, se necesitarían nueve contadores (1 por línea/rama), 27 sensores de corriente y 27 sensores de tensión (3 por línea/rama).

15 El sistema de seguimiento descrito anteriormente está adaptado para todo tipo de instalación eléctrica, en particular, de corriente continua o corriente alterna (sinusoidal, por ejemplo), monofásica o trifásica. En modo alterno, tiene en cuenta el desfase entre la corriente y la tensión, con el fin, en particular, de determinar los consumos de potencia activa y reactiva.

20 Además del consumo de potencia, el sistema puede dar una indicación sobre el estado del disyuntor de una rama: abierto o cerrado. En efecto, si la diferencia de tensiones corriente arriba-corriente abajo ΔU_i es escasa, del orden de 100 mV, el disyuntor está en el estado cerrado. Esta diferencia de tensión corresponde a la resistencia "shunt" del disyuntor. Cuando el disyuntor se abre, por ejemplo, a causa de un disparo, la tensión ΔU_i medida en los bornes del disyuntor se vuelve igual a la tensión nominal de alimentación, por ejemplo, 230 V. En este segundo caso, la imagen de corriente I_i' proporcionada por el comparador 11 será evidentemente falsa. No obstante, como la tensión corriente abajo U_i es nula, la potencia individual calculada P_i' será igualmente nula, lo que constituye un resultado coherente.

La figura 5 resume las etapas F1 a F6 del procedimiento implementado por el sistema de seguimiento de la figura 4, para determinar uno o varios consumos individuales de potencia.

Durante una primera etapa F1, se miden la tensión U y la corriente I de la línea principal 2 corriente arriba de la instalación.

30 Luego, durante una etapa F2, se mide corriente abajo del disyuntor 7 la tensión U_i de la rama de distribución 3 de la cual se desea determinar el consumo.

En la etapa F3, el sistema de seguimiento determina un valor aproximado de la corriente I_i que circula en el disyuntor 7 y la rama de distribución 3, a partir de la diferencia de los valores U y U_i .

35 En F4, se determina un valor aproximado P_i' de la potencia eléctrica consumida por la rama 3, conociendo la tensión U_i y la corriente I_i .

En la etapa F5, se determina la potencia global P consumida por el grupo de ramas 3 a partir de la corriente global I y de la tensión global de alimentación U (medidas en la etapa F1).

40 Finalmente, la etapa F6 consiste en corregir individualmente cada consumo de potencia P_i' para compensar la falta de precisión debida a la imagen de la corriente. Para ello, se define, para cada rama de distribución, un coeficiente de corrección α_i que multiplica el consumo de potencia P_i' de la rama.

$$P_i = P_i' \times \alpha_i$$

45 Este coeficiente de corrección α_i es específico de cada rama de distribución 3. En el primer arranque del sistema de seguimiento, su valor es igual 1. Luego, a lo largo del tiempo, se actualiza por el microprocesador μP . Los valores iniciales y actuales del coeficiente de corrección α_i se almacenan, para cada rama, en la memoria del microprocesador μP .

El valor actual del coeficiente α_i se determina por un algoritmo, que compara unas variaciones instantáneas de consumo eléctrico observadas simultáneamente al nivel de la línea principal corriente arriba 2 y al nivel de la rama de distribución 3. Se calcula el coeficiente corrector α_i , de modo que una variación de potencia en la rama de distribución 3 sea igual a la variación de potencia en la línea principal corriente arriba 2.

50 La figura 6 representa, en forma de un organigrama, el algoritmo implementado por el microprocesador, para determinar el valor del coeficiente corrector α_i que se debe aplicar en la etapa F6.

El algoritmo de la figura 6 incluye tres etapas F61 a F63 que se implementan, preferentemente, después de cada cierre del disyuntor 7, es decir, a partir de que una corriente eléctrica se restablezca en la rama de distribución 3. De

este modo, se puede tener en cuenta la evolución de la resistencia de contacto del disyuntor en el cálculo del consumo de potencia.

5 Durante una etapa F61, el sistema de seguimiento vigila el conjunto de potencias individuales P_i corregidas en la etapa F6, hasta detectar una variación ΔP_i de una de las ramas de distribución. Una variación ΔP_i de la potencia individual se detecta, preferentemente, desde que sobrepasa un umbral de detección, por ejemplo, 5 % de la potencia nominal consumida por esta rama. Simultáneamente, el sistema detecta una variación de la potencia global P , indicada ΔP .

Esta vigilancia se efectúa, preferentemente, de manera continua por el microprocesador μP , ya que este registra en el tiempo unos valores de potencia global P e individual(es) corregido(s) P_i .

10 En la etapa F62, un coeficiente de calibración R_i se calcula por el microprocesador μP . Este coeficiente R_i es igual a la relación de la variación de potencia individual ΔP_i sobre la variación de potencia global ΔP :

$$R_i = \frac{\Delta P_i}{\Delta P}$$

15 En F63, el coeficiente de corrección individual se actualiza por medio del coeficiente de calibración R_i calculado en la etapa F62. Se calcula un nuevo valor α_i' del coeficiente, dividiendo el valor existente α_i por el coeficiente R_i calculado en la etapa F62:

$$\alpha_i' = \frac{\alpha_i}{R_i} \quad (1)$$

Finalmente, el nuevo valor α_i' del coeficiente corrector reemplaza el antiguo valor α_i en memoria.

Por supuesto, después de la actualización del coeficiente de corrección α_i en la etapa F63, el valor estimado P_i' de la potencia individual se corrige nuevamente:

20
$$P_i = P_i' \times \alpha_i$$

25 El algoritmo de la figura 6 permite, de cierta manera, calibrar la resistencia de shunt de un disyuntor, suponiendo que una variación de potencia global esté causada por una variación idéntica de la potencia de una rama de distribución. Este algoritmo, por lo tanto, solo es aplicable si solo una de las ramas cambia su consumo en un instante dado. Si las potencias de las dos ramas varían simultáneamente, ya no es posible diferenciarlas y atribuirles a la variación de potencia global. En este caso, las etapas F62 a F63 se ponen en espera, hasta que una rama se distingue del resto del grupo.

Dado que se efectúa en cada variación de potencia en la rama de distribución individual, esta calibración puede ser calificada como dinámica.

30 El algoritmo de la figura 6 se puede implementar una vez para cada rama de distribución a la inicialización del sistema de seguimiento, después de que este se haya unido a la instalación eléctrica. Los disyuntores de todas las ramas se abren entonces, y después se vuelven a cerrar, uno después del otro para forzar unas variaciones de potencia. Entonces, el algoritmo se inicia para cada rama. También se puede esperar que aparezcan unas variaciones espontáneas.

35 En un modo de realización preferente, cada actualización del coeficiente α_i en la etapa F63 va seguida de otro algoritmo de calibración. Este segundo algoritmo se representa en la figura 7 y comprende las etapas F71 y F72. Utiliza, para cada rama de distribución, el mismo coeficiente de corrección α_i que el que se utiliza para el algoritmo de la figura 6.

40 A diferencia de la de la figura 6, la calibración de la figura 7 se efectúa a la escala del grupo de ramas. Los coeficientes de corrección α_i se modifican de una misma manera, para que el consumo de potencia global P corresponda bien a la suma de los consumos individuales de potencia P_i .

Esta nueva manera de determinar los coeficientes de corrección α_i supone por lo tanto conocer todos los consumos individuales de potencia del grupo. De este modo, las etapas F1 a F4 del procedimiento de determinación de la figura 6 se habrán aplicado al conjunto de las ramas del grupo.

En la etapa F71, un coeficiente de corrección global α_g se calcula después de la siguiente ecuación:

45
$$\alpha_g = \frac{\sum_{i=1}^n P_i}{P}$$

El coeficiente α_g es igual a la suma de las potencias individuales P_i de todas las ramas de distribución (n ramas), que se han corregido en la etapa F6, dividida por la potencia global P .

Los coeficientes de corrección individual α_i se actualizan a continuación (etapa F72), por el coeficiente de corrección

global α_g . El nuevo valor α_i' de los coeficientes se calcula de la siguiente manera:

$$\alpha_i' = \frac{\alpha_i}{\alpha_g} \quad (2)$$

Como anteriormente, en cada modificación de los coeficientes α_i , los valores correctos P_i de las potencias individuales se calculan de nuevo, teniendo en cuenta los valores de los coeficientes modificados en la etapa F72.

5
$$P_i = P_i' \times \alpha_i$$

Al final de esta nueva corrección, el sistema de seguimiento se equilibra globalmente, es decir, que la suma de los consumos de potencia individual P_i equivale al consumo de potencia global P .

De este modo, en este modo de realización preferente, los coeficientes de corrección α_i se modifican conjuntamente por los dos algoritmos a través de las relaciones (1) y (2) anteriores.

10 Preferentemente, el algoritmo de la figura 7 se pone en marcha igualmente después de la instalación del sistema de seguimiento 8.

En una variante de implementación representada en la figura 8, la activación del segundo algoritmo puede estar condicionada además por una etapa F70 que verifica si la potencia global P medida por el contador de consumo 10 supera un umbral, por ejemplo, el 20 % de la potencia nominal P_{rp} del grupo de rama. Esto permite evitar lanzar el algoritmo demasiado a menudo, para variaciones muy escasas.

15 Si la potencia global P es superior al umbral (salida SÍ), tiene lugar la calibración global de la figura 7, es decir, que se procede a las etapas F71 y F72 como se ha indicado anteriormente. Si la potencia global P es inferior al umbral (salida NO), no sucede nada: los coeficientes α_i no se actualizarán por el momento. Entonces, se regresa a la entrada de la etapa F70, para verificar posteriormente si se ha cumplido ahora la condición.

20 Se constata que otros parámetros eléctricos se pueden calcular, desde que se dispone de los valores precisos P_i de los consumos individuales de potencia. En particular, es posible calcular el factor de potencia PF_i ligado a cada rama de distribución y, esta vez de manera precisa, la corriente de la rama, o más exactamente un valor medio I_{Mi} de esta corriente.

El factor de potencia PF_i de la rama i se escribe de la siguiente manera:

25
$$PF_i = \frac{P_i}{\sqrt{P_i^2 + Q_i^2}}$$

La corriente media I_{Mi} que circula en la rama i se escribe:

$$I_{Mi} = \frac{P_i}{PF_i \times U}$$

30 Como se ha indicado anteriormente, la corrección dinámica de la figura 6 tiene como finalidad compensar las variaciones de la resistencia de contacto del disyuntor en el cálculo de los consumos de potencia, ya que los contactos del disyuntor pueden usarse o desplazarse ligeramente después de cada ciclo de apertura/cierre.

De hecho, es posible ir más lejos aún y calcular directamente esta resistencia de contacto. Esto permite vigilar el desgaste de los contactos en el tiempo y activar, en caso de necesidad, unas operaciones de mantenimiento del disyuntor. Además, el valor de la resistencia de contacto obtenido podrá servir para el cálculo de las imágenes de corriente I_i' a partir de la diferencia de tensiones corriente arriba-corriente abajo, en la etapa F3 del procedimiento de la figura 5.

La figura 8 representa un tercer algoritmo, que se implementa de manera ventajosa en el microprocesador μP de la central, con los algoritmos de calibración de las figuras 6 y 7.

Este algoritmo constituye un medio simple y rápido de determinar la resistencia de contacto RC_i de un disyuntor. Al igual que para la determinación de los consumos de potencia P_i' , el cálculo de la resistencia de contacto se basa en la diferencia de tensiones corriente arriba-corriente abajo, medida en los bornes del disyuntor. Esta función complementaria puede obtenerse por lo tanto con los mismos aparatos de medición y el mismo dispositivo calculador, que los descritos anteriormente.

40 Este tercer algoritmo comprende, preferentemente, unas etapas F81 a F83 relativas a la determinación de un valor inicial de la resistencia de contacto del disyuntor, si un tal valor no se ha registrado anteriormente en la memoria del microprocesador μP . Las etapas F81 a F83 se implementan ventajosamente cuando el disyuntor se cierra por primera vez después de la instalación del sistema. Este valor inicial podrá servir como referencia, con el fin de

controlar la deriva de la resistencia de contacto a lo largo del tiempo.

De este modo, en F81, el microprocesador verifica si dispone de un valor inicial de la resistencia de contacto, indicado $RC_{i(iini)}$. Si el valor $RC_{i(iini)}$ no existe (salida NO), el microprocesador pasa a una etapa F82 de cálculo de este valor, y lo registra en su memoria durante una etapa F83.

5 El cálculo, preferentemente, se realiza utilizando la ecuación siguiente:

$$RC_{i(iini)} = \frac{U - U_i}{I_{Mi}}$$

en la cual U es la tensión de la línea principal corriente arriba, U_i es la tensión de la rama de distribución individual y I_{Mi} la corriente media que circula en esta rama (que se calcula también por el microprocesador μP).

10 Si el valor inicial $RC_{i(iini)}$ existe (salida SÍ en F81), el algoritmo salta las etapas F82-F83 y pasa directamente a una fase de espera F84. La etapa de espera F84 define una periodicidad en la cual se calculan nuevos valores de la resistencia de contacto RC_i . A título de ejemplo, puede durar entre 10 minutos y 1 hora.

Transcurrida esta fase de espera, el microprocesador μP procede en F85 al cálculo de un nuevo valor de la resistencia de contacto RC_i , con la ayuda de los nuevos valores de tensión U, U_i y de corriente media I_{Mi} proporcionados por el sistema:

15

$$RC_i = \frac{U - U_i}{I_{Mi}}$$

En la etapa F86, este valor RC_i se compara a un umbral representativo de un defecto del disyuntor. Este umbral es, preferentemente, un múltiple del valor inicial $RC_{i(iini)}$, por ejemplo, tres veces el valor inicial $RC_{i(iini)}$.

20 Si el valor RC_i es superior al umbral (salida SÍ en F86), se activa una alarma en F87 para indicar que el disyuntor está defectuoso. Un cambio del disyuntor de la rama podrá tener lugar entonces. Si en cambio el valor RC_i es inferior al umbral (salida NO), el disyuntor se supone fiable y no tendrá lugar ninguna operación de mantenimiento. El algoritmo de la figura 8 regresa a la etapa F84, para efectuar posteriormente un nuevo control de la resistencia de contacto (F85-F86).

25 En una variante de implementación (no representada), después de la fase de espera F84 o como sustitución de la misma, el cálculo F85 de un nuevo valor puede activarse cuando la corriente media I_{Mi} de la rama supera un umbral. De este modo, los cálculos de resistencia de contacto son más significativos. Este umbral es, preferentemente, un porcentaje de la corriente nominal de la rama, por ejemplo, 20 % de esta corriente nominal. La corriente nominal se define como la corriente a la que se calibra el disyuntor, es decir, el umbral de corriente que hace que la rama se dispare.

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento de determinación de un consumo individual de potencia en una instalación eléctrica (1) que incluye un grupo de ramas de distribución individual de electricidad (3) y una línea principal corriente arriba (2) que conecta el grupo de ramas a una alimentación eléctrica (5), incluyendo cada rama de distribución individual de electricidad un disyuntor (7),
 5 comprendiendo el procedimiento las siguientes etapas:
- a) medir (F1) la corriente (I) que circula en la línea principal corriente arriba y la tensión (U) de la línea principal corriente arriba;
 - b) medir (F2) la tensión (U_i) de al menos una rama de distribución individual (3), corriente abajo del disyuntor (7);
 - 10 c) determinar (F3) la corriente (I_i) que circula en la rama de distribución individual a partir de la diferencia (ΔU_i) entre la tensión de la línea principal corriente arriba y la tensión de la rama de distribución individual;
 - d) calcular (F4) el consumo individual de potencia (P_i') de la rama de distribución individual a partir de la corriente (I_i) y de la tensión (U_i) de la rama de distribución individual;
 - 15 e) calcular (F5) la potencia global (P) consumida por el grupo de ramas a partir de la corriente (I) y de la tensión (U) de la línea principal corriente arriba; y
 - f) corregir (F6) el consumo individual de potencia (P_i'), de manera que una variación instantánea de consumo eléctrico observada al nivel de la rama de distribución individual sea igual a una variación instantánea de consumo eléctrico observada simultáneamente al nivel de la línea principal corriente arriba,
- procedimiento en el cual la etapa f) comprende las siguientes subetapas:
- 20 - asignar un coeficiente de corrección individual (α_i) al consumo individual de potencia (P_i');
 - detectar (F61) simultáneamente una variación (ΔP_i) del consumo individual de potencia corregido y una variación (ΔP) de la potencia global;
 - calcular (F62) un coeficiente de calibración (R_i) igual a la relación entre las variaciones (ΔP_i , ΔP) de consumo individual de potencia y de potencia global;
 - 25 - actualizar (F63) el coeficiente de corrección individual (α_i) por medio del coeficiente de calibración; y
 - asignar el coeficiente de corrección individual (α_i) al consumo individual de potencia (P_i').
2. Procedimiento según la reivindicación 1, en el que la etapa f) se efectúa en cada cierre del disyuntor (7).
3. Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 2, en el que las etapas b) a d) se implementan para todas las ramas de distribución individual de electricidad (3).
- 30 4. Procedimiento según la reivindicación 3, comprendiendo además la etapa siguiente:
- g) corregir (F7) el consumo individual de potencia (P_i') de cada rama de consumo individual (3), de tal manera que la suma de los consumos individuales de potencia corregidos (P_i) sea igual a la potencia global (P).
5. Procedimiento según la reivindicación 4, en el que la etapa g) comprende las siguientes subetapas:
- 35 - asignar un coeficiente de corrección individual (α_i) al consumo individual de potencia (P_i') de cada rama de distribución individual (3);
 - calcular (F71) un coeficiente de corrección global igual a la relación entre la suma de los consumos individuales de potencia corregidos y la potencia global (P);
 - actualizar (F72) el coeficiente de corrección individual (α_i) de cada rama por medio del coeficiente de corrección global (α_g); y
 - 40 - asignar el coeficiente de corrección individual (α_i) al consumo individual de potencia (P_i') de cada rama.
6. Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, en el cual el cálculo del consumo individual de potencia comprende el cálculo de la potencia activa individual (P_i) y de la potencia reactiva individual (Q_i).
7. Procedimiento según la reivindicación 6, comprendiendo unas etapas de cálculo de un factor de potencia (PF_i) de la rama de distribución individual y de un valor medio (I_{IM}) de la corriente que circula en la rama de distribución individual (3).
- 45 8. Procedimiento según la reivindicación 7, comprendiendo las etapas siguientes:
- calcular (F85) la resistencia de contacto (RC_i) del disyuntor (7) de la rama individual, a partir de la diferencia entre la tensión (U) de la línea principal corriente arriba (2) y la tensión (U_i) de la rama de distribución individual (3), y del valor medio (I_{IM}) de la corriente que circula en la rama de distribución individual;
 - 50 - comparar (F86) la resistencia de contacto con un valor umbral; y
 - activar (F87) una alarma cuando la resistencia de contacto es superior al valor umbral.
9. Sistema de seguimiento de un consumo individual de potencia en una instalación eléctrica (1) que incluye un grupo de ramas de distribución individual de electricidad (3) y una línea principal corriente arriba (2) que conecta el grupo de ramas a una alimentación eléctrica (5), incluyendo cada rama de distribución individual de electricidad un

disyuntor (7),
incluyendo el sistema de seguimiento

- 5 • un aparato de medición (8a) de la corriente (I) y de la tensión (U) al nivel de la línea principal corriente arriba, y de medición de la tensión (U_i) de al menos una rama de distribución individual corriente abajo del disyuntor,
- un contador (10) de la potencia global (P) consumida por el grupo de rama, a partir de la corriente (I) y de la tensión (U) de la línea principal corriente arriba;
- un dispositivo calculador (9) configurado para calcular el consumo individual de potencia (P_i' , Q_i') de la rama de distribución individual (3) a partir de una corriente (I_i) que circula en la rama de distribución individual y de la tensión (U_i) de la rama de distribución individual; y
- 10 • unos medios de corrección (μP) del consumo individual de potencia (P_i'), por correlación de las variaciones instantáneas de consumo eléctrico observadas simultáneamente al nivel de la rama de distribución individual (3) y de la línea principal corriente arriba (2);

sistema de seguimiento **caracterizado porque** el dispositivo calculador (9) está configurado para calcular la corriente (I_i) de la rama de distribución individual, a partir de la diferencia entre la tensión (U) de la línea principal corriente arriba y la tensión (U_i) de la rama de distribución individual, y **porque** los medios de corrección (μP) están configurados para:

- asignar un coeficiente de corrección individual (α_i) al consumo individual de potencia (P_i');
- detectar (F61) simultáneamente una variación (ΔP_i) del consumo individual de potencia corregido y una variación (ΔP) de la potencia global;
- 20 - calcular (F62) un coeficiente de calibración (R_i) igual a la relación entre las variaciones (ΔP_i , ΔP) de consumo individual de potencia y de potencia global;
- actualizar (F63) el coeficiente de corrección individual (α_i) por medio del coeficiente de calibración; y
- asignar el coeficiente de corrección individual (α_i) al consumo individual de potencia (P_i').

25

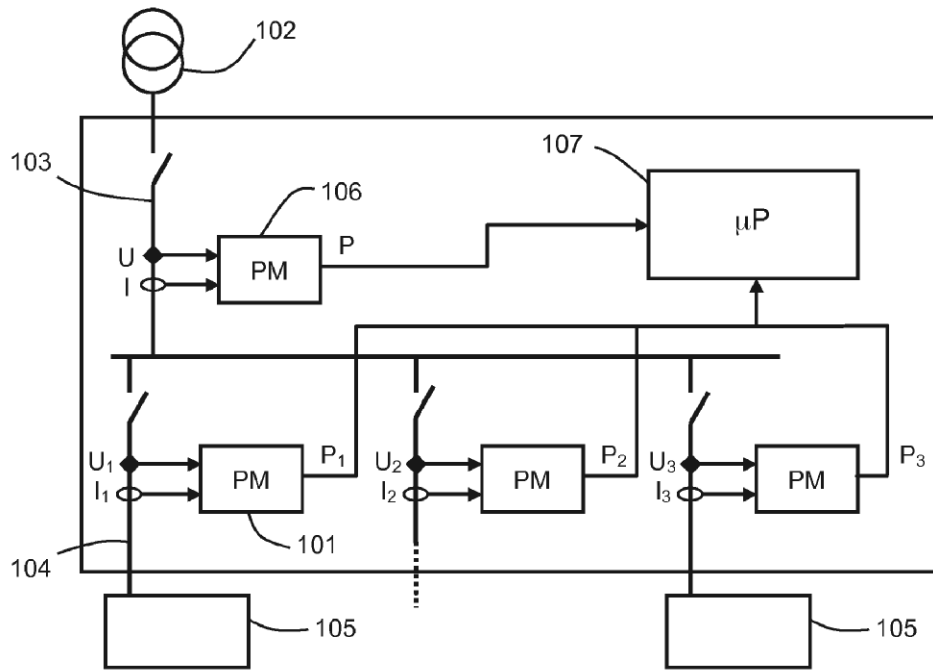


FIG. 1 (técnica anterior)

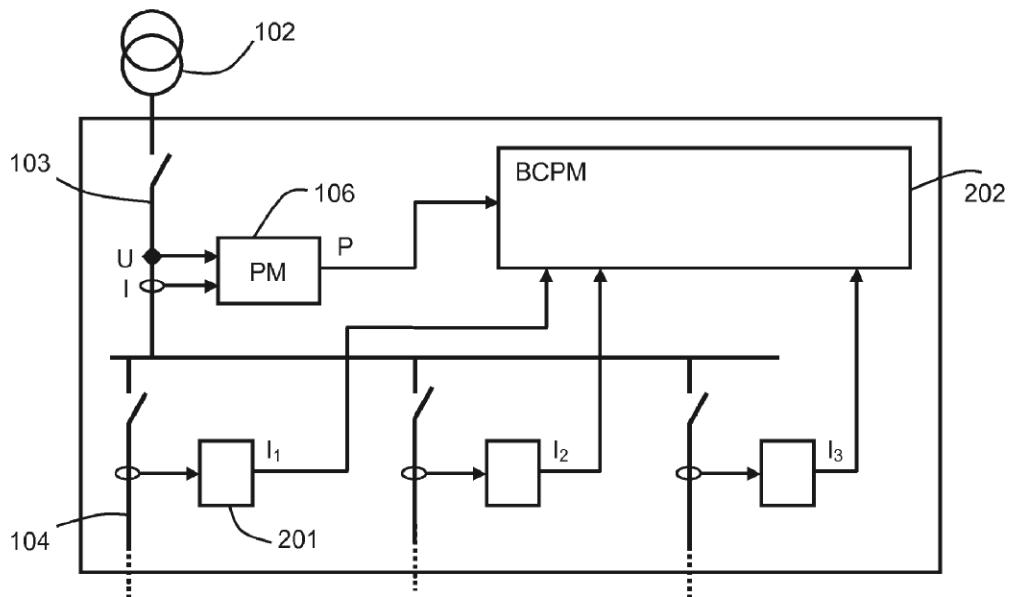


FIG. 2 (técnica anterior)

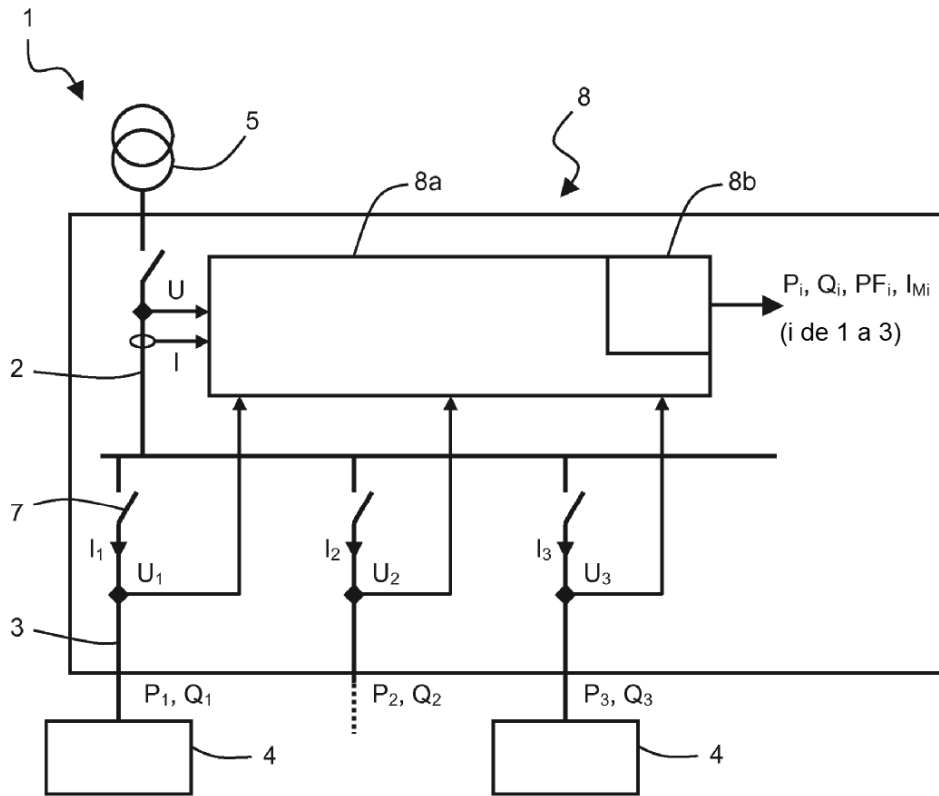


FIG. 3

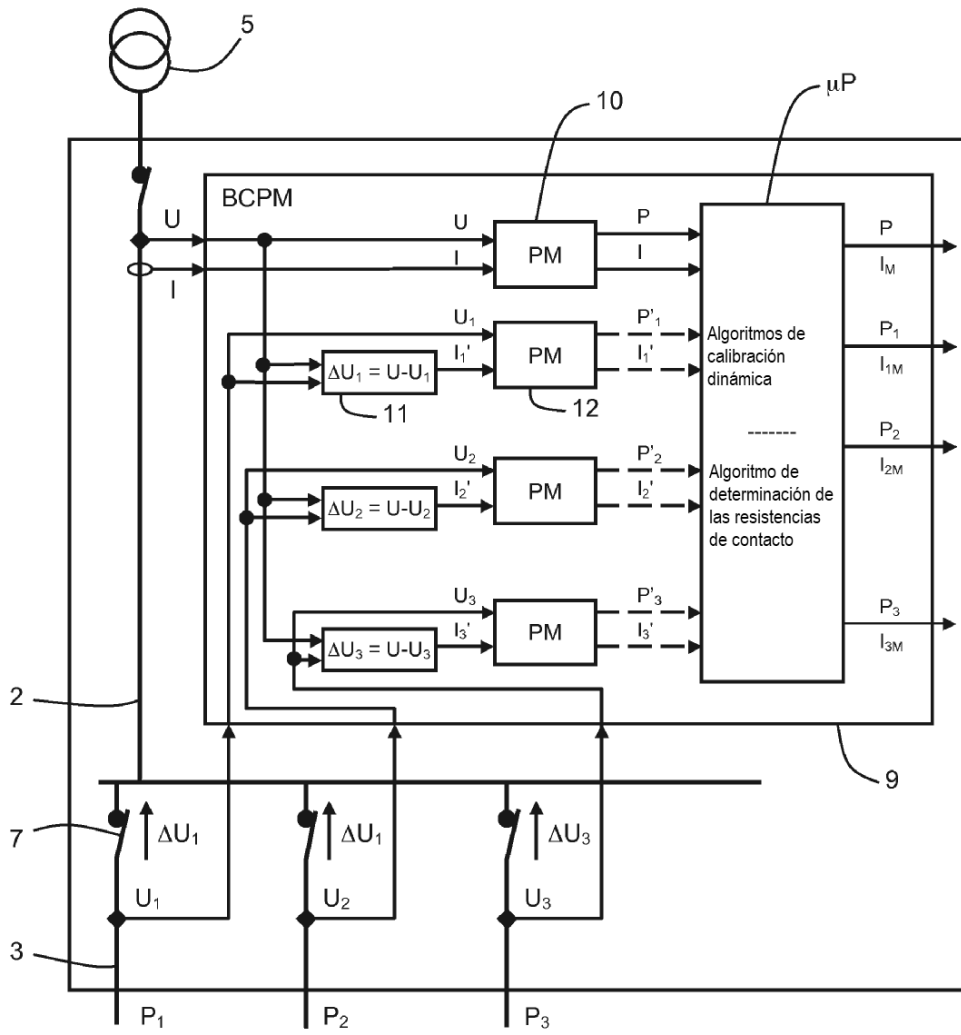


FIG. 4

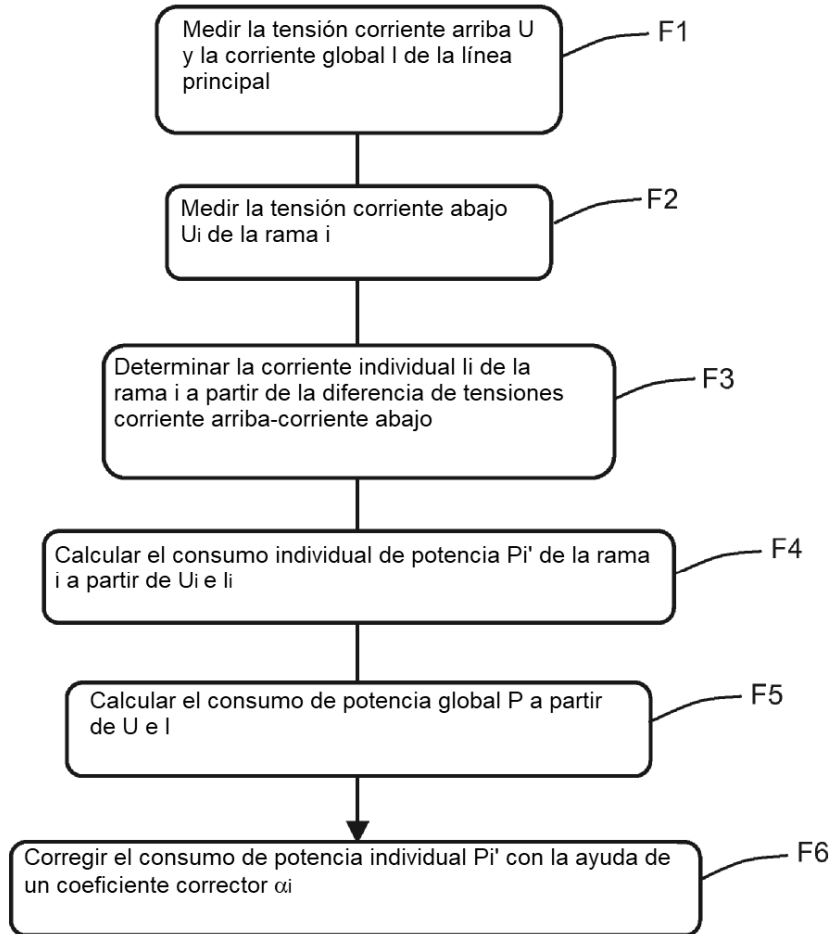


FIG. 5

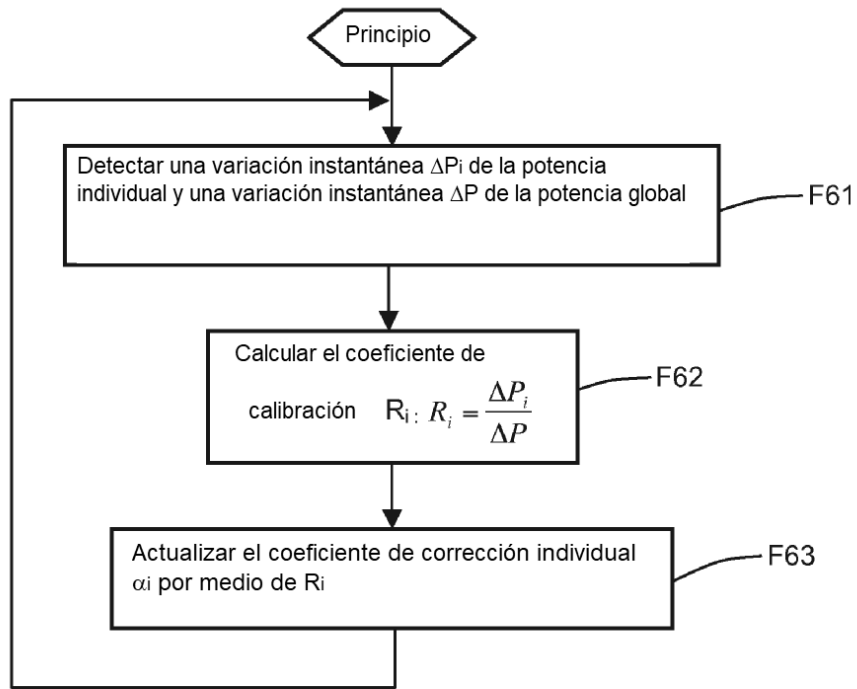


FIG. 6

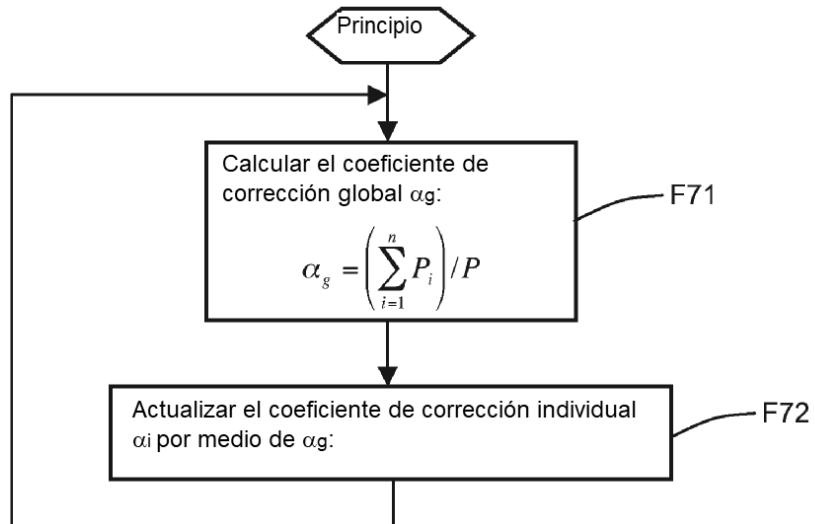


FIG. 7

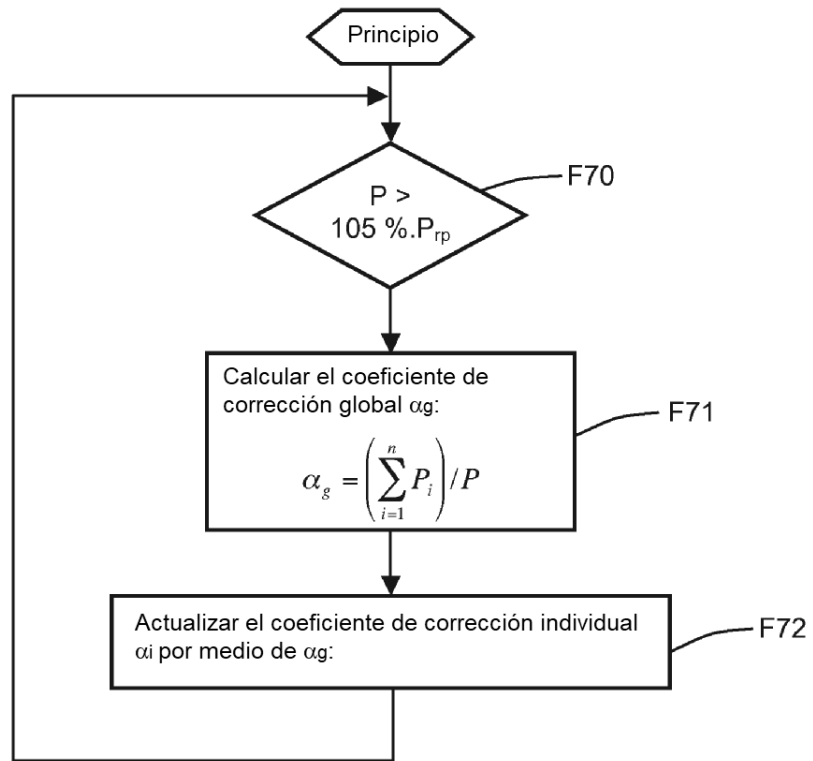


FIG. 8

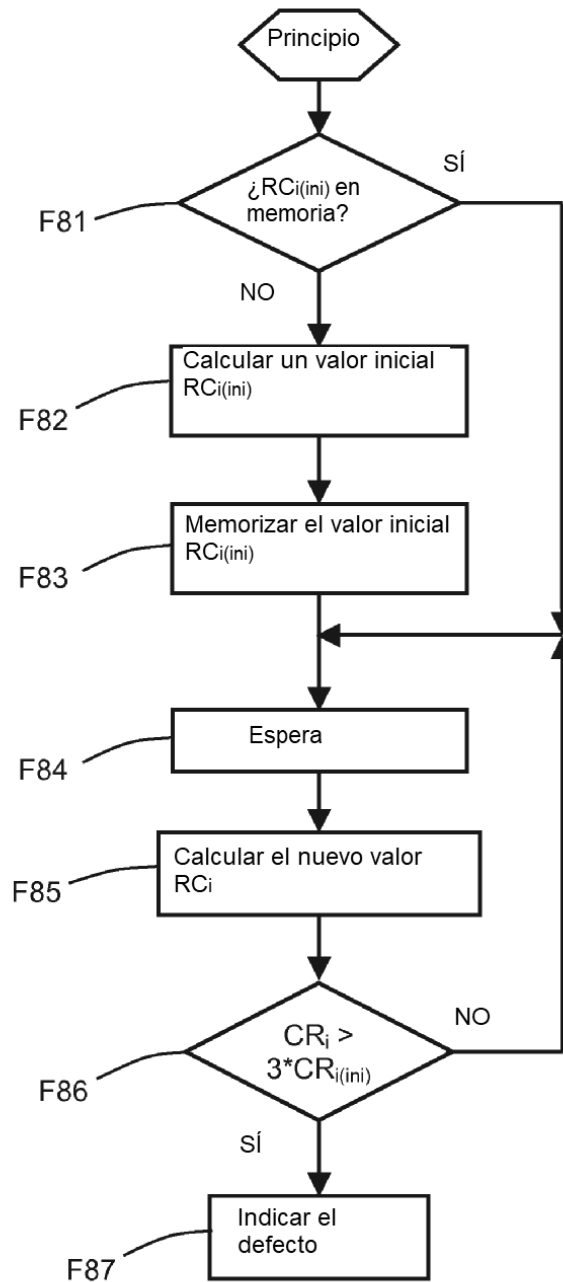


FIG. 9