

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 636 681**

51 Int. Cl.:

G01R 19/25 (2006.01)

G06F 11/30 (2006.01)

G06Q 50/06 (2012.01)

G01R 21/06 (2006.01)

G01R 21/133 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **07.12.2012 PCT/FR2012/052829**

87 Fecha y número de publicación internacional: **27.06.2013 WO13093280**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **07.12.2012 E 12810367 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **10.05.2017 EP 2795348**

54 Título: **Procedimiento de determinación de un consumo de potencia en una instalación eléctrica e instalación eléctrica de corriente alterna**

30 Prioridad:

20.12.2011 FR 1103955

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

06.10.2017

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 2 636 681 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 de potencia en una instalación eléctrica e instalación eléctrica de corriente alterna

Campo técnico de la invención

5 La invención se refiere a un procedimiento de determinación de un consumo de potencia en una instalación eléctrica, en la que un grupo de varias ramas de distribución individual conectadas en paralelo está empalmado a una alimentación de corriente alterna. El procedimiento en cuestión es del tipo que comprende la acción de efectuar en el tiempo y de registrar unas mediciones de la tensión global de alimentación del grupo de varias ramas, así como unas mediciones de los valores de intensidad y de desfase de la corriente global de alimentación de este grupo.

10 La invención se refiere igualmente a una instalación eléctrica de corriente alterna, del tipo que incluye un grupo de varias ramas de distribución individual conectadas en paralelo, así como un sistema de supervisión adaptado para efectuar en el tiempo y registrar unas mediciones de la tensión global de alimentación del grupo de varias ramas, así como unas mediciones de los valores de intensidad y de desfase de una corriente global de alimentación de este grupo.

15 Estado de la técnica

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 o de un alojamiento de otro tipo pueden interesarse por su consumo eléctrico debido a la calefacción, por el consagrado a la iluminación y/o el debido a tal equipo, sin quedar satisfecho con el único conocimiento del consumo global a escala del alojamiento.

20 En la actualidad, los habitantes de un alojamiento pueden generalmente 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 que alimenta el alojamiento. 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. La figura 6 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 constitutivos de un consumo eléctrico global.

25 En esta figura 6, la referencia 102 designa un transformador de empalme a una red pública de distribución de energía eléctrica. Una llegada aguas arriba equipada con un contador de consumo eléctrico 103 empalma la instalación eléctrica a este transformador 102. Idéntico o semejante al contador 103, cada contador de consumo eléctrico 101 equipa una de varias salidas de distribución de energía eléctrica a varias cargas 104. Una red alámbrica está prevista para encaminar los diferentes recuentos a una central electrónica de medición 105, que reúne estos recuentos.

30 Un contador de consumo eléctrico es 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 verdadera 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.

35 Otros dispositivos de recuento descritos en los documentos EP2026299 y WO2011/002725 se refieren a unas mediciones de energía por reconocimiento de cargas basadas en la detección de señales transitorias.

Exposición de la invención

40 La invención tiene al menos como finalidad permitir una reducción del coste de acceso al conocimiento de un consumo eléctrico individual constitutivo de un consumo eléctrico global medido, dentro de una instalación eléctrica de corriente alterna.

45 Según la invención, esta finalidad se consigue gracias a un procedimiento del tipo anteriormente citado que comprende, además, la acción de efectuar en el tiempo y de registrar unas mediciones de la intensidad de una corriente individual particular que circula en una rama particular entre las ramas del grupo. El procedimiento según la invención se define en la reivindicación 1. La invención saca partido de la constatación según la cual unas informaciones pueden deducirse de un cambio de la potencia consumida en una rama, si se combinan unos datos sobre el funcionamiento antes del cambio con unos datos sobre el funcionamiento después de este cambio.

50 El procedimiento según la invención permite determinar una potencia individual en una rama particular entre varias ramas, a partir de mediciones de intensidad en esta rama particular, dado que se dispone de los valores que caracterizan la alimentación eléctrica global del conjunto de las ramas. En concreto, la potencia individual consumida

en la rama particular se determina en ausencia de una medición directa del desfase de la corriente en esta rama particular, mientras que un cálculo directo de una potencia eléctrica se basa, en corriente sinusoidal, en un conocimiento de la tensión entre dos bornes, de la intensidad de la corriente que circula entre estos dos bornes y del desfase entre la tensión y la corriente.

- 5 La disponibilidad de una medición de las magnitudes que caracterizan la alimentación eléctrica global de un conjunto de varias ramas en paralelo es un caso corriente en distribución eléctrica. Este caso es, en concreto, el de las instalaciones eléctricas en las que varias salidas están conectadas a una misma llegada de empalme a una red pública de distribución de energía eléctrica y en las que esta llegada está equipada con un contador de consumo de energía eléctrica. En un caso de este tipo, el procedimiento según la invención permite equipar solo con un amperímetro la rama particular de la que se quiere seguir el consumo. Ahora bien, un amperímetro es generalmente bastante menos costoso y menos voluminoso que un contador de consumo de energía eléctrica.

El procedimiento de determinación de un consumo eléctrico según la invención puede incorporar una u otras varias características ventajosas, aisladamente o en combinación, en particular entre las que se definen a continuación.

- 15 Ventajosamente, en la subetapa b1) de la reivindicación 1, se determina dicha suma sustancialmente sin cambios de corrientes individuales como que satisfacen simultáneamente dichas dos condiciones.

Ventajosamente, en la subetapa b1) de la reivindicación 1, se determina dicha suma sustancialmente sin cambios de corrientes individuales resolviendo numéricamente un sistema de dos ecuaciones con dos incógnitas, que es el siguiente:

$$\begin{cases} (X_A - X_S)^2 + (Y_A - Y_S)^2 = I_{3A}^2 \\ (X_B - X_S)^2 + (Y_B - Y_S)^2 = I_{3B}^2 \end{cases}$$

- 20 donde I_{3A}^2 e I_{3B}^2 son respectivamente una medición al cuadrado de la intensidad de la corriente individual particular antes del cambio y una medición al cuadrado de la intensidad de la corriente individual particular después del cambio, donde X_A e Y_A son respectivamente la abscisa y la ordenada de la representación vectorial de la corriente global tal como se mide antes del cambio, en un diagrama de Fresnel,
- 25 donde X_B e Y_B son respectivamente la abscisa y la ordenada de la representación vectorial de la corriente global tal como se mide después del cambio, en el diagrama de Fresnel, y donde X_S e Y_S son dos incógnitas y son respectivamente la abscisa y la ordenada de la representación vectorial de dicha suma sustancialmente sin cambios de corrientes individuales, en el diagrama de Fresnel, antes y después del cambio.

- 30 Ventajosamente, la etapa b) de la reivindicación 1 comprende unas subetapas en las que:

- se determina un valor de intensidad AB por medio de la siguiente relación:

$$AB = \sqrt{I_A^2 + I_B^2 - 2 \times I_A \times I_B \times \cos(\psi_B - \psi_A)}$$

donde I_A y ψ_A son respectivamente una intensidad y un desfase medidos de la corriente global antes del cambio y donde I_B y ψ_B son respectivamente una intensidad y un desfase medidos de la corriente global después del cambio,

- 35 - se determina un valor de ángulo ψ_1 por medio de la siguiente relación:

$$\psi_1 = \arcsen\left(\frac{I_B \times \cos \psi_B - I_A \times \cos \psi_A}{AB}\right),$$

- se determina un valor de ángulo ψ_2 por medio de la siguiente relación:

$$\psi_2 = \arccos\left(\frac{I_{3B}^2 + AB^2 - I_{3A}^2}{2 \times I_{3B} \times AB}\right)$$

- 40 donde I_{3A} e I_{3B} son respectivamente una medición de la intensidad de la corriente individual particular antes del cambio y una medición de la intensidad de la corriente individual particular después del cambio.

Ventajosamente, la etapa b) de la reivindicación 1 comprende una subetapa en la que:

- se determina la potencia individual particular después del cambio por medio de la siguiente relación:

$$P_{3B} = U \times I_{3B} \times \text{sen}(\psi_1 + \psi_2)$$

5 donde P_{3B} y U son respectivamente dicha potencia individual particular después del cambio y la medición de la tensión global.

Ventajosamente, el procedimiento de determinación de un consumo de potencia comprende una etapa en la que:

- se determina el desfase de la corriente individual particular después del cambio, por medio de la siguiente relación:

$$\psi_{3B} = \pi / 2 - (\psi_1 + \psi_2)$$

10 donde ψ_{3B} es el desfase de la corriente individual particular después del cambio.

Ventajosamente, en la etapa b), se elimina una solución aberrante entre dos soluciones posibles.

La invención tiene igualmente como objeto una instalación eléctrica del tipo anteriormente citado cuyo sistema de supervisión está adaptado para efectuar en el tiempo y registrar unas mediciones de la intensidad de una corriente individual particular que circula en una rama particular entre las ramas del grupo, incluyendo el sistema de supervisión un dispositivo calculador que tiene la capacidad:

- de detectar un cambio en cuanto al consumo eléctrico en la rama particular,
- utilizando una medición de la tensión global sustancialmente constante durante el cambio, unas mediciones de los valores de intensidad y de desfase de la corriente global antes y después del cambio, así como unas mediciones de las intensidades de la corriente individual particular antes y después del cambio, de determinar una potencia individual particular consumida en la rama particular, comprendiendo dicho dispositivo calculador unos medios para conducir un procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7.

La instalación eléctrica según la invención puede incorporar una u otras varias características ventajosas, aisladamente o en combinación. En particular, el dispositivo calculador tiene ventajosamente la capacidad de conducir un procedimiento tal como se ha definido anteriormente.

25 Descripción somera de los dibujos

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

- la figura 1 es un esquema eléctrico simplificado de una instalación eléctrica conforme a la invención;
- 30 - la figura 2 es un organigrama de la lógica de funcionamiento de un procedimiento que se implementa en el marco de una determinación de un consumo individual constitutivo del consumo global de la instalación eléctrica de la figura 1;
- la figura 3 es un diagrama de Fresnel que ilustra cómo procede una etapa de un procedimiento conforme a la invención y previsto para determinar el consumo individual anteriormente citado;
- 35 - la figura 4 es un diagrama de Fresnel que recoge el de la figura 3 y que indica, además, unos detalles complementarios que se refieren a una operación incluida en una primera forma de efectuar la etapa esquematizada en esta figura 3;
- la figura 5 es un diagrama de Fresnel que recoge igualmente el de la figura 3 y que indica, además, unos detalles complementarios que se refieren a una segunda forma de efectuar la etapa esquematizada en esta figura 3.

40 Las figuras adjuntas cuentan, además, con una figura 6, que es un esquema eléctrico simplificado de una instalación eléctrica según una técnica anterior a la invención.

Descripción de un modo preferente de la invención

45 En la figura 1 se representa una instalación eléctrica 1 adaptada para una implementación de un procedimiento conforme a la invención. En interés de la claridad, la figura 1 está simplificada y ciertos constituyentes tradicionales se han omitido en ella. En particular, solo está representada la fase, mientras que el neutro no lo está.

La instalación eléctrica 1 puede pertenecer a un consumidor final y encontrarse en un conjunto o un edificio, tal como un edificio de viviendas o un inmueble de oficinas, donde existen varias cargas distintas a alimentar y donde cabe efectuar una distribución de energía eléctrica. Esta instalación eléctrica 1 puede, en concreto, ser la de una casa individual o la de un alojamiento de particulares.

La instalación eléctrica 1 está alimentada por una alimentación eléctrica de corriente alterna sinusoidal 2, a la que está empalmada por una llegada 3 y que puede, en concreto, ser una red pública de distribución de energía eléctrica.

5 Varias salidas están conectadas a la llegada 3. Cada una de ellas forma parte de una de varias ramas 4 montadas en paralelo, en las que están conectadas unas cargas 5 a alimentar. En el ejemplo representado, estas ramas 4 están en número de tres. Ni que decir tiene que su número puede ser diferente de tres.

10 La llegada 3 está equipada con un contador de consumo de energía eléctrica 6, que mide en el tiempo varias magnitudes características del suministro eléctrico global al grupo de ramas 4, esto es, la tensión global de alimentación U, así como los valores de intensidad y de desfase de la corriente global de alimentación I que circula en la llegada 3.

Una o varias ramas 4 están equipadas cada una con un sensor de corriente o amperímetro 7. En el ejemplo representado, un amperímetro 7 mide la intensidad de la corriente individual I_1 , I_2 o I_3 en cada rama 4. La referencia 8 designa un cuadro general de baja tensión donde están agrupados varios aparatos eléctricos, incluido el contador de consumo 6 y los amperímetros 7.

15 Un dispositivo calculador 9 recoge y registra en el tiempo, es decir, a todo lo largo del funcionamiento de la instalación eléctrica 1, unas mediciones efectuadas por la instrumentación de medición, esto es, el contador de consumo 6 y los amperímetros 7, que intercambian con él por medio de una comunicación inalámbrica, tal como una comunicación hertziana, simbolizada por las flechas 10. Aunque se prefiera una comunicación inalámbrica, la comunicación entre la instrumentación de medición y el dispositivo calculador 9 puede ser alámbrica, incluso mixta.
20 El dispositivo calculador 9 está equipado con al menos un puerto de entrada/salida 11, por medio del que puede comunicar con un dispositivo exterior tal como un ordenador de configuración, de supervisión, de control y/o de pilotaje.

El contador de consumo 6, los amperímetros 7 y el dispositivo calculador 9 forman juntos todo o parte de un sistema de supervisión del funcionamiento de la instalación eléctrica 1.

25 El dispositivo calculador 9 conduce el procedimiento cuya lógica está representada en la figura 2. Este procedimiento es conveniente para las ramas 4 en las que los cambios de consumo de potencia se hacen por intervalo, por el hecho de la naturaleza de sus cargas 5. En otras palabras, es conveniente cuando la potencia consumida en una rama 4 es sustancialmente estable entre dos cambios.

30 En una primera etapa 20 del procedimiento esquematizado en la figura 2, el dispositivo calculador 9 vigila las apariciones de cambios que afectan a las intensidades de las corrientes en las ramas 4 y/o el consumo global de la instalación eléctrica 1. Cuando se ha detectado un cambio de este tipo, el dispositivo calculador 9 pasa a una etapa 21, en la que realiza un filtrado que distingue los cambios significativos y duraderos de los otros cambios, insignificantes y/o pasajeros.

35 Los cambios significativos se definen como superiores a un umbral predeterminado que se elige teniendo en cuenta diversos datos como el tipo de empleo de la instalación eléctrica 1. Los cambios pasajeros se definen como que tienen una duración superior a una temporización predeterminada, por ejemplo, del orden de 2 a 3 s. En el caso en que se le responde con la negativa a la pregunta de saber si el cambio detectado es significativo y duradero, el dispositivo calculador 9 regresa a la etapa de vigilancia 20. En el caso contrario, se inicia una etapa 22.

40 Después de haber utilizado las mediciones de las intensidades de las corrientes individuales I_1 a I_3 para determinar en qué rama 4 ha tenido lugar la variación de consumo de potencia en el origen del cambio detectado, el dispositivo calculador 9 responde a una nueva pregunta en la etapa 22. Esta pregunta consiste en preguntarse si la corriente en la rama 4 afectada por el cambio de consumo era nula o no antes del cambio.

45 En el caso en que la antigua corriente individual en la rama 4 afectada por el cambio de consumo fuera nula, se lleva a cabo un cálculo simplificado en la etapa 23 y consiste en determinar la potencia individual consumida en esta rama después del cambio como que es igual a la variación de la potencia global consumida por la instalación eléctrica y determinado por el contador de consumo 6 o a partir de sus únicas mediciones de las magnitudes características de la alimentación eléctrica global del grupo de ramas 4, es decir, de los valores de tensión, de intensidad y de desfase de esta alimentación.

50 Si la corriente individual en la rama 4 donde se ha producido el cambio de consumo de potencia no fuese nula antes del cambio, el dispositivo calculador 9 ejecuta la etapa 24, en la que determina la nueva potencia individual consumida en esta rama 4, procediendo de una manera que se explica más abajo con la ayuda del diagrama de Fresnel de la figura 3.

55 Esta manera de proceder considera que la instalación eléctrica 1 está alimentada por una corriente sustancialmente sinusoidal, sin o con pocas distorsiones armónicas. En caso de distorsiones armónicas, la potencia individual determinada por el dispositivo calculador 9 será menos precisa.

Al menos en las fórmulas de cálculo de potencia presentes en lo que sigue y/o en las reivindicaciones adjuntas, los valores de tensión y de intensidad mencionados son unos valores eficaces.

5 La figura 3 considera más precisamente el caso de un cambio de consumo de potencia que se produce en la rama 4 donde circula la corriente individual I_3 . Representada por el vector \vec{U} en la figura 3, la tensión en los bornes de cada rama 4 es la tensión global U de alimentación de la instalación 1. El cambio de consumo de potencia solo tiene un efecto muy escaso, si no insignificante, sobre ella. De hecho, se considera que esta tensión global U no se modifica durante el cambio de consumo de potencia. Como contrapartida, este cambio afecta a la corriente global I como la corriente individual I_3 .

10 En la figura 3, el vector \vec{I}_A y el vector \vec{I}_{3A} son respectivamente la representación gráfica de la corriente global I y la representación gráfica de la corriente individual I_3 en un mismo instante, que es un primer instante que se sitúa antes del cambio. El vector \vec{I}_B y el vector \vec{I}_{3B} son respectivamente la representación gráfica de la corriente global I y la representación gráfica de la corriente individual I_3 en un mismo instante, que es un segundo instante que se sitúa después del cambio. El primero como el segundo instante se eligen fuera de la fase de cambio propiamente dicha. En otras palabras, cada uno de ellos se encuentra en una fase de funcionamiento estabilizado y constante de la instalación eléctrica 1, de manera que las transitorias estén excluidas de ahí.

Los valores de tensión, de intensidad y de desfase medidos por el contador 6 determinan los vectores \vec{U} , \vec{I}_A e \vec{I}_B , que, por lo tanto, se conocen. Como contrapartida, las magnitudes que caracterizan la corriente individual I_3 no se miden todas. De hecho, solo lo son las intensidades, con la excepción de los desfases, en lo que se refiere a esta corriente individual I_3 .

20 Una variación de potencia solo se ha producido en la rama 4 donde circula la corriente I_3 . El conjunto de las corrientes individuales que circulan en las otras ramas 4, con la excepción, por lo tanto, de la corriente individual I_3 , se adicionan en una suma sustancialmente sin cambios entre el primer instante antes del cambio de consumo de potencia y el segundo instante después de este cambio. En el ejemplo considerado, esta suma es la suma de las corrientes I_1 e I_2 . Su representación gráfica en la figura 3 es el vector \vec{OS} , donde O es el origen de un sistema de referencia ortonormal.

25 Como este vector \vec{OS} es el mismo antes y después del cambio, debe satisfacerse a la vez:

- que $\vec{OS} + \vec{I}_{3A} = \vec{I}_A (= \vec{OA})$, y
- que $\vec{OS} + \vec{I}_{3B} = \vec{I}_B (= \vec{OB})$.

Es lo que ilustra la figura 3.

30 La norma del vector \vec{I}_{3A} es la medición I_{3A} de la intensidad de la corriente I_3 antes del cambio. La norma del vector \vec{I}_{3B} es la medición I_{3B} de la intensidad de la corriente I_3 después del cambio. El punto S está en la intersección de dos círculos, esto es, un círculo de centro A y de radio la intensidad I_{3A} de la corriente I_3 tal como se mide antes del cambio y un círculo de centro B y de radio la intensidad I_{3B} de la corriente I_3 tal como se mide después del cambio.

35 Basándose en lo que precede, una primera manera de proceder es resolver numéricamente un sistema de dos ecuaciones con dos incógnitas, que es el siguiente:

$$\begin{cases} (X_A - X_S)^2 + (Y_A - Y_S)^2 = I_{3A}^2 \\ (X_B - X_S)^2 + (Y_B - Y_S)^2 = I_{3B}^2 \end{cases} \quad (1)$$

X_A e Y_A son las coordenadas cartesianas del vector \vec{I}_A en el sistema de referencia ortonormal anteriormente citado, del que solo el origen O se representa en interés de la claridad.

X_B e Y_B son las coordenadas cartesianas del vector \vec{I}_B en el sistema de referencia ortonormal.

40 X_S e Y_S son dos incógnitas y son las coordenadas cartesianas del vector \vec{OS} , siempre en el mismo sistema de referencia ortonormal.

El dispositivo calculador 9 puede resolver el sistema (1) de dos ecuaciones con dos incógnitas por medio de un método matemático de resolución numérica que se basa en una variación progresiva de X_S e Y_S , estando controlado

por un criterio de convergencia pertinente.

5 Por ejemplo, un método numérico de determinación del punto S puede consistir en desplazarse paso a paso sobre uno de los dos círculos anteriormente citados, que son el círculo de centro A y de radio la intensidad I_{3A} y el círculo de centro B y de radio la intensidad I_{3B} . En cada paso sobre uno de los círculos, se verifica si se encuentra o no en la cercanía inmediata del otro círculo.

Es conveniente señalar que el sistema (1) posee dos soluciones que corresponden a los puntos S y S' en la figura 4. El punto S' corresponde a una solución aberrante físicamente, que debe eliminarse para conservar solo la otra solución, la que corresponde al punto S.

10 La eliminación del punto S' puede hacerse calculando, para cada uno de los puntos S y S', las potencias activas y reactivas antes y después de la variación de potencia observada y reteniendo solo aquel de los dos puntos S y S' para el que estas potencias responden a los siguientes criterios:

- las potencias activas antes y después de la variación de potencia deben ser positivas, considerándose que las cargas 5 se supone que consumen y no suministran potencia activa,
- las potencias reactivas antes y después de la variación de potencia deben ser de mismo signo y coherentes con la naturaleza de la o de las cargas 5 en la rama 4, esto es, positivas en caso de cargas 5 capacitivas y negativas en caso de carga 5 sélficas.

Una vez que se ha determinado el punto S, se determina fácilmente el vector \vec{I}_{3B} y los valores de intensidad y de desfase característicos de la nueva corriente I_3 , por medio de la siguiente relación: $\vec{I}_{3B} = \vec{I}_B - \vec{OS}$.

15 La nueva potencia P_{3B} , es decir, la posterior al cambio y consumida en la rama 4 donde circula la corriente I_3 , se calcula a continuación por el dispositivo calculador 9, como que es el producto escalar de los vectores \vec{U} e \vec{I}_{3B} : $P_{3B} = \vec{U} \cdot \vec{I}_{3B}$. La antigua potencia P_{3A} en esta rama 4 puede calcularse igualmente, de manera semejante, esto es, por medio de la relación $P_{3A} = \vec{U} \cdot \vec{I}_{3A}$.

25 La figura 5 ilustra unas relaciones geométricas y trigonométricas que se emplean en una segunda manera de proceder para determinar la potencia consumida en la rama 4 donde circula la corriente I_3 . En lugar o como complemento de la primera manera de proceder expuesta anteriormente, el dispositivo calculador 9 puede implementar esta segunda manera de proceder, que se basa en un cálculo analítico y que va a exponerse ahora.

En el triángulo AOB visible en la figura 5, se tiene la siguiente relación:

$$AB^2 = I_A^2 + I_B^2 - 2 \times I_A \times I_B \times \cos(\text{ángulo } AOB) \quad (2)$$

30 I_A e I_B son respectivamente una medición de la intensidad de la antigua corriente global I (antes del cambio) y una medición de la intensidad de la nueva corriente global I (después del cambio).

De la relación (2), se deduce la siguiente igualdad:

$$AB = \sqrt{I_A^2 + I_B^2 - 2 \times I_A \times I_B \times \cos(\psi_B - \psi_A)} \quad (3)$$

ψ_A y ψ_B son respectivamente una medición del desfase de la antigua corriente global I y una medición del desfase de la nueva corriente global I.

35 Según la segunda manera de proceder, el dispositivo calculador 9 determina el valor de intensidad AB por medio de la igualdad (3).

Por otra parte, se tiene la siguiente relación:

$$P_E - P_A = U \times AB \times \text{sen}(\psi_1) \quad (4)$$

40 P_A es la antigua potencia global consumida por la instalación eléctrica 1, es decir, por el conjunto de las ramas 4, tal como se mide por el contador 6 antes del cambio. P_B es la nueva potencia global consumida por esta instalación eléctrica 1, tal como se mide por el contador 6 después del cambio. U es una medición de la tensión global en los bornes del grupo de ramas 4.

De la relación (4), se deduce la siguiente igualdad:

$$\psi_1 = \arccos\left(\frac{I_B \times \cos \psi_B - I_A \times \cos \psi_A}{AB}\right) \quad (5)$$

Según la segunda manera de proceder, el dispositivo calculador 9 determina el valor de ángulo ψ_1 por medio de la igualdad (5).

5 En el triángulo ABS visible en la figura 5, se tiene la siguiente relación:

$$SA^2 = SB^2 + AB^2 - 2 \times SB \times AB \times \cos \psi_2 \quad (6)$$

De la relación (6), se deduce la siguiente igualdad:

$$\psi_2 = \arccos\left(\frac{I_{3B}^2 + AB^2 - I_{3A}^2}{2 \times I_{3B} \times AB}\right) \quad (7)$$

10 Según la segunda manera de proceder, el dispositivo calculador 9 determina el valor de ángulo ψ_2 por medio de la igualdad (7).

Por otra parte, se tiene la siguiente relación:

$$SH = SB \times \sin(\psi_1 + \psi_2) \quad (8)$$

De la relación (8), se deduce la siguiente igualdad:

$$P_{3B} = U \times I_{3B} \times \sin(\psi_1 + \psi_2) \quad (9)$$

15 Según la segunda manera de proceder, el dispositivo calculador 9 utiliza la igualdad (9) para determinar la nueva potencia individual P_{3B} en la rama 4 donde circula la corriente I_3 .

Por supuesto, las fórmulas empleadas pueden presentar otra forma que no sea las igualdades (3), (5), (7) y (9), permaneciendo al mismo tiempo en el marco de la segunda manera de proceder que acaba de exponerse. Por ejemplo, las igualdades (3), (5), (7) y (9) pueden combinarse en el sentido de una reducción del número de fórmulas empleadas. En concreto, la igualdad (3) puede incorporarse en la igualdad (5), así como en la igualdad (7), mientras que estas igualdades (5) y (7) pueden incorporarse en la igualdad (9).

20

El dispositivo calculador 9 puede determinar igualmente el desfase ψ_{3B} de la nueva corriente I_3 , es decir, de la corriente I_3 después del cambio, por medio de la siguiente relación:

$$\psi_{3B} = \pi/2 - (\psi_1 + \psi_2) \quad (10)$$

25 El dispositivo calculador 9 puede determinar igualmente la antigua potencia individual P_{3A} , es decir, la potencia consumida antes del cambio, en la rama 4 donde circula la corriente I_3 . Para ello, puede emplear la siguiente relación:

$$P_{3A} = P_{3B} - (P_B - P_A) \quad (11)$$

30 El dispositivo calculador 9 puede determinar igualmente la nueva potencia individual reactiva Q_{3B} , es decir, la potencia reactiva después del cambio, en la rama 4 donde circula la corriente I_3 . Para ello, puede emplear la siguiente relación:

$$Q_{3B} = U \times I_{3B} \times \cos(\psi_1 + \psi_2) \quad (12)$$

El dispositivo calculador 9 puede determinar igualmente la antigua potencia individual reactiva Q_{3A} , es decir, la potencia reactiva antes del cambio, en la rama 4 donde circula la corriente I_3 . Para ello, puede emplear la siguiente

relación:

$$Q_{3A} = Q_{3B} - (Q_B - Q_A) \quad (13)$$

5 Como la primera manera de proceder que utiliza una resolución numérica, la segunda manera de proceder que se basa en una resolución trigonométrica da dos soluciones que corresponden a los puntos S y S' de la figura 4. Estas dos soluciones vienen de que el cálculo de arcoseno en la fórmula (5) puede verse atribuido un valor positivo o negativo. La solución aberrante correspondiente al punto S' se elimina en la segunda manera de proceder como lo es en la primera manera de proceder.

10 A partir de sus exposiciones más arriba en el caso del monofásico, las dos maneras posibles de proceder en la etapa 24 pueden transponerse sin dificultad particular al caso de una instalación eléctrica para corrientes polifásicas. En interés de la claridad, sus transposiciones en este caso de una instalación eléctrica para corrientes polifásicas no se detallan aquí.

15 La invención no se limita a los modos de realización descritos anteriormente. En particular, no se limita al caso de una corriente alterna monofásica, sino que puede, al contrario, implementarse igualmente en unas instalaciones eléctricas para corrientes polifásicas. Además, el campo de la invención abarca tanto la media y la alta tensión como la baja tensión, aunque el ejemplo descrito anteriormente se sitúe en el campo de la baja tensión.

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento de determinación de un consumo de potencia en una instalación eléctrica (1), en la que un grupo de varias ramas de distribución individual (4) conectadas en paralelo está empalmado a una alimentación de corriente alterna (2), comprendiendo el procedimiento la acción de efectuar en el tiempo y de registrar unas mediciones de la tensión global (U) de alimentación del grupo de varias ramas (4), así como unas mediciones de los valores de intensidad y de desfase (I_A, I_B, ψ_A, ψ_B) de la corriente global (1) de alimentación del grupo de varias ramas (4), **caracterizado porque** el procedimiento comprende la acción de efectuar en el tiempo y de registrar unas mediciones de la intensidad (I_{3A}, I_{3B}) de una corriente individual particular (I_3) que circula en una rama particular (4) entre las ramas del grupo, incluyendo el procedimiento unas etapas en las que:

a) se detecta un cambio en cuanto al consumo eléctrico en la rama particular (4), y
 b) utilizando una medición de la tensión global (U) sustancialmente constante durante el cambio, unas mediciones de los valores de intensidad y de desfase (I_A, I_B, ψ_A, ψ_B) de la corriente global (I) antes y después del cambio, así como unas mediciones de las intensidades (I_{3A}, I_{3B}) de la corriente individual particular (I_3) antes y después del cambio, se determina una potencia individual particular consumida en la rama particular (4), en dicha etapa b), se determina la potencia individual particular considerando que el conjunto (I_1, I_2) de las corrientes individuales que circulan en las ramas (4) del grupo con la excepción de la corriente individual particular (I_3) se adicionan en una suma sustancialmente sin cambios a la salida del cambio, con respecto a antes del cambio y que deben satisfacerse simultáneamente dos condiciones que son:

- que la corriente global (I) antes del cambio debe ser sustancialmente igual a la añadidura de la suma sustancialmente sin cambios a la corriente individual particular (I_3) antes del cambio y
- que la corriente global (I) después del cambio debe ser sustancialmente igual a la añadidura de la suma sustancialmente sin cambios a la corriente individual particular (I_3) después del cambio,

incluyendo dicha etapa b) unas subetapas en las que:

b1) utilizando unas mediciones de los valores de intensidad y de desfase (I_A, I_B, ψ_A, ψ_B) de la corriente global (I) antes y después del cambio, así como unas mediciones de las intensidades (I_{3A}, I_{3B}) de la corriente individual particular (I_3) antes y después del cambio, se determina dicha suma sustancialmente sin cambios de corrientes individuales (I_1, I_2),

b2) se determina qué componente debe añadirse a la suma sustancialmente sin cambios de corrientes individuales (I_1, I_2) para obtener la corriente global (I), siendo este componente una determinación de la corriente individual particular (I_3),

b3) se calcula la potencia individual particular como que es el producto de la tensión global y de la corriente individual particular.

2. Procedimiento según la reivindicación 1, **caracterizado porque**, en la subetapa b1), se determina dicha suma sustancialmente sin cambios de corrientes individuales (I_1, I_2) como que satisface simultáneamente dichas dos condiciones.

3. Procedimiento según la reivindicación 2, **caracterizado porque**, en la subetapa b1), se determina dicha suma sustancialmente sin cambios de corrientes individuales (I_1, I_2) resolviendo numéricamente un sistema de dos ecuaciones con dos incógnitas, que es el siguiente:

$$\begin{cases} (X_A - X_S)^2 + (Y_A - Y_S)^2 = I_{3A}^2 \\ (X_B - X_S)^2 + (Y_B - Y_S)^2 = I_{3B}^2 \end{cases}$$

donde I_{3A}^2 e I_{3B}^2 son respectivamente una medición al cuadrado de la intensidad de la corriente individual particular (I_3) antes del cambio y una medición al cuadrado de la intensidad de la corriente individual particular (I_3) después del cambio,

donde X_A e Y_A son respectivamente la abscisa y la ordenada de la representación vectorial (\vec{I}_A) de la corriente global (I) tal como se mide antes del cambio, en un diagrama de Fresnel,

donde X_B e Y_B son respectivamente la abscisa y la ordenada de la representación vectorial (\vec{I}_B) de la corriente global (I) tal como se mide después del cambio, en el diagrama de Fresnel,

y donde X_S e Y_S son dos incógnitas y son respectivamente la abscisa y la ordenada de la representación vectorial de dicha suma sustancialmente sin cambios de corrientes individuales (I_1, I_2), en el diagrama de Fresnel, antes y después del cambio.

4. Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, **caracterizado porque** la etapa b) comprende unas subetapas en las que:

- se determina un valor de intensidad AB por medio de la siguiente relación:

$$AB = \sqrt{I_A^2 + I_B^2 - 2 \times I_A \times I_B \times \cos(\psi_B - \psi_A)}$$

donde I_A y ψ_A son respectivamente una intensidad y un desfase medidos de la corriente global (I) antes del cambio y donde I_B y ψ_B son respectivamente una intensidad y un desfase medidos de la corriente global (I) después del cambio,

5

- se determina un valor de ángulo ψ_1 por medio de la siguiente relación:

$$\psi_1 = \arccos\left(\frac{I_B \times \cos \psi_B - I_A \times \cos \psi_A}{AB}\right),$$

- se determina un valor de ángulo ψ_2 por medio de la siguiente relación:

$$\psi_2 = \arccos\left(\frac{I_{3B}^2 + AB^2 - I_{3A}^2}{2 \times I_{3B} \times AB}\right)$$

10 donde I_{3A} e I_{3B} son respectivamente una medición de la intensidad de la corriente individual particular (I_3) antes del cambio y una medición de la intensidad de la corriente individual particular (I_3) después del cambio.

5. Procedimiento según la reivindicación 4, **caracterizado porque** la etapa b) comprende una subetapa en la que:

- se determina la potencia individual particular después del cambio por medio de la siguiente relación:

$$P_{3B} = U \times I_{3B} \times \sin(\psi_1 + \psi_2)$$

15 donde P_{3B} y U son respectivamente dicha potencia individual particular después del cambio y la medición de la tensión global (U).

6. Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 4 y 5, **caracterizado porque** comprende una etapa en la que:

20

- se determina el desfase de la corriente individual particular (I_3) después del cambio, por medio de la siguiente relación:

$$\psi_{3B} = \pi / 2 - (\psi_1 + \psi_2)$$

donde ψ_{3B} es el desfase de la corriente individual particular (I_3) después del cambio.

7. Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque**, en la etapa b), se elimina una solución aberrante (S') entre dos soluciones posibles (S, S').

25

8. Instalación eléctrica de corriente alterna, que incluye un grupo de varias ramas de distribución individual (4) conectadas en paralelo, así como un sistema de supervisión (6, 7, 9) adaptado para efectuar en el tiempo y registrar unas mediciones de la tensión global (U) de alimentación del grupo de varias ramas (4), así como unas mediciones de los valores de intensidad y de desfase (I_A , I_B , ψ_A , ψ_B) de una corriente global (I) de alimentación del grupo de varias ramas (4), **caracterizada porque** el sistema de supervisión (6, 7, 9) está adaptado para efectuar en el tiempo y registrar unas mediciones de la intensidad (I_{3A} , I_{3B}) de una corriente individual particular (I_3) que circula en una rama particular (4) entre las ramas del grupo, incluyendo el sistema de supervisión un dispositivo calculador (9) que tiene la capacidad:

30

- de detectar un cambio en cuanto al consumo eléctrico en la rama particular (4) y
 - utilizando una medición de la tensión global (U) sustancialmente constante durante el cambio, unas mediciones de los valores de intensidad y de desfase (I_A , I_B , ψ_A , ψ_B) de la corriente global (I) antes y después del cambio, así como unas mediciones de las intensidades (I_{3A} , I_{3B}) de la corriente individual particular (I_3) antes y después del cambio, de determinar una potencia individual particular consumida en la rama particular (4).

35

comprendiendo dicho dispositivo calculador (9) unos medios para conducir un procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7.

40

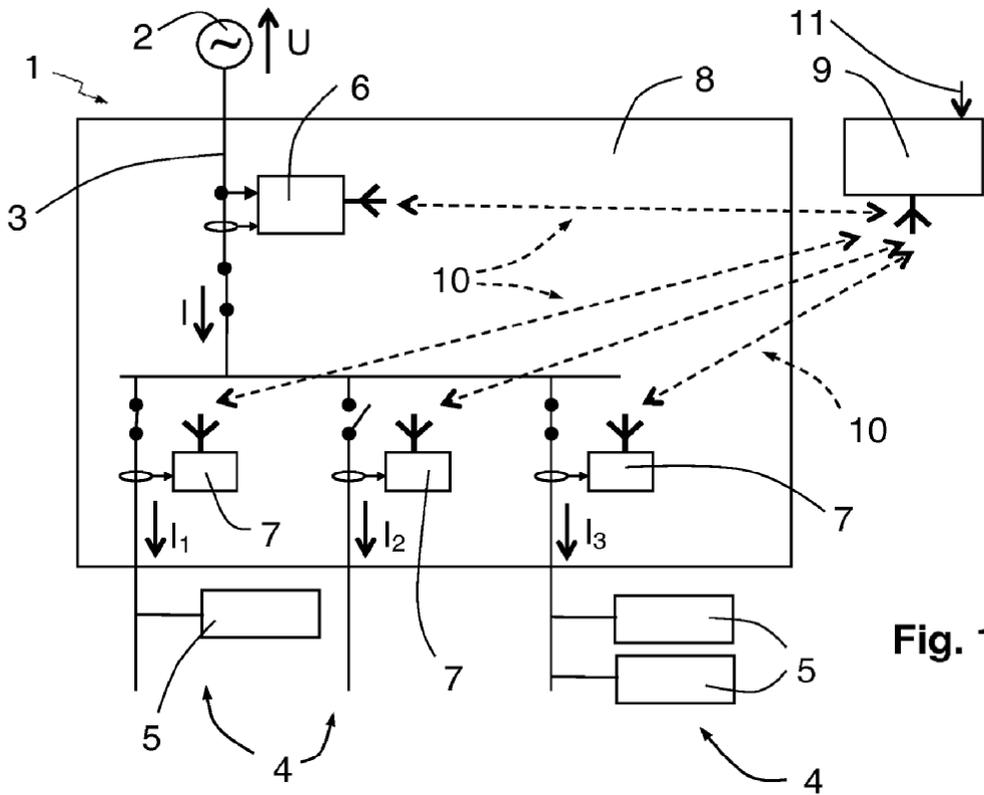


Fig. 1

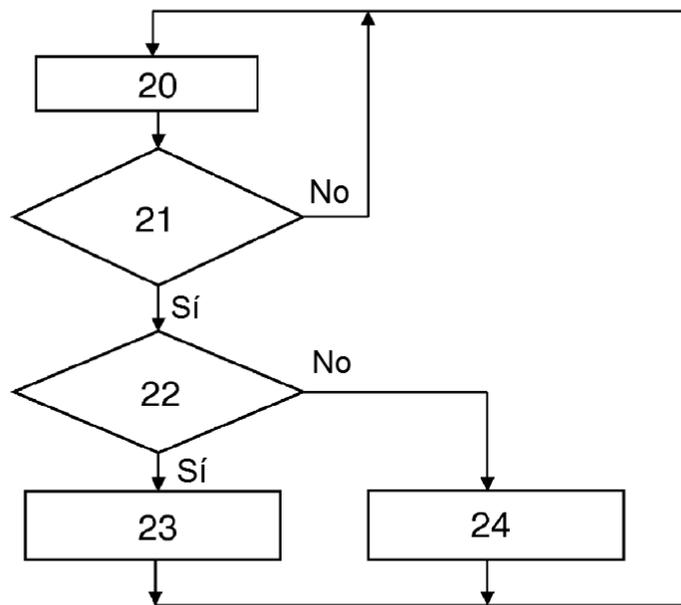


Fig. 2

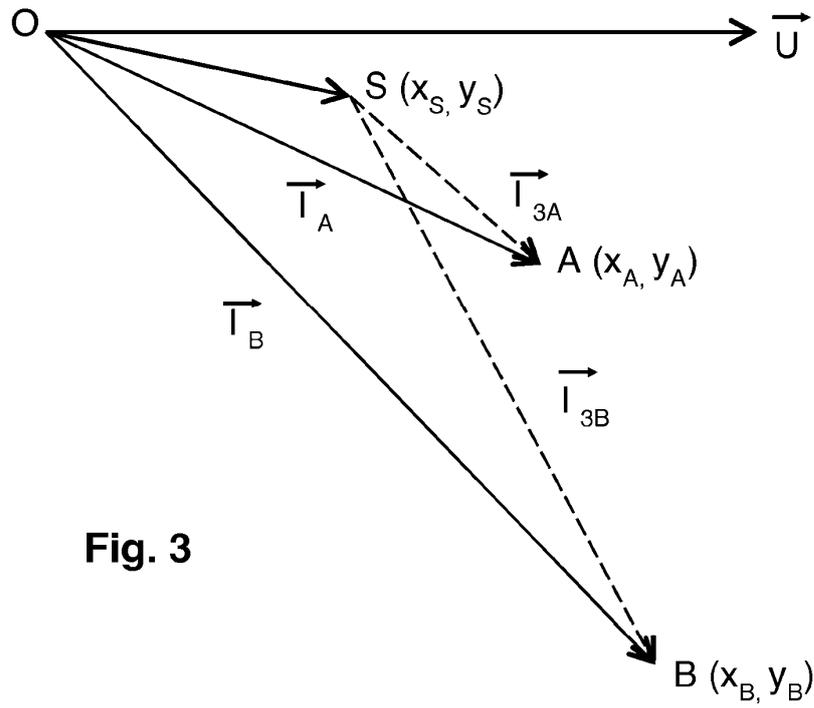


Fig. 3

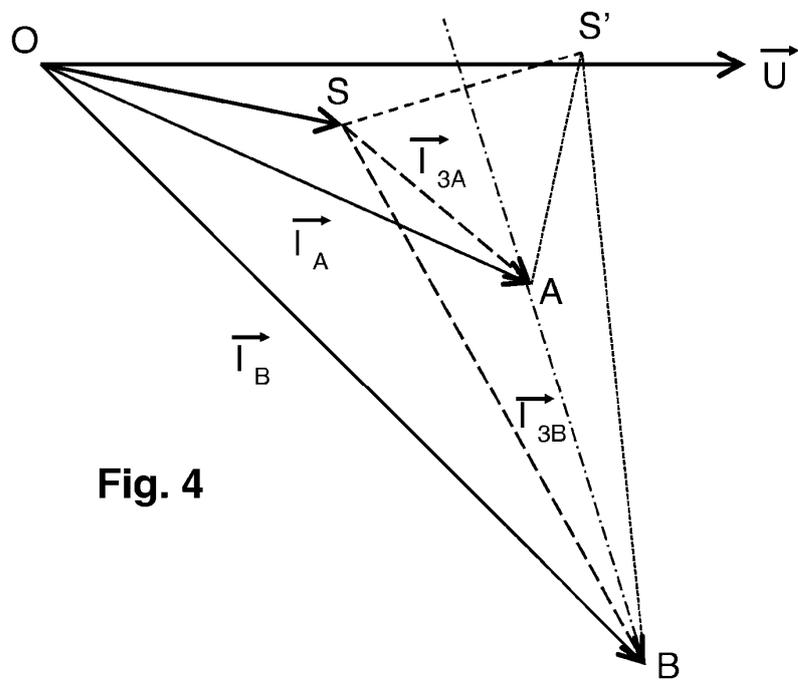


Fig. 4

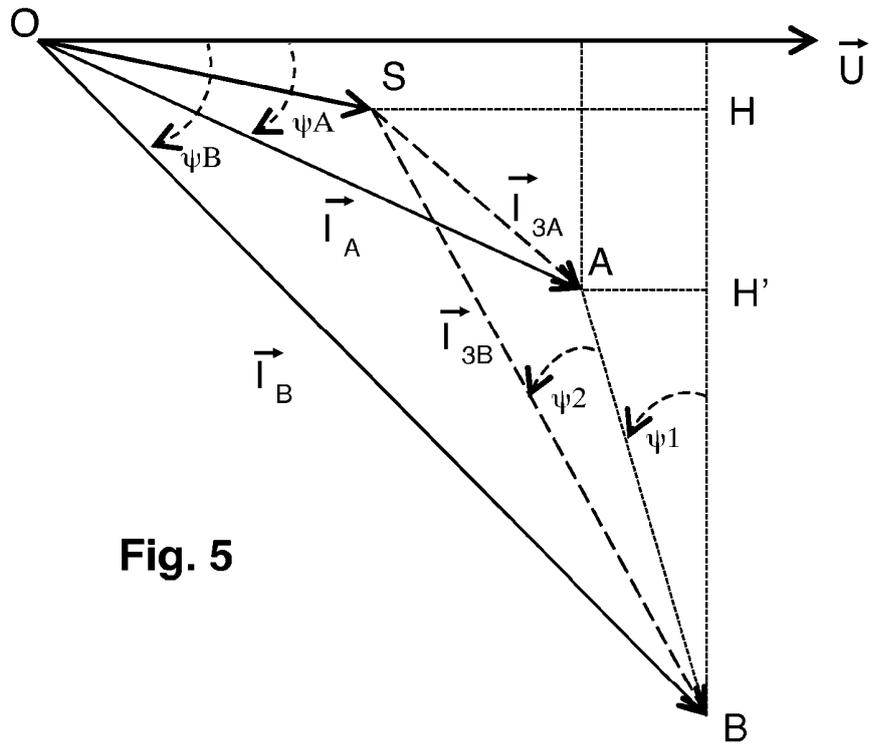


Fig. 5

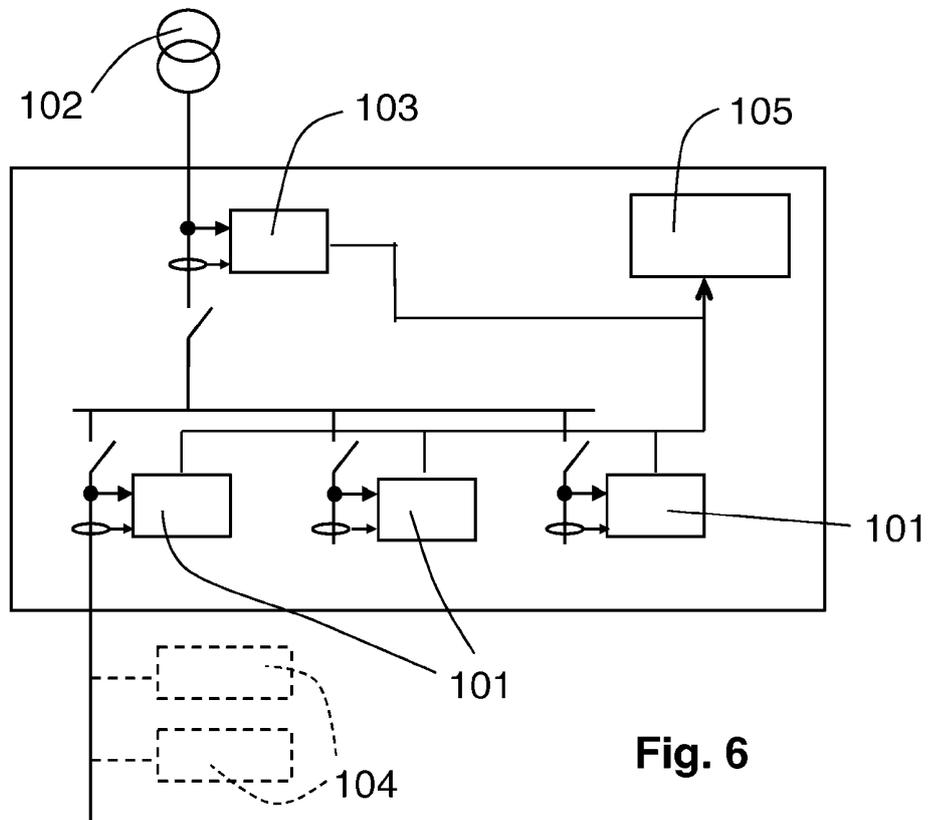


Fig. 6