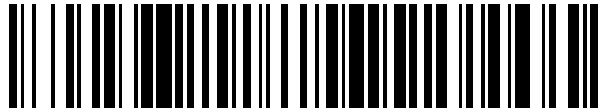


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 433 200**

51 Int. Cl.:

**H05B 37/03**

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **29.06.2007** **E 07786947 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **31.07.2013** **EP 2165578**

54 Título: **Dispositivo y procedimiento para detectar un fallo de farola**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**09.12.2013**

73 Titular/es:

**ENEL DISTRIBUZIONE S.P.A. (100.0%)  
VIA OMBRONE 2  
00198 ROMA, IT**

72 Inventor/es:

**VERONI, FABIO**

74 Agente/Representante:

**FÚSTER OLAGUIBEL, Gustavo Nicolás**

**ES 2 433 200 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**

Dispositivo y procedimiento para detectar un fallo de farola

5 La presente invención se refiere a un dispositivo para detectar un fallo de al menos una farola de una pluralidad de farolas que pueden conectarse en común a una fuente de alimentación de CA. La presente invención también se refiere a un procedimiento para detectar un fallo de dicha farola, y a un producto de programa informático adaptado para hacer que un procesador o un microcontrolador lleven a cabo el procedimiento para detectar un fallo de dicha farola.

10 Generalmente, una lámpara o múltiples lámparas pueden colocarse en ubicaciones alejadas del operador que está interesado en un funcionamiento correcto de esta lámpara o estas lámparas. Por ejemplo, puede colocarse una pluralidad de farolas a determinados intervalos a lo largo de un camino o calle como una cadena de lámparas. Por razones de seguridad, una avería de una o más de las lámparas de una cadena debería detectarse en un tiempo bastante corto. De manera convencional, la detección de averías se realiza en intervalos regulares, por ejemplo, una vez al mes, por personas que tienen que inspeccionar cada lámpara personalmente mientras a las lámparas se les suministra energía eléctrica. Esta inspección es extremadamente costosa, e incluso puede ocurrir que una lámpara falle inmediatamente después de haber realizado la inspección, o que falle sólo temporalmente durante condiciones de funcionamiento específicas. Por otra parte, incluso en el caso de detección de averías, un responsable de mantenimiento sólo podrá saber la razón de la avería examinando individualmente los componentes de la lámpara averiada.

Se han desarrollado diversos enfoques para superar estas desventajas.

25 Un enfoque para la detección de fallos en lámparas conocido por el documento EP-0.746.183-A1 se basa en determinar para cada lámpara individual durante el funcionamiento de la lámpara del ángulo de fase entre la tensión y la corriente suministradas a la lámpara. Si el ángulo de fase determinado está dentro de un intervalo de tolerancia recomendado, la lámpara se considera libre de fallos. En caso contrario, se detecta un fallo de esta lámpara. Cada lámpara tiene su propio módulo de detección de fallos. Este tipo de detección de fallos es, por consiguiente, caro.

30 Para determinar el ángulo de fase, a su vez, se conocen diversos enfoques, tal como se menciona, por ejemplo, en el documento EP-0.746.183-A1.

35 Según el documento EP-0.746.183-A1, un enfoque para determinar el ángulo de fase es medir el tiempo entre un paso por cero de la tensión suministrada a una lámpara respectiva y un paso por cero de la corriente para el mismo periodo. Este enfoque se basa en la suposición de que la tensión y la corriente aplicadas corresponden a curvas sinusoidales ideales desplazadas en el tiempo una con respecto a otra. Sin embargo, en realidad la tensión y la corriente suministradas a la lámpara se distorsionan, por ejemplo, debido a la presencia de armónicos de orden superior y efectos de componentes no lineales. Por tanto, este enfoque da como resultado una detección bastante imprecisa y poco fiable del estado de una lámpara.

40 Otro enfoque, según el documento EP-0.746.183-A1, para determinar el ángulo de fase es el siguiente. Basándose en mediciones instantáneas de ondas de tensión y de corriente, teniendo en cuenta perturbaciones debidas a armónicos de orden superior y efectos no lineales, se determina la potencia activa, P, absorbida por la lámpara y la potencia aparente relacionada, S. Un microprocesador realiza cálculos basándose en la relación entre la potencia activa P y la potencia aparente S y obtiene un ángulo de fase para el ángulo entre tensión y corriente para el periodo en consideración. A continuación, se detecta el estado de la lámpara basándose en el ángulo de fase obtenido. Sin embargo, la magnitud del cambio del ángulo de fase puede ser muy pequeña para algunos tipos específicos de fallos. Por tanto, el cálculo de potencia activa P y potencia aparente S requiere operaciones de alta precisión.

50 A partir del documento WO-95/04.446 se conoce cómo evaluar una tensión y una corriente suministradas en común a una pluralidad de lámparas para la detección de fallos. Según este enfoque, es posible determinar si al menos una de la pluralidad de lámparas se ha averiado. Sin embargo, cuando se realiza una detección de fallos no sólo para una única lámpara sino para una pluralidad de lámparas conectadas en común a una fuente de alimentación de CA, se debilita la variación del ángulo de fase provocada por una lámpara averiada, en comparación con el caso de una sola lámpara, por el resto de lámparas libres de fallos de la pluralidad de lámparas debido a un efecto de promediado. Por tanto, en el caso de una pluralidad de lámparas que se alimentan en común de una fuente de alimentación, se requiere una precisión incluso superior para determinar el ángulo de fase entre tensión y corriente en el punto en el que las lámparas están conectadas en común a la fuente de alimentación.

60 **Resumen de la invención**

La presente invención pretende proporcionar un dispositivo y un procedimiento para detectar de manera fiable un fallo de al menos una farola entre una serie de farolas que están conectadas en común a una fuente de alimentación de CA.

Según la presente invención, un dispositivo para detectar un fallo de al menos una farola de una pluralidad de farolas que pueden conectarse en común a una fuente de alimentación de CA, comprende una sección para obtener un valor de una medida de potencia activa,  $P$ , representativa de la potencia activa total,  $P_t$ , suministrada por la fuente de alimentación de CA a la pluralidad de farolas; una sección para obtener un valor de una medida de potencia reactiva,  $Q$ , representativa de la potencia reactiva total,  $Q_t$ , suministrada por la fuente de alimentación de CA a la pluralidad de farolas; una sección para detectar una variación,  $\Delta P$ , en el valor de medida de potencia activa obtenido; una sección para detectar una variación,  $\Delta Q$ , en el valor de medida de potencia reactiva obtenido; y una sección de determinación de fallos para determinar si se ha producido un fallo de al menos una farola, basándose en las variaciones detectadas en el valor de medida de potencia activa obtenido y en el valor de medida de potencia reactiva obtenido.

En el sentido más general, los términos medida de potencia activa y medida de potencia reactiva se refieren a medidas de potencia que son ortogonales entre sí. Debido a las características ortogonales o al menos casi ortogonales de la medida de potencia activa y la medida de potencia reactiva puede detectarse cualquier variación de la medida de potencia activa menos dependiente de una variación de la medida de potencia reactiva y viceversa. Por tanto, la evaluación de las medidas de potencia activa y reactiva permite una mayor precisión en la detección de cualquier cambio de la relación de tensión y corriente. Esto permite detectar un fallo de una lámpara individual en una pluralidad de lámparas conectadas en común a una fuente de alimentación de CA con mayor fiabilidad. Por otra parte, según la presente invención, es posible una detección de fallos para un mayor número de lámparas conectadas en común a una fuente de alimentación de CA. Por otra parte, algunas formas de realización de la presente invención permiten determinar el tipo de fallo que se ha producido en una lámpara.

Una entre un gran número de medidas de potencia activa  $P$  adecuadas sería un promedio durante un periodo,  $T$  en lo sucesivo, de la tensión de la fuente de alimentación o un número entero de periodos  $nT$ , del producto de la tensión de alimentación instantánea,  $u(t)$  en lo sucesivo, y la corriente de alimentación,  $i(t)$  en lo sucesivo, de la pluralidad de lámparas. Otra medida de potencia activa  $P$  adecuada sería un promedio con respecto a los productos de muestras de  $u(t)$  e  $i(t)$  tomadas durante uno o un número entero de periodos  $T$ . Estas y otras medidas de potencia activa adecuadas se basan, por ejemplo, en la integral durante uno o más periodos  $T$  del producto de  $u(t)$  e  $i(t)$  o se basan en una discreta en el tiempo y el equivalente cuantificado de la misma.

Una entre un gran número de medidas de potencia reactiva  $Q$  adecuadas sería un promedio durante el periodo  $T$  o un múltiplo entero del mismo, del producto de una tensión de alimentación instantánea desplazada en el tiempo  $u(t-T/4)$  y la corriente de alimentación instantánea  $i(t)$ . También serían adecuadas otras cantidades de desplazamiento en el tiempo  $\pm T(1+2m)/4$ , con  $m$  número entero, para  $u(t)$ . Otra medida de potencia reactiva  $Q$  adecuada sería un promedio durante uno o un número entero de periodos  $T$  de los productos de muestras desplazadas en el tiempo de la tensión  $u(t)$  y muestras de  $i(t)$ , correspondiendo el desplazamiento en el tiempo a  $T(1+2m)/4$  para cualquier número entero  $m$  incluyendo el cero, por ejemplo,  $m=1$ . Estas y otras medidas de potencia reactiva adecuadas se basan, por ejemplo, en el número entero o una discreta en el tiempo y equivalente cuantificada de la misma, durante uno o más periodos  $T$  del producto de  $u(t)$  e  $i(t)$ , habiéndose desplazado  $u(t)$  e  $i(t)$  entre sí  $T(1+2m)/4$ , siendo  $m$  un número entero que incluye el cero.

Para la evaluación de estas medidas, están disponibles fácilmente en el mercado circuitos analógicos así como circuitos digitales como circuitos de muestreo y retención, circuitos de conversión A/D, circuitos de multiplicación y suma, dedicados, programables o empotrados. Para obtener valores de medida de potencia activa y reactiva, también pueden adoptarse soluciones de circuito integrado para aplicaciones de medición de energía eléctrica que están fácilmente disponibles en el mercado.

Es importante observar que la definición de la medida de potencia reactiva tal como se usa dentro de esta descripción no se limita a los ejemplos indicados anteriormente. Las ventajas de la presente invención pueden obtenerse cuando se usan medidas de potencia activa y reactiva que son sustancialmente ortogonales entre sí en términos geométricos.

Preferentemente, la sección de determinación de fallos está adaptada para determinar el tipo de fallo de al menos una lámpara de la pluralidad de lámparas por medio de la detección de variaciones en los valores de medida de potencia activa y reactiva obtenidos en más de unas cantidades dadas respectivas durante periodos de observación dados. Por ejemplo, si se ha detectado que el valor de medida de potencia activa obtenido ha disminuido en más de una cantidad dada durante un periodo de observación dado, y se ha detectado que la medida de potencia reactiva obtenida ha aumentado en más de una cantidad dada durante un periodo de observación dado, esto puede ser una indicación de que al menos una lámpara de la pluralidad de lámparas está afectada por un cortocircuito. La sección de determinación de fallos puede estar adaptada para determinar un fallo de lámpara por circuito abierto si se ha detectado que la medida de potencia activa obtenida ha disminuido y se ha detectado que la medida de potencia reactiva obtenida ha disminuido. La sección de determinación de fallos también puede estar adaptada para determinar un fallo de lámpara debido a un condensador desconectado si se ha detectado que la medida de potencia reactiva obtenida ha aumentado y se ha detectado que la medida de potencia activa obtenida no presenta ninguna variación por encima de una cantidad dada.

La sección de determinación de fallos también puede estar adaptada para determinar un fallo de funcionamiento cíclico de lámpara si se ha detectado que la medida de potencia activa obtenida alterna entre una disminución y un aumento y se ha detectado que la medida de potencia reactiva obtenida alterna entre un aumento y una disminución. Esto es una indicación de que al menos una lámpara de la pluralidad de lámparas presenta un funcionamiento cíclico, es decir, la lámpara muestra un comportamiento repetitivo de emisión de luz y no emisión de luz cuando se le suministra energía eléctrica.

Preferentemente, la sección para obtener un valor de medida de potencia activa comprende una sección de generación para generar impulsos de energía activa cada uno representativo de una cantidad de energía activa específica suministrada a la pluralidad de farolas. La frecuencia de los impulsos o el intervalo de tiempo entre impulsos consecutivos es una medida adecuada de la potencia activa. La sección para obtener un valor de medida de potencia activa puede comprender una sección para determinar una frecuencia,  $n/\Delta T1$ , como medida de potencia activa, en la que  $n$  es el número de impulsos de energía activa contados en un intervalo de tiempo,  $\Delta T1$ . Esta forma de realización permite una medición precisa y sencilla en caso de un consumo de energía bastante alto. Alternativamente, la sección para obtener una medida de potencia activa puede comprender una sección para determinar un intervalo de tiempo,  $\Delta T2$ , entre impulsos de energía activa generados sucesivos como medida de potencia activa. Esta forma de realización permite una medición precisa y sencilla en caso de un consumo de energía bastante bajo. Puede ser incluso más preferible una combinación lineal de estas medidas para obtener una medida de potencia activa rápida que al mismo tiempo sea insensible al ruido. Lo mismo se aplica, cambiando lo que se deba cambiar, para la sección para obtener un valor de medida de potencia reactiva. Preferentemente, la sección de generación para generar impulsos de energía activa y/o la sección de generación para generar impulsos de energía reactiva se implementan por medio de un circuito integrado de medición de energía.

Por tanto, las medidas de potencia pueden generarse de manera sencilla y precisa aprovechando los algoritmos y arquitecturas ya disponibles que se han desarrollado en el campo de la medición de energía.

Preferentemente, el dispositivo de detección de fallos según la presente invención también comprende una sección de detección de tensión para detectar una medida,  $V_m$ , representativa de la tensión de alimentación de la fuente de alimentación de CA; y una sección de ajuste de medida de potencia para ajustar el valor de medida de potencia activa obtenido y/o el valor de medida de potencia reactiva obtenido basándose en la medida detectada representativa de la tensión de alimentación de la fuente de alimentación de CA. Esto permite eliminar o reducir efectos de fluctuaciones de la fuente de alimentación de CA y consigue una resolución incluso mejor en la detección de un fallo en una entre un gran número de lámparas. Preferentemente, la sección de ajuste de medida de potencia normaliza la medida de potencia activa y/o la medida de potencia reactiva basándose en una función de normalización predefinida. La función de normalización predefinida puede tener en cuenta un comportamiento no lineal de la pluralidad de farolas. Además, la sección de ajuste de medida de potencia puede normalizar la medida de potencia activa y/o la medida de potencia reactiva mediante el cuadrado de la relación entre la medida detectada representativa de la tensión de alimentación de la fuente de alimentación de CA y una tensión de alimentación nominal,  $V_r$ .

Preferentemente, la sección para detectar una variación en la medida de potencia activa obtenida y/o dicha sección para detectar una variación en la medida de potencia reactiva obtenida comprende una sección de comparación para detectar dicha variación de la medida de potencia activa/reactiva basándose en una desviación de dicho valor obtenido de dicha medida de potencia activa/reactiva con respecto a un valor de referencia de medida de potencia activa/reactiva.

Preferentemente, la sección para detectar una variación en la medida de potencia activa/reactiva obtenida comprende una sección de compensación para obtener un promedio con respecto a una pluralidad de valores obtenidos en el pasado de dicha medida de potencia activa/reactiva, y para ajustar el valor de referencia de medida de potencia activa/reactiva basándose en el promedio obtenido. La sección de compensación puede agrupar valores de medida de potencia activa/reactiva del pasado en al menos dos grupos dependiendo de la tensión de la fuente de alimentación de CA que se aplica en el momento en que se obtuvo el valor de medida de potencia respectivo; obtener un promedio de grupo respectivo de valores de medida de potencia activa/reactiva del pasado para cada uno de los grupos; obtener un valor de referencia de grupo respectivo de una pluralidad de valores de referencia de medida de potencia activa/reactiva, dependiendo de la tensión de la fuente de alimentación de CA que se aplica en el momento en que se obtuvo el valor de medida de potencia respectivo; y ajustar el valor de referencia de grupo obtenido basándose en el promedio de grupo de valores de medida de potencia activa/reactiva del pasado que se asocia con la tensión de alimentación de CA que se aplica en el momento en que se obtiene el valor de medida de potencia activa/reactiva. La sección de comparación puede detectar dicha variación de la medida de potencia activa/reactiva basándose en una desviación de un valor de medida de potencia activa/reactiva obtenido con respecto a la referencia de grupo que se asocia con la tensión de alimentación de CA que se aplica en el momento en que se obtiene el valor de medida de potencia activa/reactiva.

La sección de compensación también puede normalizar cada uno de dicha pluralidad de valores de medida de potencia activa/reactiva sucesivos del pasado mediante un valor correspondiente a la relación entre la tensión de la fuente de alimentación de CA detectada y una tensión de alimentación nominal,  $V_r$ , y obtener dicho promedio

basándose en el valor normalizado de medida de potencia activa/reactiva del pasado.

5 La sección de comparación puede detectar preferentemente dicha variación de la medida de potencia activa/reactiva comparando la desviación con umbrales adecuados, por ejemplo, con un primer umbral,  $P_{thr-}$ ;  $Q_{thr-}$ , y con un segundo umbral,  $P_{thr+}$ ;  $Q_{thr+}$ , mayor que el primer umbral; y detectar una variación negativa si dicha desviación está por debajo de dicho primer umbral, una variación positiva si dicha desviación es mayor que el segundo umbral y ninguna variación si la desviación es mayor que el primero y menor que el segundo umbral.

10 Preferentemente, la sección para detectar una variación en la medida de potencia activa/reactiva obtenida puede ajustar uno cualquiera de los umbrales evaluando la distribución de valores de los valores de medida de potencia activa/reactiva usados para obtener el promedio con respecto a una pluralidad de valores obtenidos en el pasado de dicha medida de potencia activa/reactiva con respecto al valor de referencia de medida de potencia activa/reactiva; o bien evaluando la distribución de valores del grupo de valores de medida de potencia activa/reactiva del pasado, que se asocia con la tensión de alimentación de CA que se aplica en el momento en que se obtiene el valor de medida de potencia activa/reactiva, con respecto a la referencia de grupo que se asocia con la tensión de alimentación de CA que se aplica en el momento en que se obtiene el valor de medida de potencia activa/reactiva.

15 El promedio puede ser un promedio móvil obtenido, por ejemplo, por medio de una ventana que se mueve en el eje de tiempo para seleccionar los valores que van a incluirse en el procedimiento de promediado.

20 La sección de compensación puede ajustar además preferentemente el valor de referencia de medida de potencia activa/reactiva basándose en el promedio obtenido y en el valor de referencia de medida de potencia activa/reactiva previo.

25 Preferentemente, la sección para detectar una variación en la medida de potencia activa/reactiva obtenida puede comprender además una sección para inhibir medidas de potencia no regulares, que está adaptada de modo que ninguna medida de potencia activa/reactiva del pasado para la que la sección de determinación de fallos determinó que se produjo un fallo está representada en el promedio obtenido.

30 El promedio, la referencia o el primer umbral y/o segundo umbral se ajustan preferentemente mediante multiplicación por una medida correspondiente a la relación entre la tensión de la fuente de alimentación de CA detectada y una tensión de alimentación nominal.

35 La sección de promediado mantiene preferentemente valores del pasado de valores de medida de potencia activa/reactiva obtenidos durante periodos en los que la pluralidad de farolas no reciben potencia de la fuente de alimentación de CA. Preferentemente, se evita que dicha sección de compensación actualice el promedio durante un periodo requerido por las farolas para calentarse y/o durante periodos en los que la pluralidad de farolas no recibe potencia de la fuente de alimentación de CA. Además, puede impedirse la detección de un fallo de lámpara durante un periodo requerido por las farolas para calentarse.

40 Preferentemente, los valores de grupos de valores de medida de potencia activa/reactiva del pasado y los valores de sus promedios de grupo respectivos se inicializan, de modo que cada grupo respectivo de valores de medida de potencia activa/reactiva del pasado y su promedio de grupo respectivo obtiene el valor de un valor de referencia de grupo respectivo que preferentemente se almacena en una memoria no volátil.

45 El objetivo de la presente invención también se soluciona mediante un procedimiento para detectar un fallo de al menos una farola de una pluralidad de farolas que están conectadas en común a una fuente de alimentación de CA, que comprende las etapas de suministro de potencia desde la fuente de alimentación de CA a la pluralidad de farolas; obtención de una medida de potencia activa,  $P$ , representativa de la potencia activa total,  $P_t$ , suministrada por la fuente de alimentación de CA a la pluralidad de farolas; obtención de una medida de potencia reactiva,  $Q$ , representativa de la potencia reactiva total,  $Q_t$ , suministrada por la fuente de alimentación de CA a la pluralidad de farolas; detección de una variación,  $\Delta P$ , en la medida de potencia activa obtenida; detección de una variación,  $\Delta Q$ , en la medida de potencia reactiva obtenida; y determinación de si se ha producido un fallo de al menos una farola, basándose en las variaciones detectadas.

50 El objetivo de la presente invención también se soluciona mediante un producto de programa informático, que cuando se carga en una memoria de programa de un procesador o microcontrolador, hace que el procesador o microcontrolador lleve a cabo el procedimiento mencionado anteriormente para detectar un fallo de al menos una farola de una pluralidad de farolas que están conectadas en común a una fuente de alimentación de CA.

#### 60 **Breve descripción de los dibujos**

A continuación se ilustrarán formas de realización de la presente invención, que no deben interpretarse como limitativas del ámbito de la presente invención, con referencia a las figuras.

65 La figura 1A muestra una primera forma de realización del dispositivo para detectar un fallo de al menos una farola

según la presente invención y su disposición dentro de un sistema de alumbrado público convencional.

La figura 1B muestra una segunda forma de realización del dispositivo para detectar un fallo de al menos una farola según la presente invención y su disposición dentro de un sistema de alumbrado público convencional.

5 La figura 2 muestra un diagrama de bloques que ilustra una tercera forma de realización del dispositivo de detección de fallos según la presente invención.

10 La figura 3 muestra un diagrama de bloques que ilustra una cuarta forma de realización del dispositivo de detección de fallos según la presente invención.

La figura 4A muestra un diagrama de bloques que ilustra componentes de ejemplo de las secciones para obtener medidas de potencia activa y reactiva según una forma de realización de la presente invención en más detalle.

15 La figura 4B muestra un diagrama de bloques que ilustra componentes de ejemplo de las secciones para obtener medidas de potencia activa y reactiva según otra forma de realización de la presente invención en más detalle.

20 La figura 5 muestra un diagrama de bloques que ilustra componentes de las secciones para detectar una variación en las medidas de potencia activa y reactiva según otra forma de realización más de la presente invención en más detalle.

La figura 6 muestra un diagrama de bloques que ilustra una forma de realización de la sección de detección de fallos según la presente invención.

25 La figura 7 muestra una disposición para almacenar las medidas de potencia activa y reactiva obtenidas en función de la tensión de alimentación medida usada para el promediado a largo plazo y la consideración de efectos de envejecimiento, según la presente invención.

30 La figura 8 muestra un diagrama de flujo que ilustra un flujo de procesamiento de ejemplo realizado por el dispositivo de detección de fallos según la presente invención.

35 La figura 9 muestra variaciones de medidas de potencia activa y potencia reactiva a lo largo del tiempo para un escenario de una lámpara de funcionamiento cíclico (figura 9 (A) y (B)), y también muestra valores correspondientes de ejemplo de un contador de confirmación de fallos (figura 9 (D)) y un contador de funcionamiento cíclico (figura 9 (E)) en función del tiempo y casos de muestreo de medidas de potencia activa y reactiva (figura 9 (C)).

#### Descripción detallada de los dibujos

40 La figura 1A muestra una primera forma de realización del dispositivo para detectar un fallo de al menos una farola según la presente invención y su disposición dentro de un sistema de alumbrado público convencional.

45 Tal como se muestra en la figura 1A, una pluralidad de farolas 20 están conectadas en común por medio de líneas de suministro 31, 32 a una fuente de alimentación de CA 10. Una potencia activa total  $P_t$  se suministra desde la fuente de alimentación de CA 10 a la pluralidad de farolas 20. La potencia activa total  $P_t$  es la potencia activa consumida sustancialmente por la pluralidad de farolas 20. Además, una potencia reactiva total  $Q_t$  es la potencia que oscila sustancialmente entre la fuente de alimentación de CA 10 y la pluralidad de farolas 20.

50 Un medidor de potencia 50 está conectado a las líneas de suministro 31, 32 y obtiene medidas, por ejemplo, valores instantáneos o promediados de tensión y corriente aplicados a la pluralidad de lámparas 20, desde las líneas de suministro 31, 32. El medidor de potencia 50 puede determinar, basándose en estas medidas, una medida de potencia activa  $P$  y una medida de potencia reactiva  $Q$ , y emitir  $P$  y  $Q$  a un dispositivo de detección de fallos 100 según la presente invención. En esta forma de realización, estas medidas se han determinado fuera del dispositivo de detección de fallos 100. El medidor de potencia 50 también puede proporcionar al dispositivo de detección de fallos 100 una medida  $V$  representativa de la tensión de alimentación.

55 El dispositivo de detección de fallos 100 puede obtener una medida de potencia activa  $P$  y una medida de potencia reactiva  $Q$  desde el medidor de potencia 50. Ventajosamente, el dispositivo de detección de fallos 100 también puede obtener la medida  $V$  desde el medidor de potencia 50.

60 Tal como se muestra en la figura 1A, el dispositivo de detección de fallos 100 comprende un procesador 70, un reloj 60 que es preferentemente un reloj en tiempo real (RTC) y una memoria 80, tal como una memoria de programa, memoria no volátil, memoria de datos y una memoria intermedia de E/S. El procesador 70 puede acceder al reloj en tiempo real 60 y la memoria 80, por ejemplo, por medio de un bus (no mostrado). El dispositivo de detección de fallos 100 puede emitir una alarma, por ejemplo, activando una salida de alarma dedicada, aplicando una tensión a una de sus salidas, estableciendo o reiniciando un registro dentro o fuera del dispositivo de detección de fallos 100, etc., en caso de que se detecte un fallo de al menos una farola de la pluralidad de farolas mediante el dispositivo de

detección de fallos 100.

La figura 1B muestra una segunda forma de realización del dispositivo para detectar un fallo de al menos una farola según la presente invención y su disposición dentro de un sistema de alumbrado público convencional. En la figura 5 1B, los componentes y las medidas similares a los de la figura 1A tienen los mismos símbolos de referencia que en la figura 1A, y se omitirá una descripción detallada de los mismos.

Tal como se muestra en la figura 1B, el dispositivo de detección de fallos 100 según la presente invención comprende ventajosamente un núcleo de medición de energía 55. El núcleo de medición de energía 55 está adaptado para recibir medidas  $i$ ,  $u$  que, por ejemplo, pueden ser medidas instantáneas o promediadas de la tensión y la corriente suministradas a la pluralidad de lámparas, y puede determinar a partir de estas medidas una medida de potencia activa  $P$  y una medida de potencia reactiva  $Q$ . 10

La figura 2 muestra un diagrama de bloques que ilustra una tercera forma de realización del dispositivo de detección de fallos según la presente invención. 15

Tal como se muestra en la figura 2, la tercera forma de realización del dispositivo de detección de fallos 100 comprende una sección 120 para obtener una medida de potencia activa, una sección 130 para obtener una medida de potencia reactiva, una sección 140 para detectar una variación en la medida de potencia activa obtenida, una sección 150 para detectar una variación en la medida de potencia reactiva obtenida y una sección de determinación de fallos 300 para determinar si se ha producido un fallo de al menos una farola de la pluralidad de farolas, basándose en las variaciones detectadas en la medida de potencia activa obtenida y en la medida de potencia reactiva obtenida. 20

Las secciones 120, 130 para obtener una medida de potencia activa/reactiva reciben medidas en sus entradas, por ejemplo, medidas  $u$  e  $i$  representativas de la tensión y la corriente instantáneas o promediadas, respectivamente, suministradas a la pluralidad de lámparas desde la fuente de alimentación de CA 10. Basándose en estas medidas de entrada, la sección 120 proporciona una medida de potencia activa  $P$  en su salida, de modo que la medida de potencia activa  $P$  puede obtenerse a partir de la salida de la sección 120, y la sección 130 proporciona una medida de potencia reactiva  $Q$  en su salida, de modo que la medida de potencia reactiva  $Q$  puede obtenerse a partir de la salida de la sección 130. 25 30

La sección 140 para detectar una variación en la medida de potencia activa obtenida recibe la medida de potencia activa  $P$  desde la sección 120. La sección 140 puede detectar una variación en la medida activa obtenida  $P$  comparando la medida activa obtenida  $P$  con un primer valor de referencia. Este primer valor de referencia puede comprender un valor predeterminado, una medida de potencia activa previamente obtenida o un promedio de medidas de potencia activa previamente obtenidas. El resultado de la comparación,  $\Delta P$ , se suministra a la salida de la sección 140. Preferentemente, el resultado  $\Delta P$  se determina como una diferencia entre la medida de potencia activa  $P$  recibida desde la sección 120 y el primer valor de referencia, y a continuación se suministra a la salida de la sección 140. 35 40

La sección 150 para detectar una variación en la medida de potencia reactiva obtenida recibe la medida de potencia reactiva  $Q$  desde la sección 130. La sección 150 puede detectar una variación en la medida reactiva obtenida  $Q$  comparando la medida reactiva obtenida  $Q$  con un segundo valor de referencia. Este segundo valor de referencia puede comprender un valor predeterminado, una medida de potencia reactiva previamente obtenida o un promedio de medidas de potencia reactiva previamente obtenidas. El resultado de la comparación,  $\Delta Q$ , se suministra a la salida de la sección 150. Preferentemente, el resultado  $\Delta Q$  se determina como una diferencia entre la medida de potencia reactiva  $Q$  recibida desde la sección 130 y el segundo valor de referencia, y a continuación se suministra a la salida de la sección 150. 45 50

La sección de determinación de fallos 300 recibe medidas de las variaciones detectadas  $\Delta P$  y  $\Delta Q$  desde las secciones 140 y 150, respectivamente. La sección de determinación de fallos 300 está adaptada para determinar si se ha producido un fallo de al menos una farola basándose en las variaciones detectadas  $\Delta P$  y  $\Delta Q$ . En caso de que se determine que se ha producido un fallo, la sección de determinación de fallos 300 está adaptada para realizar una acción de alarma para notificar que se ha detectado un fallo. La acción de alarma puede implicar encender o apagar una lámpara de alarma dedicada, establecer o reiniciar uno o más registros, o enviar un mensaje a una unidad de control remoto. 55

Además, la sección de determinación de fallos 300 también puede estar adaptada para clasificar el tipo de fallo que se ha producido. El tipo de fallo puede incorporarse en la acción de alarma. 60

Se conocen diversos tipos de lámparas de farolas, es decir, dispositivos para producir luz en el entorno de una calle: lámparas de descarga, tales como lámparas monocromáticas o de sodio de baja presión, lámparas de sodio de alta presión, lámparas de vapor de mercurio, lámparas de haluro de metal; lámparas de inducción; diodos electroluminiscentes (LED); lámparas fluorescentes; y lámparas incandescentes. Naturalmente, la diversidad de 65

tipos de fallos que pueden detectarse depende del tipo de farola. Las siguientes explicaciones se centran en lámparas de descarga. Esto no debe entenderse como limitativo del ámbito de la presente invención. El principio general según la presente invención de detectar el tipo de fallo examinando las variaciones de las medidas de potencia activa y/o reactiva puede aplicarse a todos los tipos de farolas.

5 Habitualmente las lámparas de descarga de las farolas requieren medios para limitar o controlar la corriente que circula a través del componente de lámpara que emite luz, y para iniciar la lámpara con el fin de que emita luz. La parte del circuito que controla el flujo de corriente también se denomina balastro. La parte del circuito para iniciar la lámpara también se denomina cebador. Como el balastro tiene que controlar la corriente para la lámpara, el balastro se proporciona en serie con el componente de lámpara que emite luz. Una farola completa puede representarse por un circuito eléctrico equivalente que tiene una rama que tiene en serie un inductor de balastro, que representa la inductancia del balastro,  $L_b$ , un resistor, que representa la resistencia del balastro,  $R_b$ , y un resistor que representa la resistencia del componente de lámpara,  $R_h$ , que emite luz. A esta rama se le suministra energía eléctrica desde la fuente de alimentación de CA, de modo que se aplica una tensión de CA  $u(t)$  que tiene la tensión efectiva  $V_m$  a los dos extremos de esta rama, y de modo que en esta rama circula una corriente  $I_b$ . Opcionalmente, pueden proporcionarse uno o más condensadores en una rama adicional en paralelo a la rama de  $L_b$ ,  $R_b$  y  $R_h$ , con el fin de proporcionar al menos una compensación parcial del consumo de potencia reactiva de los componentes inductivos (incluyendo las farolas y las líneas de suministro) unidos a la fuente de alimentación de CA. En este caso, a través de la rama de condensador circula una corriente  $I_c$ . También puede proporcionarse al menos un condensador en paralelo con la pluralidad de farolas, es decir, este condensador no está incluido en una lámpara específica sino unido a las líneas de suministro de la pluralidad de lámparas, por ejemplo, entre las líneas de suministro 31, 32 mostradas en la figura 1A, 1B.

Cualquier componente de estos dos tipos de ramas mencionadas anteriormente puede sufrir un fallo.

25 La rama de  $L_b$ ,  $R_b$  y  $R_h$  puede sufrir una resistencia total reducida, por ejemplo, provocada por un cortocircuito de esta rama o por un cortocircuito dentro del componente de lámpara que supuestamente emitirá luz, es decir,  $R_h$  sustancialmente igual a cero. En lo sucesivo, este tipo de fallo se denominará "fallo de lámpara por cortocircuito". En caso de que una farola específica sufra un fallo de lámpara por cortocircuito, la corriente  $I_b$  aumenta en comparación con el funcionamiento regular. Debido al aumento de la corriente  $I_b$  que circula a través de la inductancia  $L_b$ , el consumo de potencia reactiva total  $Q_t$  de la cadena de farolas se incrementa (de la definición se deduce que la potencia reactiva consumida por un inductor tiene un signo positivo, y la potencia reactiva consumida por un condensador tiene un signo negativo, según se supone a lo largo de toda la descripción con fines ilustrativos y sin que se pretenda perder generalidad). Por otra parte, en este caso de un fallo de lámpara por cortocircuito, la al menos una farola averiada no emite luz. Por tanto, disminuye el consumo de potencia activa total  $P_t$  de la cadena de lámparas.

40 En caso de que se detecte una variación negativa de la medida de potencia activa y se detecte una variación positiva de la medida de potencia reactiva, la sección de determinación de fallos 300 puede adaptarse para detectar que al menos una farola de la pluralidad de farolas sufre un fallo de lámpara por cortocircuito, e iniciar una acción de alarma correspondiente.

45 Además, la rama de  $L_b$ ,  $R_b$  y  $R_h$  de una farola específica puede interrumpirse eléctricamente de modo que la corriente  $I_b$  de esta farola específica es sustancialmente cero. Entonces, la farola específica no emite luz aunque se le proporciona energía eléctrica, y disminuye la potencia activa consumida total  $P_t$ , en comparación con el funcionamiento sin fallos de la pluralidad de lámparas. Como se interrumpe el flujo de corriente  $I_b$  a través de la inductancia  $L_b$ , disminuye la potencia reactiva consumida total  $Q_t$ . En lo sucesivo, este tipo de fallo se refiere como "fallo de lámpara por circuito abierto".

50 En caso de que se detecte una variación negativa de la medida de potencia activa y también se detecte una variación negativa de la medida de potencia reactiva, la sección de determinación de fallos 300 puede estar adaptada para detectar que al menos una farola de la pluralidad de farolas sufre un fallo de lámpara por circuito abierto, e iniciar una acción de alarma correspondiente.

55 Si se proporciona un condensador en paralelo con cualquier rama de  $L_b$ ,  $R_b$  y  $R_h$ , entonces puede ocurrir que el flujo de corriente  $I_c$  a través del condensador se interrumpa o disminuya, por ejemplo, porque el condensador se haya dañado o se haya desconectado de la rama paralela de  $L_b$ ,  $R_b$  y  $R_h$ . En este caso, todas las farolas de la pluralidad de farolas pueden seguir emitiendo luz, pero aumenta el consumo de potencia reactiva debido a la compensación de potencia reactiva degradada. Por tanto, la potencia activa consumida total  $P_t$  permanece sustancialmente constante, y la potencia reactiva consumida total  $Q_t$  aumenta debido a la compensación de potencia reactiva que falta al menos parcialmente proporcionada por la rama de condensador averiada durante el funcionamiento libre de fallos. En lo sucesivo, este tipo de fallo se denomina "fallo de lámpara debido a un condensador desconectado".

65 En caso de que se detecte una medida de potencia activa sustancialmente constante y se detecte una variación positiva de la medida de potencia reactiva, la sección de determinación de fallos 300 puede estar adaptada para

detectar un fallo de lámpara debido a un condensador desconectado, e iniciar una acción de alarma correspondiente.

Además, al menos una farola de la pluralidad de farolas puede verse afectada por un funcionamiento cíclico, es decir, la lámpara muestra un comportamiento repetitivo de emisión de luz y no emisión de luz aunque se le suministra energía eléctrica de manera constante. De manera correspondiente, la potencia activa total consumida  $P_t$  disminuye cuando la lámpara cambia de emisión de luz a no emisión de luz, y aumenta cuando la lámpara cambia de no emisión de luz a emisión de luz. La potencia reactiva consumida total  $Q_t$  muestra un comportamiento correspondiente. Por tanto, la potencia activa total  $P_t$  y la potencia reactiva total  $Q_t$  disminuyen y aumentan de forma repetitiva. En lo sucesivo, este tipo de fallo se denomina "fallo de lámpara de funcionamiento cíclico".

En caso de que se detecten de forma repetitiva variaciones negativas y positivas alternas de la medida de potencia activa y también se detecten de forma repetitiva variaciones positivas y negativas alternas de la medida de potencia reactiva, la sección de determinación de fallos 300 puede estar adaptada para detectar que al menos una farola de la pluralidad de farolas puede sufrir un fallo de lámpara de funcionamiento cíclico, e iniciar una acción de alarma correspondiente.

Por otra parte, puede añadirse una carga no deseada adicional a la pluralidad de farolas, por ejemplo, si un ladrón puede ilegalmente hacer un enganche en las líneas de suministro para obtener gratis energía eléctrica. Esto provoca un aumento de la potencia activa total consumida  $P_t$ , independientemente de cualquier cambio de la potencia reactiva total consumida  $Q_t$ . En lo sucesivo, este tipo de fallo se denomina "fallo por exceso de potencia".

En caso de que se detecte un aumento de la medida de potencia activa, la sección de determinación de fallos 300 puede estar adaptada para detectar un fallo por exceso de potencia, e iniciar una acción de alarma correspondiente.

La figura 3 muestra un diagrama de bloques que ilustra una cuarta forma de realización del dispositivo de detección de fallos según la presente invención. En la figura 3, los componentes que son los mismos que los de la figura 2 se indican con los mismos números de referencia, y no se repetirá en detalle una descripción de estos componentes.

Tal como se muestra en la figura 3, la sección 120 para obtener una medida de potencia activa  $P$  puede comprender una sección de generación 220 para generar impulsos de energía activa, una sección de determinación de medida de potencia activa 240 y una sección de ajuste de medida de potencia activa 420. En la sección de generación 220 pueden generarse impulsos de energía activa, en lo sucesivo  $EP_p$ , basándose en medidas recibidas representativas de la tensión de alimentación instantánea  $u(t)$  y la corriente de alimentación instantánea  $i(t)$  o medidas promediadas de las mismas. Cada impulso de energía activa es representativo de una cantidad de energía activa específica suministrada a la pluralidad de farolas. La sección de determinación de medida de potencia activa 240 recibe los impulsos de energía activa generados desde la sección de generación 220, y determina, basándose en los impulsos de energía activa recibidos, la medida de potencia activa  $P$ . La salida de la sección de determinación de medida de potencia activa 240 proporciona la medida de potencia activa determinada.

De manera correspondiente, la sección 130 para obtener una medida de potencia reactiva  $Q$  puede comprender una sección de generación 230 para generar impulsos de energía reactiva, una sección de determinación de medida de potencia reactiva 250 y una sección de ajuste de medida de potencia reactiva 430. En la sección de generación 230 pueden generarse impulsos de energía reactiva, en lo sucesivo  $EQ_p$ , basándose en medidas recibidas representativas de la tensión de alimentación desplazada en el tiempo instantánea  $u(t-T/4)$  (como se mencionó anteriormente, también serían adecuadas otras cantidades de desplazamiento en el tiempo  $T(1+2m)/4$ , con  $m$  número entero, para  $u(t)$ ) y la corriente de alimentación instantánea  $i(t)$  o medidas promediadas de las mismas. Cada impulso de energía reactiva es representativo de una cantidad de energía reactiva específica suministrada a la pluralidad de farolas. La sección de determinación de medida de potencia reactiva 250 recibe los impulsos de energía reactiva generados desde la sección de generación 230, y determina, basándose en los impulsos de energía reactiva recibidos, la medida de potencia reactiva  $Q$ . La salida de la sección de determinación de medida de potencia reactiva 250 proporciona la medida de potencia reactiva determinada.

En la figura 4A y la figura 4B se muestran a modo de ejemplo detalles adicionales con respecto a las formas de realización de las secciones 220; 230 y 240; 250.

Tal como se muestra en la figura 4A, la sección de generación 220; 230 genera, dependiendo de las entradas  $u(t)$  e  $i(t)$ , impulsos de energía consecutivos  $EP_p$ ;  $EQ_p$  1, 2, 3, ...,  $n$ , siendo  $n$  un número natural, y emite estos impulsos a una puerta lógica conectada 241; 251, por ejemplo, una puerta  $Y$ . Otra entrada de la puerta 241; 251 está conectada al reloj 60 que emite una señal durante el intervalo de tiempo  $\Delta T_1$ , de modo que la salida de la puerta 241; 251 refleja los impulsos de la entrada de señal desde la sección de generación 220; 230 durante este intervalo de tiempo  $\Delta T_1$ , y de otro modo la salida tiene un valor constante. La salida de la puerta 241; 251 se envía a un contador 242; 252 que cuenta el número de impulsos  $EP_p$ ;  $EQ_p$  presentes durante el intervalo de tiempo  $\Delta T_1$ . El número contado se proporciona a la salida de la sección 240; 250 como medida de potencia activa  $P$ ; medida de potencia reactiva  $Q$ . Después de haber determinado el número de impulsos presentes en el intervalo de tiempo  $\Delta T_1$ , el contador se

reinicia a cero, y se repite el procedimiento anterior de contar impulsos durante el intervalo de tiempo  $\Delta T1$ . Por tanto, el resultado del recuento, proporcionado por el contador para un intervalo de tiempo específico  $\Delta T1$ , normalizado a la cantidad de  $\Delta T1$ , es equivalente a la frecuencia de los impulsos de energía para el intervalo de tiempo  $\Delta T1$ . Por tanto, la frecuencia de los impulsos de energía puede ser una medida de potencia activa/reactiva P; Q.

5 Con referencia a la figura 4B, se muestra otra forma de realización para la sección de generación 220; 230 y la sección de determinación de medida de potencia 240; 250. De manera similar a la figura 4A, la sección de generación 220; 230 genera, dependiendo de las entradas  $u(t)$  e  $i(t)$ , impulsos de energía consecutivos EPp1; EQp1 y EPp2; EQp2. La salida de la sección de generación 220; 230 está conectada a un contador 240; 250 de modo que los impulsos generados se envían al contador 240; 250. Además, el contador 240; 250 se alimenta mediante el reloj 10 60 que suministra impulsos de tiempo al contador, difundándose los impulsos de tiempo de manera sustancialmente igual en el tiempo, en el que un impulso de tiempo va seguido del siguiente impulso de tiempo después de un periodo de tiempo fijo  $\Delta T$ . El contador 240; 250 cuenta el número de impulsos de tiempo, es decir, el número de periodos de tiempo fijos  $\Delta T$  que transcurren desde el inicio del impulso de energía EPp1; EQp1 hasta el inicio del impulso de energía EPp2; EQp2. El resultado del recuento se emite como medida de potencia activa/reactiva P; Q. Después de emitir el resultado del recuento, el contador se reinicia, y se repite el procedimiento de contar impulsos de tiempo durante un intervalo de tiempo definido por la aparición de dos impulsos de energía.

20 Con referencia de nuevo a la figura 3, el dispositivo de detección de fallos puede comprender una sección de detección de tensión 400 que está adaptada para recibir en su entrada la tensión de alimentación instantánea,  $u(t)$ , o muestras de la misma, y para emitir una medida,  $V_m$ , representativa del nivel de tensión de entrada recibido. Además, como ya se mencionó, la sección 120; 130 puede comprender una sección de ajuste de medida de potencia 420; 430. Preferentemente, la sección 420; 430 está adaptada para recibir la medida  $V_m$  suministrada desde la sección de detección de tensión 400. Entonces, la sección 420; 430 puede ajustar la medida de potencia P; Q basándose en la medida  $V_m$  representativa del nivel de tensión de alimentación de la fuente de alimentación de CA. Preferentemente, la sección 420; 430 normaliza la medida de potencia P; Q mediante el cuadrado de la relación entre la medida  $V_m$  y una tensión de alimentación nominal  $V_r$ . Para facilitar la implementación, puede ser preferible realizar un procedimiento de normalización aproximado añadiendo o restando valores adecuados a/de la medida de potencia P; Q, dependiendo de la medida detectada  $V_m$ . Esto permite evitar una operación de elevación al cuadrado y división complicada, y reduce la resolución requerida para los operandos del procedimiento de normalización. Preferentemente, la sección 420; 430 puede ajustar o normalizar la medida de potencia activa y/o la medida de potencia reactiva basándose en una función de normalización predefinida. La función de normalización predefinida puede tener en cuenta el comportamiento no lineal o fenómenos de no linealidad de la pluralidad de farolas. Por ejemplo, puede conocerse que para una tensión de alimentación detectada por encima de la tensión de alimentación nominal la medida de potencia activa y/o la medida de potencia reactiva tienden a aumentar rápidamente en función de la tensión de alimentación detectada, mientras que la medida de potencia activa y/o la medida de potencia reactiva permanecen invariables para una tensión de alimentación detectada por debajo de la tensión de alimentación nominal. Entonces, la función de normalización predefinida puede estar adaptada para realizar un ajuste pequeño o ninguno de la medida de potencia activa y/o la medida de potencia reactiva en el último caso, y para ajustar intensamente la medida de potencia activa y/o la medida de potencia reactiva para una tensión de alimentación detectada por encima de la tensión de alimentación nominal. Esto permite un ajuste mejorado de las medidas de potencia activa y/o las medidas de potencia reactiva, y por tanto también una detección de fallos mejorada.

45 La figura 5 muestra un diagrama de bloques que ilustra componentes de las secciones para detectar una variación en las medidas de potencia activa y reactiva según otra forma de realización más de la presente invención en más detalle. En la figura 5, los componentes que son los mismos que los de las figuras 2 y 3 se indican con los mismos números de referencia, y no se repetirá en detalle una descripción de estos componentes.

50 Tal como se muestra en la figura 5, la sección 140 para detectar una variación en la medida de potencia activa obtenida P puede comprender una primera sección de compensación 620, una primera sección de comparación 625 y una sección para inhibir medidas de potencia activa no regulares 622, 623. Como se muestra a modo de ejemplo en la figura 5, la sección para inhibir medidas de potencia activa no regulares 622, 623 comprende una puerta de transferencia 623 que recibe en una de sus entradas medidas de potencia activa obtenidas P, y recibe en una 55 entrada de control una señal desde una salida de la puerta NO-O 622. La puerta NO-O 622, a su vez, se alimenta por una pluralidad de indicadores que pretenden permitir o impedir que una medida de potencia activa obtenida pase a través de la puerta de transferencia 623. Si al menos un indicador se establece a un nivel alto, se evita que la medida de potencia activa obtenida pase a través de la puerta de transferencia 623. En caso contrario, la salida de la puerta de transferencia 623 refleja la medida de potencia activa obtenida. La medida de potencia activa obtenida 60 introducida en la sección 140 se envía a la primera sección de comparación 625, y, a través de la sección para inhibir medidas de potencia activa no regulares 622, 623, a la primera sección de compensación.

65 Tal como se muestra en la figura 5, la sección 150 para detectar una variación en la medida de potencia reactiva obtenida Q puede comprender una segunda sección de compensación 630, una segunda sección de comparación 635 y una sección para inhibir medidas de potencia reactiva no regulares 632, 653. Como la estructura y las

funciones de la sección 150 básicamente corresponden a la de la sección 140, con la salvedad de que la sección 150 funciona sobre las medidas de potencia reactiva obtenidas y no sobre las medidas de potencia activa obtenidas, se omitirá una descripción detallada de la sección 150.

5 La primera sección de compensación 620 proporciona en una de sus salidas un valor de referencia de medida de potencia activa,  $P_{ref}$ , que se envía a la sección de comparación 625. Tal como se muestra en la figura 5, el valor de referencia  $P_{ref}$  puede restarse de la medida de potencia activa obtenida  $P$ , con el fin de detectar la variación,  $\Delta P$ , de la medida de potencia activa obtenida. A continuación, se pretende que el valor de referencia de medida de potencia activa  $P_{ref}$  sea el valor objetivo para las medidas de potencia activa obtenidas.

10 Además, la primera sección de compensación 620 puede tener dos salidas adicionales para emitir un primer y un segundo valor umbral,  $P_{thr-}$  y  $P_{thr+}$ , en el que el primer umbral es menor que el segundo umbral. Estos umbrales pueden usarse para mejorar la detección de una variación en la medida de potencia activa obtenida, tal como se explicará en más detalle con referencia a la figura 6.

15 La primera y/o segunda sección de compensación 620, 630 puede estar adaptada para realizar operaciones con el fin de reflejar efectos de envejecimiento. Debido al envejecimiento, las características de una farola cambiarán con el tiempo, aunque muy lentamente. Esto distingue los efectos de envejecimiento de la aparición repentina de una avería en una lámpara. Por ejemplo, el consumo de potencia reactiva de una cadena de farolas puede aumentar lentamente con el tiempo, mientras que el consumo de potencia activa puede disminuir lentamente con el tiempo. A continuación, se explicarán funciones y operaciones adicionales de ejemplo de las secciones de compensación 620, 20 630 para tener en cuenta una variación a largo plazo de las características de la lámpara y variaciones en el nivel de tensión de alimentación.

25 Las secciones de compensación primera y segunda 620, 630 pueden estar adaptadas para obtener un promedio, en lo sucesivo  $P_{avg}$ ;  $Q_{avg}$ , con respecto a una pluralidad de valores obtenidos en el pasado de la medida de potencia activa y la medida de potencia reactiva, respectivamente. Las secciones 620, 630 pueden estar adaptadas para ajustar la referencia de medida de potencia activa  $P_{ref}$  y la referencia de medida de potencia reactiva  $Q_{ref}$ , respectivamente, basándose en el promedio obtenido  $P_{avg}$  y  $Q_{avg}$ , respectivamente. Por tanto, los valores de referencia  $P_{ref}$  y  $Q_{ref}$  pueden cambiar dependiendo del promedio de las medidas de potencia obtenidas. Para tener 30 en cuenta variaciones en el nivel de tensión de alimentación, las secciones de compensación primera y segunda 620, 630 están adaptadas preferentemente para dividir la pluralidad de medidas de potencia activa y medidas de potencia reactiva del pasado en al menos dos grupos dependiendo de la tensión de la fuente de alimentación de CA que se aplica en el momento en que se obtuvo el valor de medida de potencia respectivo. A continuación, las secciones de compensación primera y segunda 620, 630 pueden determinar un promedio de grupo respectivo de 35 valores de medida de potencia activa y reactiva del pasado para cada uno de los grupos. Con referencia a la figura 7 se explicará en más detalle una estructura de memoria adecuada para estas operaciones de las secciones de compensación 620, 630.

40 Tal como se muestra en la figura 7, una estructura de memoria adecuada para almacenar medidas de potencia activa y reactiva obtenidas del pasado como grupos puede comprender una tabla de  $h$  filas y  $N$  columnas. Cada fila  $a, b, \dots, h$  puede almacenar  $N$  medidas de potencia del pasado  $P; Q$ . Cada fila/grupo está asociado a un intervalo respectivo de la tensión de alimentación aplicada detectada, de modo que las medidas de potencia almacenadas en una fila respectiva se asocian al intervalo de tensión respectivo de ese grupo. Supóngase, por ejemplo, que se han 45 obtenido medidas de potencia  $(P_k; Q_k) \dots (P_{k+3}; Q_{k+3})$ , en las que  $(P_k; Q_k)$  y  $(P_{k+2}; Q_{k+2})$  se han obtenido cuando se determinó que la tensión de alimentación aplicada estaba en el intervalo de 224 a 226 voltios,  $(P_{k+1}; Q_{k+1})$  se han obtenido cuando se determinó que la tensión de alimentación aplicada estaba en el intervalo de 222 a 224 voltios, y  $(P_{k+3}; Q_{k+3})$  se han obtenido cuando se determinó que la tensión de alimentación aplicada estaba en el intervalo de 226 a 228 voltios. A continuación, tal como se muestra en la figura 7,  $(P_k; Q_k)$  y  $(P_{k+2}; Q_{k+2})$  se 50 almacenarán en el grupo e,  $(P_{k+1}; Q_{k+1})$  se almacenarán en el grupo d y  $(P_{k+3}; Q_{k+3})$  se almacenarán en el grupo f.

Preferentemente, las secciones de compensación 620, 630 pueden normalizar cada uno de los valores de medida de potencia activa y reactiva sucesivos del pasado mediante un valor correspondiente a la relación entre el nivel de 55 tensión de la fuente de alimentación de CA detectado y un nivel de tensión de alimentación nominal, y pueden obtener los promedios de grupo basándose en los valores de medida de potencia activa y reactiva del pasado normalizados.

60 Por otra parte, tal como se muestra en la figura 7, la estructura de memoria de ejemplo comprende un vector de promedio de grupo, en lo sucesivo  $(P_{avg}; Q_{avg})$ , de  $h$  elementos  $(P_{avg_a}; Q_{avg_a}), (P_{avg_b}; Q_{avg_b}), \dots, (P_{avg_h}; Q_{avg_h})$ . Cada elemento del vector de promedio de grupo está asociado a una fila/grupo de la tabla de  $h$  filas y  $N$  columnas de la figura 7, y un elemento respectivo del vector de promedio de grupo almacena el promedio de su fila asociada. Por ejemplo, el elemento de vector de promedio de grupo  $(P_{avg_e}; Q_{avg_e})$  contiene el valor promedio de las últimas  $N$  medidas de potencia activa anteriores obtenidas cuando se determinó que la tensión de alimentación aplicada estaba en el intervalo de 224 a 226 voltios, lo que corresponde a almacenar estas muestras en el grupo e. 65 Naturalmente, no es necesario proporcionar un vector de promedio de grupo separado, puesto que los elementos de

promedio de grupo también pueden almacenarse en una de las N columnas de la tabla, cuando sólo N-1 muestras de potencia anteriores se almacenan en una fila.

Además, tal como se muestra en la figura 7, la estructura de memoria adecuada comprende un vector de referencia de grupo, en lo sucesivo (Pref; Qref), de h elementos (Prefa; Qrefa), (Prefb; Qrefb),..., (Prefh; Qrefh). Cada elemento del vector de referencia de grupo está asociado a una fila/grupo de la tabla de h filas y N columnas de la figura 7, y un elemento respectivo del vector de referencia de grupo almacena la referencia de medida de potencia de su fila asociada. Por ejemplo, el elemento de vector de referencia de grupo (Prefe; Qrefe) contiene el valor de referencia que va a usarse en la sección de compensación 620, 630 para proporcionar una entrada a la sección de comparación 625, 635 cuando se determinó que la tensión de alimentación aplicada estaba en el intervalo de 224 a 226 voltios.

Preferentemente, el vector de referencia de grupo se almacena en una memoria no volátil. Preferentemente, para la primera instalación del dispositivo de detección de fallos 100 en una pluralidad de farolas, el vector de referencia de grupo se crea según las características de la red de la pluralidad de farolas. Preferentemente, en la puesta en marcha, cada elemento de la tabla para almacenar valores de medida de potencia activa y reactiva del pasado, como se muestra a modo de ejemplo en la figura 7, se inicializa con el elemento de vector de referencia de grupo correspondiente. Por ejemplo, cada uno de los N elementos del grupo e de la tabla se inicializará con el elemento de vector de referencia de grupo correspondiente (Prefe; Qrefe) en la puesta en marcha. De manera similar, en la puesta en marcha, cada elemento del vector de promedio de grupo se inicializa con el elemento de vector de referencia de grupo correspondiente. Por ejemplo, el elemento de vector de promedio de grupo e puede inicializarse con el elemento de vector de referencia de grupo correspondiente (Prefe; Qrefe) en la puesta en marcha.

Preferentemente, se excluirán del procedimiento de promediado los valores de medida de potencia obtenidos, que hacen que la sección de determinación de fallos 300 detecte un fallo, es decir, tales valores de medida de potencia no se almacenarán en un grupo respectivo de la estructura de memoria adecuada, que se muestra a modo de ejemplo en la figura 7. Esto puede conseguirse de varias maneras. Por ejemplo, la sección de detección de fallos 300, después de determinar que se ha producido un fallo basándose en las medidas de potencia presentes, indica a la unidad de compensación que no almacene las medidas de potencia presentes respectivas. En el caso de que las medidas de potencia presentes ya hayan sido almacenadas por la sección de compensación 620, 630, la sección de detección de fallos 300 puede indicar a la unidad de compensación que elimine estas medidas de potencia presentes almacenadas de la estructura de memoria.

Las secciones de compensación 620, 630 pueden aplicar técnicas adecuadas para obtener un promedio de los valores almacenados en una fila respectiva de la estructura de memoria mostrada a modo de ejemplo en la figura 7. Por ejemplo, las secciones de compensación pueden añadir todas las medidas de potencia activa o medidas de potencia reactiva de una fila cada vez que se almacena un valor nuevo en esa fila, y después dividir la suma resultante entre el número de valores almacenados en esa fila, por ejemplo, N. Como otro ejemplo, las secciones de compensación pueden aplicar un procedimiento de promedio móvil o un procedimiento de ventana deslizante.

Las secciones de compensación 620, 630 primera y segunda pueden estar adaptadas para ajustar el vector de referencia de grupo (Pref; Qref) basándose en el vector de promedio de grupo (Pavg; Qavg), o basándose en el vector de promedio de grupo (Pavg; Qavg) y el vector de referencia de grupo (Pref; Qref). A continuación, un elemento de vector de referencia de grupo asociado a una fila/grupo específico, por ejemplo, (Prefe; Qrefe) asociado al grupo e, puede ajustarse basándose en su elemento de vector de promedio de grupo asociado (Pavg\_e; Qavg\_e), o basándose en su elemento de vector de promedio de grupo asociado (Pavg\_e; Qavg\_e) y su propio valor (Prefe; Qrefe). Por ejemplo, este ajuste puede realizarse implementando un procedimiento de cálculo según  $Pref\_grp_{t+1} = Pref\_grp_t + k \cdot Pavg\_grp_t / (k+1)$ , en el que  $Pref\_grp_{t+1}$  es el valor de referencia nuevo Pref del grupo grp (es decir, el elemento de vector de referencia de grupo relacionado con el grupo grp) en el momento t+1,  $Pref\_grp_t$  es el valor de referencia anterior Pref del grupo grp en el momento t,  $Pavg\_grp_t$  es el promedio de grupo del grupo grp (es decir, el elemento de vector de promedio de grupo relacionado con el grupo grp) en el momento t, y  $k > 0$ ;  $k < 1$  para dar privilegio al primer término del lado derecho de la ecuación anterior;  $k > 1$  para dar privilegio al segundo término del lado derecho de la ecuación anterior.  $Pavg\_grp$  puede actualizarse antes o después de ajustar el valor de referencia de grupo. Naturalmente, el ejemplo anterior se aplica de manera equivalente para ajustar Qref.

Como se mencionó anteriormente con referencia a la figura 5, las secciones de compensación 620; 630 pueden tener cada una dos salidas para emitir un primer y un segundo valor umbral,  $P_{thr-}$  y  $P_{thr+}$ ;  $Q_{thr-}$  y  $Q_{thr+}$ , en el que el primer umbral respectivo es menor que el segundo umbral respectivo. Preferentemente, las secciones de compensación 620; 630 ajustan uno cualquiera de los umbrales,  $P_{thr-}$ ,  $P_{thr+}$ ;  $Q_{thr-}$ ,  $Q_{thr+}$ , evaluando la distribución de valores de las medidas de potencia activa y reactiva obtenidas del pasado almacenadas en la estructura de memoria adecuada, como se muestra a modo de ejemplo en la figura 7, con respecto al elemento de vector de referencia de grupo que se asocia con la tensión de alimentación de CA que se aplica en el momento en que se obtiene el valor de medida de potencia activa/reactiva. Los umbrales primero y segundo para un intervalo de tensión de alimentación aplicado respectivo, es decir, con respecto a un elemento de vector de referencia de grupo específico, pueden ajustarse, por ejemplo, basándose en la desviación típica de medidas de potencia activa o reactiva del pasado, por ejemplo, almacenadas en la fila respectiva de la estructura de memoria mostrada a modo

de ejemplo en la figura 7.

En la figura 6, se ilustra la función de los umbrales primero y segundo. Cada valor umbral,  $P_{thr-}$ ,  $P_{thr+}$ ;  $Q_{thr}$ ,  $Q_{thr+}$ , proporcionado desde las secciones de compensación 620; 630 mostradas en la figura 6, se envía a un comparador 320, 330, 350, 360 respectivo. La otra entrada de los comparadores 320, 330 se envía con la salida de la sección de comparación 625. La otra entrada de los comparadores 350, 360 se envía con la salida de la sección de comparación 635. Las salidas de los comparadores 320, 330 se envían a una primera lógica de detección 340 para emitir un valor indicativo de la variación detectada de la medida activa obtenida. El valor de salida,  $\Delta P_{out}$ , de la primera lógica de detección 340 es de signo negativo para una variación negativa detectada, es cero si no se detecta ninguna variación, es de signo positivo para una variación positiva detectada. Las salidas de los comparadores 350, 360 se envían a una segunda lógica de detección 370 para emitir un valor indicativo de la variación detectada de la medida reactiva obtenida. El valor de salida,  $\Delta Q_{out}$ , de la segunda lógica de detección 370 es de signo negativo para una variación negativa detectada, es cero si no se detecta ninguna variación, es de signo positivo para una variación positiva detectada. Los valores de salida de las lógicas de detección 340, 370 primera y segunda se envían a través de un conmutador respectivo, que se controla mediante una sección inhibidora 390, a una lógica de detección final 380 que está adaptada para detectar la aparición de un fallo y su tipo. La lógica de detección final 380 puede almacenar una pluralidad de valores de salida del pasado  $\Delta P_{out}$ ,  $\Delta Q_{out}$  de las lógicas de detección primera y segunda. Si varios valores sucesivos de  $\Delta P_{out}$  son de signo negativo y varios valores sucesivos de  $\Delta Q_{out}$  son de signo positivo, entonces se detecta un fallo de lámpara por cortocircuito, y se activa una alarma, por ejemplo, encendiendo la lámpara 911. Si varios valores sucesivos de  $\Delta P_{out}$  son de signo negativo y varios valores sucesivos de  $\Delta Q_{out}$  son de signo negativo, entonces se detecta un fallo de lámpara por circuito abierto, y se activa una alarma, por ejemplo, encendiendo la lámpara 921. Si varios valores sucesivos de  $\Delta P_{out}$  son cero y varios valores sucesivos de  $\Delta Q_{out}$  son de signo positivo, entonces se detecta un fallo debido a un condensador desconectado, y se activa una alarma, por ejemplo, encendiendo la lámpara 931. Si varios valores sucesivos de  $\Delta P_{out}$  son de signo negativo y varios valores sucesivos de  $\Delta Q_{out}$  son de signo positivo, interrumpidos por valores de  $\Delta P_{out}$ ,  $\Delta Q_{out}$  de cero, entonces se detecta un fallo de lámpara de funcionamiento cíclico, y se activa una alarma, por ejemplo, encendiendo la lámpara 941. Si varios valores sucesivos de  $\Delta P_{out}$  son de signo positivo, independientemente de los valores de  $\Delta Q_{out}$ , entonces se detecta un fallo por exceso de potencia, y se activa una alarma, por ejemplo, encendiendo la lámpara 951.

La sección inhibidora 390 controla el conmutador respectivo de modo que se inhibe una detección de fallos durante un periodo de calentamiento de la pluralidad de farolas. Por otra parte, la sección inhibidora 390 inicia la inicialización del vector de promedio de grupo con valores respectivos del vector de referencia de grupo.

La figura 8 muestra un diagrama de flujo que ilustra un flujo de procesamiento de ejemplo realizado por el dispositivo de detección de fallos según la presente invención.

Tras el inicio, S200, del dispositivo de detección de fallos según la invención, se comprueba, en la etapa S205, si ha terminado la puesta en marcha, es decir, el periodo requerido para el calentamiento de las farolas. Tras terminar la puesta en marcha, en la etapa S210, se inicializa un contador de funcionamiento cíclico Cyc a cero. A continuación, en la etapa S212, se inicializan los contadores de confirmación de fallos Cnt1, Cnt2, Cnt3, Cnt4 a N1, N2, N3 y N4, respectivamente.

En la siguiente etapa S220, se obtiene una medida de potencia activa P y una medida de potencia reactiva Q. Estas medidas pueden corregirse, por ejemplo, normalizarse mediante la relación entre la tensión suministrada y la tensión de alimentación nominal, o basándose en una función de normalización predefinida que puede tener en cuenta un comportamiento no lineal de la pluralidad de farolas.

A continuación, en la etapa S230, se determina si se ha detectado una disminución de la medida de potencia activa. En caso de que se determine en la etapa S230 que se ha detectado una disminución, entonces se determina en la etapa S240 si se ha detectado una disminución de la medida de potencia reactiva Q.

En caso de que se determine que no se ha detectado ninguna disminución de la medida de potencia reactiva Q, entonces se rebaja el contador Cnt1 en la etapa S241, y se comprueba en la etapa S242 si el contador Cnt1 es igual a o menor que cero. El contador Cnt1 se usa para evitar una señalización errónea debida a mediciones falsas o debida a efectos de funcionamiento cíclico. Si el contador Cnt1 es igual a o menor que cero, entonces se detecta un fallo de lámpara por cortocircuito en la etapa S243, y el procedimiento avanza a la etapa S280. Si en la etapa S242 no se determina que el contador Cnt1 es igual a o menor que cero, entonces el procedimiento avanza a la etapa S220.

En caso de que se determine una disminución de la medida de potencia reactiva Q en la etapa S240, entonces se rebaja el contador Cnt2 en la etapa S245, y se comprueba en la etapa S246 si el contador Cnt2 es igual a o menor que cero. Si el contador Cnt2 es igual a o menor que cero, entonces se detecta un fallo de lámpara por circuito abierto en la etapa S247, y el procedimiento avanza a la etapa S280. Si en la etapa S246 no se determina que el contador Cnt2 es igual a o menor que cero, entonces el procedimiento avanza a la etapa S220.

Si, en la etapa S230, se determina que no se ha detectado una disminución, entonces se determina en la etapa S250 si se ha detectado un aumento de la medida de potencia activa P.

5 En caso de que se determine en la etapa S250 que se ha detectado un aumento de la medida de potencia activa P, entonces se rebaja el contador Cnt3 en la etapa S251, y se comprueba en la etapa S252 si el contador Cnt3 es igual a o menor que cero. Si el contador Cnt3 es igual a o menor que cero, entonces se detecta un fallo por exceso de potencia en la etapa S253, y el procedimiento avanza a la etapa S280. Si en la etapa S252 se determina que el contador Cnt3 no es igual a o menor que cero, entonces el procedimiento avanza a la etapa S220.

10 Si, en la etapa S250, se determina que no se ha detectado un aumento, entonces se determina en la etapa S260 si se ha detectado un aumento de la medida de potencia reactiva Q.

15 En caso de que se determine un aumento de la medida de potencia reactiva Q en la etapa S260, entonces se rebaja el contador Cnt4 en la etapa S261, y se comprueba en la etapa S262 si el contador Cnt4 es igual a o menor que cero. Si el contador Cnt4 es igual a o menor que cero, entonces se detecta un fallo debido a un condensador desconectado en la etapa S263, y el procedimiento avanza a la etapa S280. Si en la etapa S262 se determina que el contador Cnt4 no es igual a o menor que cero, entonces el procedimiento avanza a la etapa S220.

20 En caso de que se determine en la etapa 260 que no se ha detectado un aumento de la medida de potencia reactiva Q, entonces se incrementa el contador Cyc por la diferencia entre el valor inicial N1 del contador Cnt1 y el valor actual de este contador Cnt1 en la etapa S265, y se comprueba en la etapa S266 si el contador Cyc no es menor que el umbral M. Si el contador Cyc no es menor que el umbral M, entonces se detecta un fallo de lámpara de funcionamiento cíclico en la etapa S267, y el procedimiento avanza a la etapa S280. Si en la etapa S266 se determina que el contador Cyc es menor que el umbral M, entonces el procedimiento avanza a la etapa S212.

En la etapa S280, después de haber detectado un fallo, se actualizan los valores de referencia Pref y Qref.

30 La figura 9 proporciona ilustraciones adicionales con respecto al caso de una lámpara de funcionamiento cíclico. En las figuras 9 (A) y (B), se muestran las variaciones de medidas de potencia activa y potencia reactiva a lo largo del tiempo para este escenario. En las figuras 9 (D) y (E), respectivamente, se muestran valores correspondientes de ejemplo del contador de confirmación de fallos N1 y del contador de funcionamiento cíclico Cyc a lo largo del tiempo, y también se muestran en relación con casos de muestreo para obtener medidas de potencia activa y potencia reactiva, tal como se muestra en la figura 9 (C).

35 Durante el funcionamiento regular, es decir, cuando la lámpara averiada que sufre un funcionamiento cíclico todavía emite luz, las variaciones de la medida de potencia activa y de la medida de potencia reactiva permanecen cerca de cero, de modo que no se detectará una variación negativa o positiva de P y/o Q. En el momento en que la lámpara averiada deja de emitir luz, la variación de la medida de potencia activa disminuye considerablemente por debajo del umbral Pthr-, de modo que se detectará una variación negativa de la medida de potencia activa (correspondiente a "Sí" de la etapa S230 de la figura 8), y la variación de la medida de potencia reactiva aumenta considerablemente por encima del umbral Qthr+, de modo que se detectará una variación positiva de la medida de potencia reactiva (correspondiente a "No" en la etapa S240 de la figura 8). Entonces, se reduce el contador de confirmación de fallos Cnt1 (correspondiente a la etapa S241 de la figura 8). Después, tal como se muestra en la figura 9, para casos de muestreo posteriores de P y Q, las magnitudes de las variaciones de las medidas de potencia activa y reactiva disminuyen lentamente con el tiempo. Entonces, cuando la variación  $\Delta P$  se ha hecho suficientemente pequeña, es decir, dentro del intervalo desde Pthr- hasta Pthr+, y la variación  $\Delta Q$  se ha hecho suficientemente pequeña, es decir, dentro del intervalo desde Qthr- hasta Qthr+, no se detecta ninguna variación de las medidas de potencia activa y reactiva (correspondiente a decisiones "No" en las etapas S230, S250 y S260). Por tanto, en la etapa S265, se incrementa el contador de funcionamiento cíclico Cyc basándose en el valor actual del contador de confirmación de fallos Cnt1, como también se muestra en la figura 9 (E). Si el valor del contador de funcionamiento cíclico Cyc está por debajo del valor umbral M, entonces no se detecta ningún fallo de lámpara de funcionamiento cíclico en la etapa S266, y el contador de confirmación de fallos Cnt1 se reinicia a N1 en la etapa S212, como también se muestra en la figura 9 (D). Si la lámpara averiada muestra un comportamiento repetitivo de emisión y no emisión de luz, todo este procedimiento puede repetirse varias veces, y el contador de funcionamiento cíclico Cyc aumenta de forma escalonada. Si el valor de contador de funcionamiento cíclico Cyc alcanza o supera el valor umbral M, entonces se detectará un fallo de lámpara de funcionamiento cíclico. El contador de funcionamiento cíclico Cyc se reinicia a cero durante cada puesta en marcha del sistema de detección de fallos.

60 Para que las explicaciones relativas al dispositivo de detección de fallos según la presente invención sean sencillas, todas las formas de realización se han descrito para una disposición monofásica de la pluralidad de farolas y la fuente de alimentación de CA. En caso de un sistema de líneas polifásico, preferentemente se proporciona un dispositivo de detección de fallos para cada fase respectiva, o para las tres fases en común.

65 El ámbito de la presente invención no está limitado por las formas de realización explicadas de la presente invención. El ámbito de la presente invención está definido por el conjunto anexo de reivindicaciones.

**REIVINDICACIONES**

1. Un dispositivo (100) para detectar un fallo de al menos una farola de una pluralidad de farolas (20) que están conectadas en paralelo a una fuente de alimentación de CA (10), que comprende:
- 5 una sección (120) para obtener una medida de potencia activa (P) representativa de la potencia activa total (Pt) suministrada por la fuente de alimentación de CA a la pluralidad de farolas; y
- 10 una sección (130) para obtener una medida de potencia reactiva (Q) representativa de la potencia reactiva total (Qt) suministrada por la fuente de alimentación de CA a la pluralidad de farolas;
- una sección (140) para detectar una variación ( $\Delta P$ ) en la medida de potencia activa obtenida (P);
- 15 una sección (150) para detectar una variación ( $\Delta Q$ ) en la medida de potencia reactiva obtenida (Q); y
- una sección de determinación de fallos (300) para determinar si se ha producido un fallo de al menos una farola, usando
- 20 - la variación detectada ( $\Delta P$ ) en la medida de potencia activa obtenida (P)
- y
- la variación detectada ( $\Delta Q$ ) en la medida de potencia reactiva obtenida (Q).
- 25 2. El dispositivo según la reivindicación 1, en el que la sección de determinación de fallos (300) está adaptada para determinar un fallo de lámpara por cortocircuito (910, S243) si se ha detectado que la medida de potencia activa obtenida (P) ha disminuido y se ha detectado que la medida de potencia reactiva obtenida (Q) ha aumentado.
- 30 3. El dispositivo según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que la sección de determinación de fallos (300) está adaptada para determinar un fallo de lámpara por circuito abierto (920, S246) si se ha detectado que la medida de potencia activa obtenida (P) ha disminuido y se ha detectado que la medida de potencia reactiva obtenida (Q) ha disminuido.
- 35 4. El dispositivo según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que la sección de determinación de fallos (300) está adaptada para determinar un fallo de lámpara debido a un condensador desconectado (930, S263) si se ha detectado que la medida de potencia reactiva obtenida (Q) ha aumentado y se ha detectado que la medida de potencia activa obtenida (P) no presenta ninguna variación.
- 40 5. El dispositivo según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que la sección de determinación de fallos (300) está adaptada para determinar un fallo de funcionamiento cíclico de lámpara (940, S267) si se ha detectado que la medida de potencia activa obtenida (P) disminuye y aumenta de forma repetitiva y se ha detectado que la medida de potencia reactiva obtenida (Q) aumenta y disminuye de forma repetitiva.
- 45 6. El dispositivo según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, comprendiendo dicha sección (120) para obtener una medida de potencia activa:
- una sección de generación (220) para generar impulsos de energía activa (EPp) cada uno representativo de una cantidad de energía activa específica suministrada a la pluralidad de farolas.
- 50 7. El dispositivo según la reivindicación 6, comprendiendo dicha sección (120) para obtener una medida de potencia activa:
- 55 una sección (240) para determinar una frecuencia ( $n/\Delta T1$ ) de n impulsos de energía activa generados (EPp), en la que n es el número de impulsos de energía activa (EPp) contados en un intervalo de tiempo ( $\Delta T1$ ), como medida de potencia activa (P).
8. El dispositivo según la reivindicación 6, comprendiendo dicha sección (120) para obtener una medida de potencia activa:
- 60 una sección (240) para determinar un intervalo de tiempo ( $\Delta T2$ ) entre impulsos de energía activa generados sucesivos (EPp) como medida de potencia activa (P).
9. El dispositivo según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, comprendiendo dicha sección (130) para obtener una medida de potencia reactiva:
- 65

una sección de generación (230) para generar impulsos de energía reactiva (EPq) cada uno representativo de una cantidad de energía reactiva específica suministrada a la pluralidad de farolas.

5 10. El dispositivo según la reivindicación 9, comprendiendo dicha sección (130) para obtener una medida de potencia reactiva:

una sección (250) para determinar una frecuencia ( $n/\Delta T1$ ) de n impulsos de energía reactiva generados (EPq), en la que n es el número de impulsos de energía reactiva (EPq) contados en un intervalo de tiempo ( $\Delta T1$ ), como medida de potencia reactiva (Q).

10 11. El dispositivo según la reivindicación 9, comprendiendo dicha sección (130) para obtener una medida de potencia reactiva:

15 una sección (250) para determinar un intervalo de tiempo ( $\Delta T2$ ) entre impulsos de energía reactiva sucesivos (EPq) como medida de potencia reactiva (Q).

20 12. El dispositivo según una cualquiera de las reivindicaciones 6 a 11, en el que la sección de generación (220) para generar impulsos de energía activa y/o la sección de generación (230) para generar impulsos de energía reactiva se implementan por medio de un circuito integrado de medición de energía (55).

25 13. El dispositivo según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, que comprende además:

una sección de detección de tensión (400) para detectar una medida ( $V_m$ ) representativa de la tensión de alimentación de la fuente de alimentación de CA; y

30 una sección de ajuste de medida de potencia (420, 430) para ajustar el valor de medida de potencia activa obtenido (P) y/o el valor de medida de potencia reactiva obtenido (Q) basándose en la medida detectada ( $V_m$ ) representativa de la tensión de alimentación de la fuente de alimentación de CA.

35 14. El dispositivo según la reivindicación 13, en el que la sección de ajuste de medida de potencia (420, 430) está adaptada para normalizar la medida de potencia activa (P) y/o la medida de potencia reactiva (Q) basándose en una función de normalización predefinida que puede tener en cuenta el comportamiento no lineal de la pluralidad de farolas.

40 15. El dispositivo según la reivindicación 13 ó 14, en el que la sección de ajuste de medida de potencia (420, 430) está adaptada para normalizar la medida de potencia activa (P) y/o la medida de potencia reactiva (Q) mediante el cuadrado de la relación entre la medida detectada ( $V_m$ ) representativa de la tensión de alimentación de la fuente de alimentación de CA y una tensión de alimentación nominal ( $V_r$ ).

45 16. El dispositivo según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que dicha sección (140) para detectar una variación ( $\Delta P$ ) en la medida de potencia activa obtenida (P) y/o dicha sección (150) para detectar una variación ( $\Delta Q$ ) en la medida de potencia reactiva obtenida (Q) comprende:

una sección de comparación (625; 635) adaptada para detectar dicha variación ( $\Delta P$ ;  $\Delta Q$ ) de la medida de potencia activa/reactiva basándose en una desviación de dicho valor obtenido de dicha medida de potencia activa/reactiva (P; Q) con respecto a un valor de referencia de medida de potencia activa/reactiva (Pref; Qref).

50 17. El dispositivo según la reivindicación 16, en el que dicha sección (140) para detectar una variación ( $\Delta P$ ) en la medida de potencia activa obtenida (P) y/o dicha sección (150) para detectar una variación ( $\Delta Q$ ) en la medida de potencia reactiva obtenida (Q) comprende además:

una sección de compensación (620; 630) adaptada para

55 obtener un promedio ( $P_{avg}$ ;  $Q_{avg}$ ) con respecto a una pluralidad de valores obtenidos en el pasado de dicha medida de potencia activa/reactiva (P; Q), y adaptada para

ajustar el valor de referencia de medida de potencia activa/reactiva (Pref; Qref) basándose en el promedio obtenido ( $P_{avg}$ ;  $Q_{avg}$ ).

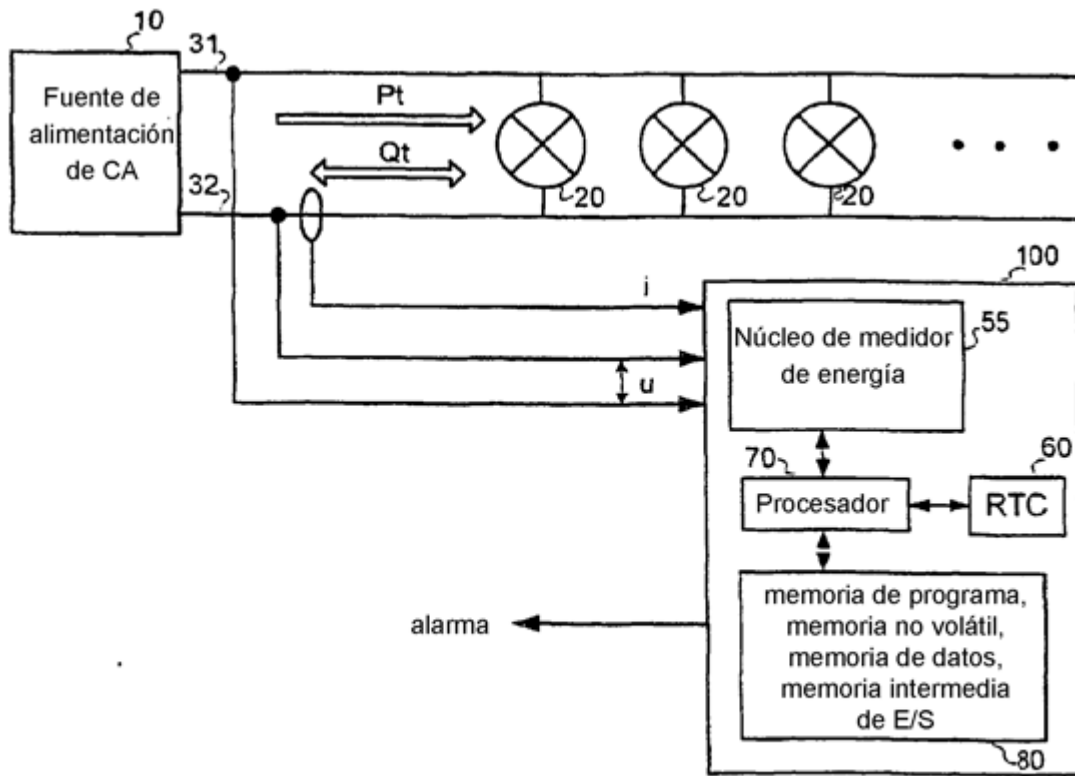
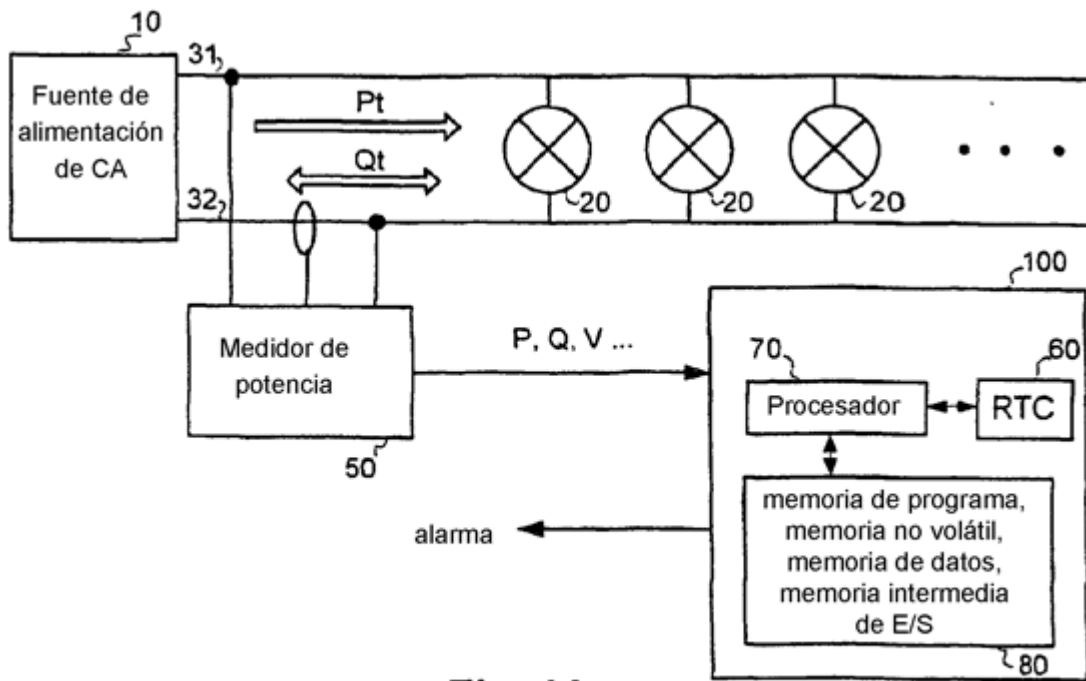
60 18. El dispositivo según la reivindicación 17, en el que

dicha sección de compensación (620; 630) está adaptada además para

65 agrupar valores de medida de potencia activa/reactiva del pasado ( $P_k$ ;  $Q_k$ ) en al menos dos grupos (a, ..., h) dependiendo de la tensión de la fuente de alimentación de CA ( $V_m$ ) que se aplica en el momento en que se obtuvo

- el valor de medida de potencia respectivo, y para
- obtener un promedio de grupo respectivo ((Pavga; Qavga), ..., (Pavgh; Qavgh)) de valores de medida de potencia activa/reactiva del pasado (Pk; Qk) para cada uno de los grupos (a, ..., h), y para
- 5 obtener un valor de referencia de grupo respectivo ((Prefa; Qrefa), ..., (Prefh; Qrefh)) de una pluralidad de valores de referencia de medida de potencia activa/reactiva, dependiendo de la tensión de la fuente de alimentación de CA (Vm) que se aplica en el momento en que se obtuvo el valor de medida de potencia respectivo, y para
- 10 ajustar el valor de referencia de grupo obtenido ((Prefa; Qrefa), ..., (Prefh; Qrefh)) basándose en el promedio de grupo ((Pavga; Qavga), ..., (Pavgh; Qavgh)) de valores de medida de potencia activa/reactiva del pasado que se asocia con la tensión de alimentación de CA que se aplica en el momento en que se obtiene el valor de medida de potencia activa/reactiva; y
- 15 en el que la sección de comparación (625; 635) está adaptada además para detectar dicha variación de la medida de potencia activa/reactiva basándose en una desviación de un valor de medida de potencia activa/reactiva obtenido (P; Q) con respecto a la referencia de grupo ((Prefa; Qrefa), ..., (Prefh; Qrefh)) que se asocia con la tensión de alimentación de CA que se aplica en el momento en que se obtiene el valor de medida de potencia activa/reactiva.
- 20 19. El dispositivo según la reivindicación 17 ó 18, en el que
- la sección de compensación (620; 630) está adaptada para normalizar cada uno de dicha pluralidad de valores de medida de potencia activa/reactiva sucesivos del pasado (P; Q) mediante un valor correspondiente a la relación
- 25 entre la tensión de la fuente de alimentación de CA detectada (Vm) y una tensión de alimentación nominal (Vr), y para obtener dicho promedio basándose en los valores de medida de potencia activa/reactiva del pasado normalizados (P; Q).
20. El dispositivo según una cualquiera de las reivindicaciones 16 a 19, en el que dicha sección de comparación (625, 320, 330; 635, 350, 360) está adaptada para detectar dicha variación de la medida de potencia
- 30 activa/reactiva (P; Q) comparando la desviación con un umbral (Pthr-, Pthr+; Qthr-, Qthr+).
21. El dispositivo según una cualquiera de las reivindicaciones 16 a 20, en el que dicha sección (140, 320, 330; 150, 350, 360) para detectar una variación en la medida de potencia activa/reactiva obtenida (P; Q) está adaptada para comparar dicha desviación con un primer umbral (Pthr-; Qthr-) y con un segundo umbral (Pthr+; Qthr+) mayor
- 35 que el primer umbral; y
- para detectar una variación negativa si dicha desviación está por debajo de dicho primer umbral, una variación positiva si dicha desviación es mayor que el segundo umbral y ninguna variación si la desviación es mayor que el primero y menor que el segundo umbral.
- 40 22. El dispositivo según la reivindicación 20 ó 21, en el que dicha sección (140, 320, 330; 150, 350, 360) para detectar una variación en la medida de potencia activa/reactiva obtenida (P; Q) está adaptada para ajustar uno cualquiera de los umbrales (Pthr-, Pthr+; Qthr-, Qthr+) o bien
- 45 evaluando la distribución de valores de los valores de medida de potencia activa/reactiva usados para obtener el promedio (Pavg; Qavg) con respecto a una pluralidad de valores obtenidos en el pasado de dicha medida de potencia activa/reactiva (P; Q) con respecto al valor de referencia de medida de potencia activa/reactiva (Pref; Qref), o bien
- 50 evaluando la distribución de valores del grupo (a, ..., h) de valores de medida de potencia activa/reactiva del pasado, que se asocia con la tensión de alimentación de CA que se aplica en el momento en que se obtiene el valor de medida de potencia activa/reactiva, con respecto a la referencia de grupo ((Prefa; Qrefa), ..., (Prefh; Qrefh)) que se asocia con la tensión de alimentación de CA que se aplica en el momento en que se obtiene el valor de medida de potencia activa/reactiva.
- 55 23. El dispositivo según una cualquiera de las reivindicaciones 17 a 22, en el que dicho promedio es un promedio móvil.
24. El dispositivo según una cualquiera de las reivindicaciones 17 a 23, en el que la sección de compensación
- 60 (620; 630) está adaptada además para ajustar el valor de referencia de medida de potencia activa/reactiva (Pref; Qref) basándose en el promedio obtenido (Pavg; Qavg) y en el valor de referencia de medida de potencia activa/reactiva previo (Pref; Qref).
25. El dispositivo según una cualquiera de las reivindicaciones 17 a 24, en el que dicha sección (140) para
- 65 detectar una variación ( $\Delta P$ ) en la medida de potencia activa obtenida (P) y/o dicha sección (150) para detectar una variación ( $\Delta Q$ ) en la medida de potencia reactiva obtenida (Q) comprende además:

- 5 una sección para inhibir medidas de potencia no regulares (622, 623; 632, 633), que está adaptada de modo que ninguna medida de potencia activa/reactiva del pasado (P; Q) para la que la sección (300) de determinación de fallos determinó que se produjo un fallo, está representada en el promedio obtenido ((Pavg; Qavg), (Pavga; Qavga), ..., (Pavgh; Qavgh)).
- 10 26. El dispositivo según una cualquiera de las reivindicaciones 16 a 25, en el que la sección (140) para detectar una variación en la medida de potencia activa obtenida y/o la sección (150) para detectar una variación en la medida de potencia reactiva obtenida está adaptada para ajustar el promedio ((Pavg; Qavg), (Pavga; Qavga), ..., (Pavgh; Qavgh)), la referencia ((Pref; Qref), (Prefa; Qrefa), ..., (Prefh; Qrefh)) o el primer umbral (Pthr-; Qthr-) y/o el segundo umbral (Pthr+; Qthr+) mediante multiplicación por una medida correspondiente a la relación entre la tensión de la fuente de alimentación de CA detectada ( $V_m$ ) y una tensión de alimentación nominal ( $V_r$ ).
- 15 27. El dispositivo según una cualquiera de las reivindicaciones 17 a 26, en el que el dispositivo de compensación (620; 630) está adaptado para mantener valores del pasado de valores de medida de potencia activa/reactiva obtenidos (P; Q) y/o de al menos un valor de referencia ((Pref; Qref), (Prefa; Qrefa), ..., (Prefh; Qrefh)) durante periodos en los que la pluralidad de farolas no reciben potencia de la fuente de alimentación de CA.
- 20 28. El dispositivo según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, que comprende una unidad (622, 623; 632, 633) para evitar que dicha sección de compensación actualice el promedio durante un periodo requerido por las farolas para calentarse y/o durante periodos en los que la pluralidad de farolas no reciben potencia de la fuente de alimentación de CA.
- 25 29. El dispositivo según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, que comprende una sección (390) para inhibir la detección de un fallo de lámpara durante un periodo requerido por las farolas para calentarse.
- 30 30. El dispositivo según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, que está adaptado para realizar, durante el encendido, la etapa de inicializar los valores de grupos (a, ..., h) de valores de medida de potencia activa/reactiva del pasado y los valores de sus promedios de grupo respectivos ((Pavga; Qavga), ..., (Pavgh; Qavgh)), de modo que cada grupo respectivo de valores de medida de potencia activa/reactiva del pasado y su promedio de grupo respectivo obtiene el valor de un valor de referencia de grupo respectivo ((Prefa; Qrefa), ..., (Prefh; Qrefh)).
- 35 31. Un procedimiento para detectar un fallo de al menos una farola (20) de una pluralidad de farolas que están conectadas en paralelo a una fuente de alimentación de CA (10), que comprende las etapas de:
- 40 suministrar potencia desde la fuente de alimentación de CA a la pluralidad de farolas;
- obtener una medida de potencia activa (P) representativa de la potencia activa total (Pt) suministrada por la fuente de alimentación de CA a la pluralidad de farolas;
- 45 obtener una medida de potencia reactiva (Q) representativa de la potencia reactiva total (Qt) suministrada por la fuente de alimentación de CA a la pluralidad de farolas;
- detectar una variación ( $\Delta P$ ) en la medida de potencia activa obtenida (P);
- 50 detectar una variación ( $\Delta Q$ ) en la medida de potencia reactiva obtenida (Q); y
- determinar si se ha producido un fallo de al menos una farola, usando
- 55 - la variación detectada ( $\Delta P$ ) en la medida de potencia activa obtenida (P)
- y
- la variación detectada ( $\Delta Q$ ) en la medida de potencia reactiva obtenida (Q).
- 60 32. Un producto de programa informático, que cuando se carga en una memoria de programa de un procesador o un microcontrolador, hace que el procesador o microcontrolador lleve a cabo un procedimiento según la reivindicación 31 para detectar un fallo de al menos una farola de una pluralidad de farolas que están conectadas en común a una fuente de alimentación de CA.



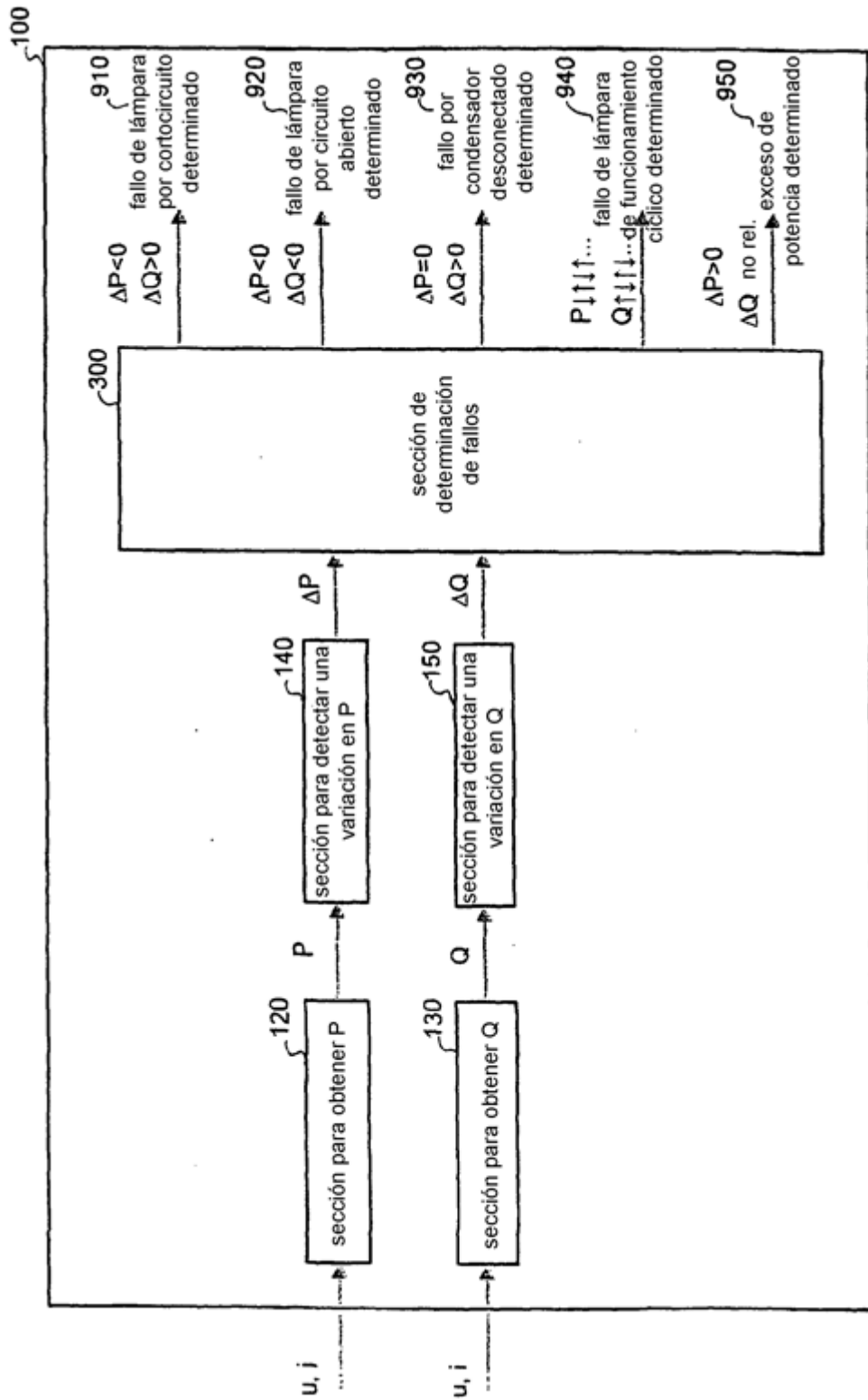


Fig. 2

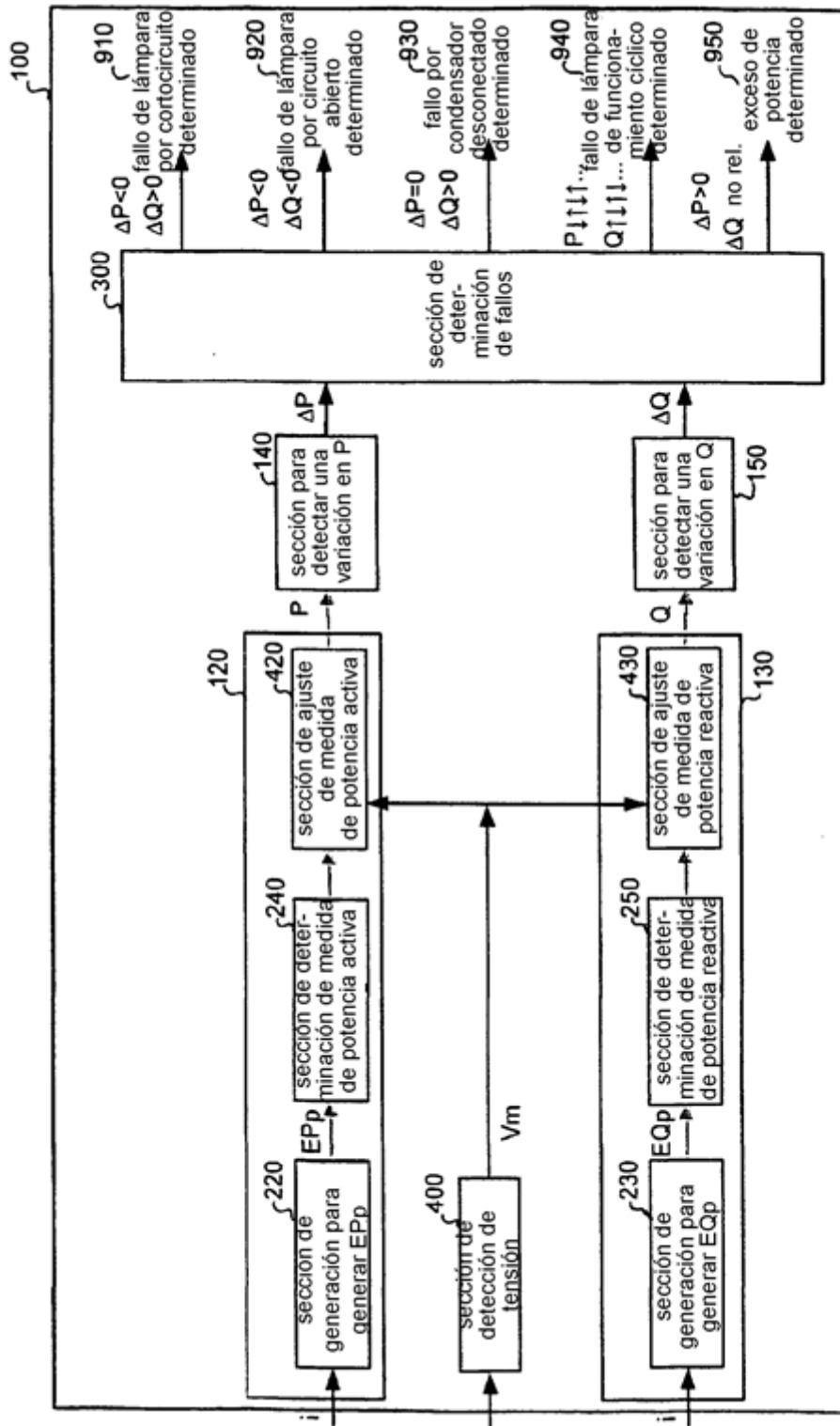
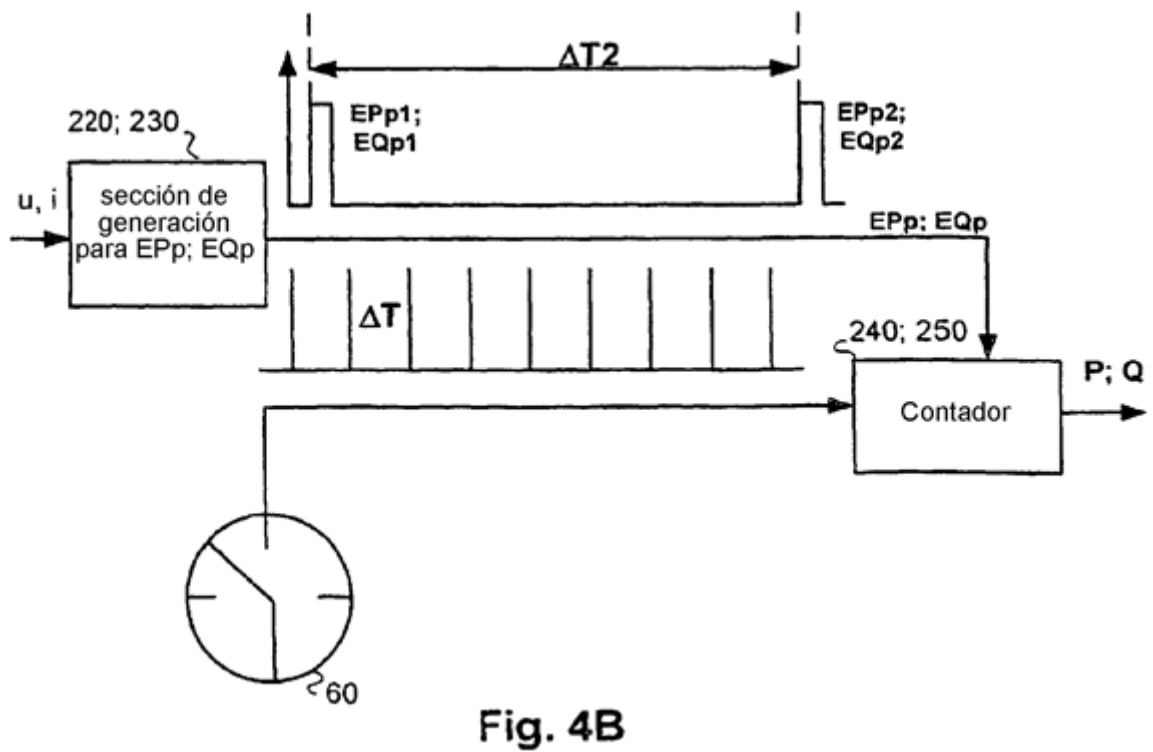
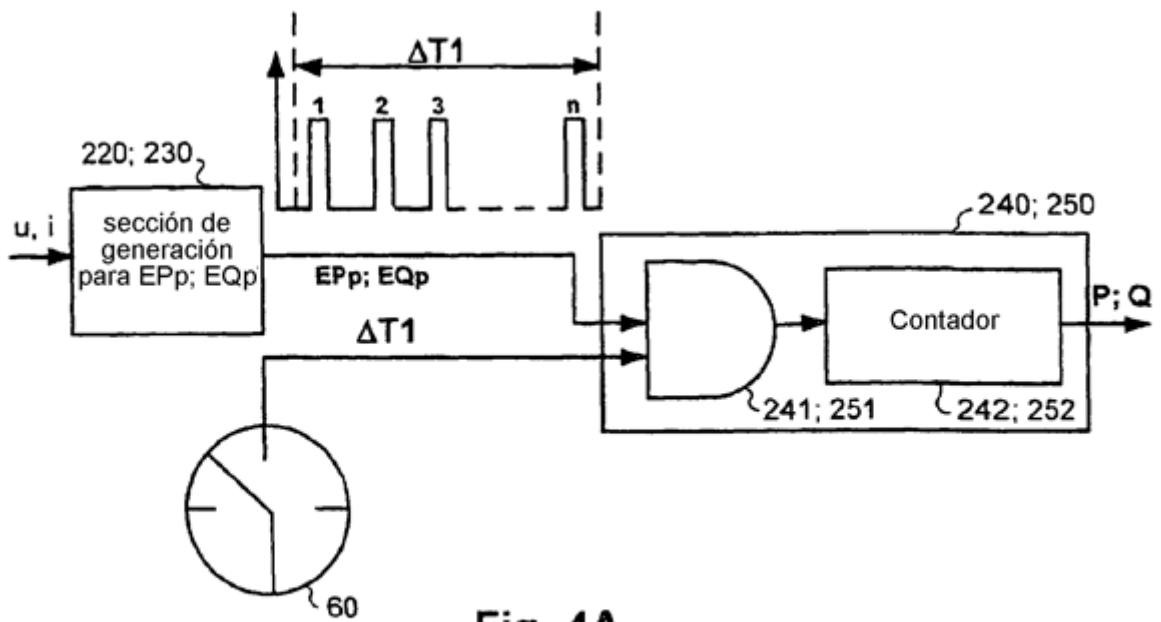


Fig. 3



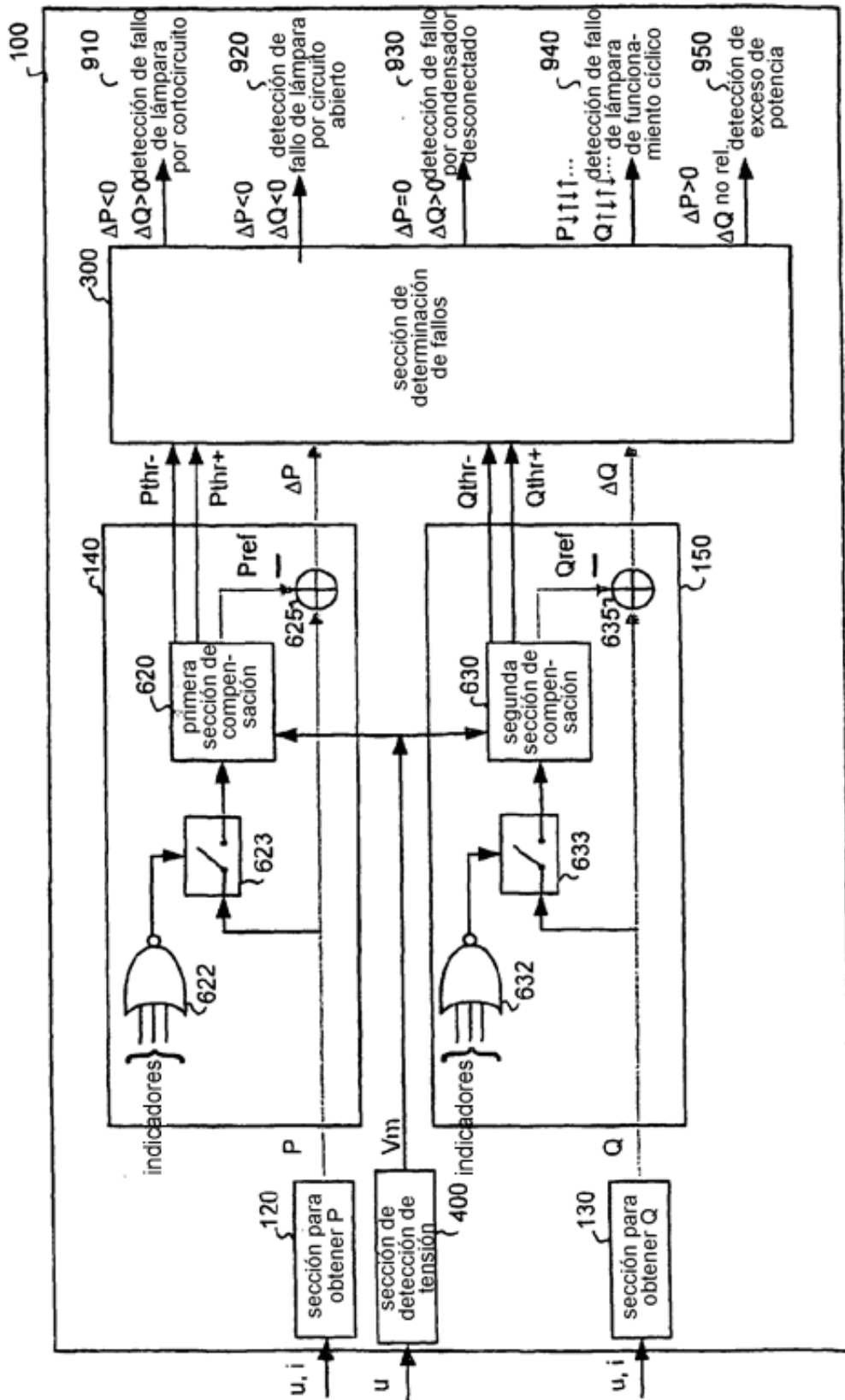


Fig. 5

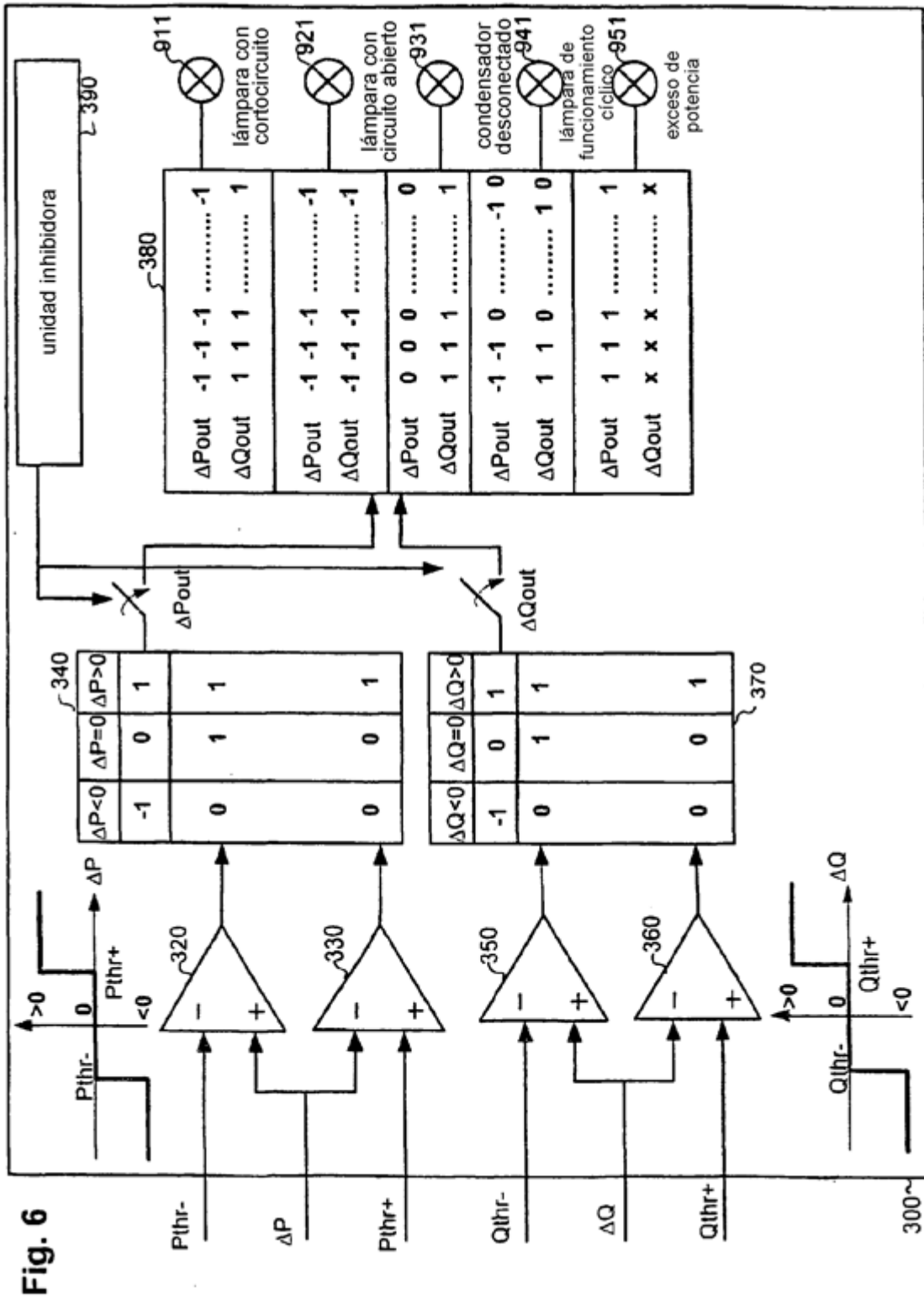


		Tabla para almacenar valores de medida de potencia activa y reactiva del pasado							
tensión detectada	grupo	col. 1	col. 2	col. 3	...	col. N	vector de promedio de grupo	vector de referencia de grupo	
...	a	...	...	...	...	...	(Pavg; Qavg) Pavg; Qavg	(Pref; Qref) Pref; Qref	
218-220	b	...	...	...	...	...	Pavg; Qavg Pavgb; Qavgb	Prefa; Qrefa Prefb; Qrefb	
220-222	c	...	...	...	...	...	Pavgc; Qavgc	Prefc; Qrefc	
222-224	d	$P_{k+1}$ $Q_{k+1}$	...	...	...	...	Pavgd; Qavgd	Prefd; Qrefd	
224-226	e	$P_k; Q_k$	$P_{k+2}; Q_{k+2}$	...	...	...	Pavge; Qavge	Prefe; Qrefe	
226-228	f	$P_{k+3}$ $Q_{k+3}$	...	...	...	...	Pavgf; Qavgf	Pref; Qref	
228-230	g	...	...	...	...	...	Pavgg; Qavgg	Prefg; Qrefg	
...	h	...	...	...	...	...	Pavgh; Qavgh	Prefh; Qrefh	

Fig. 7

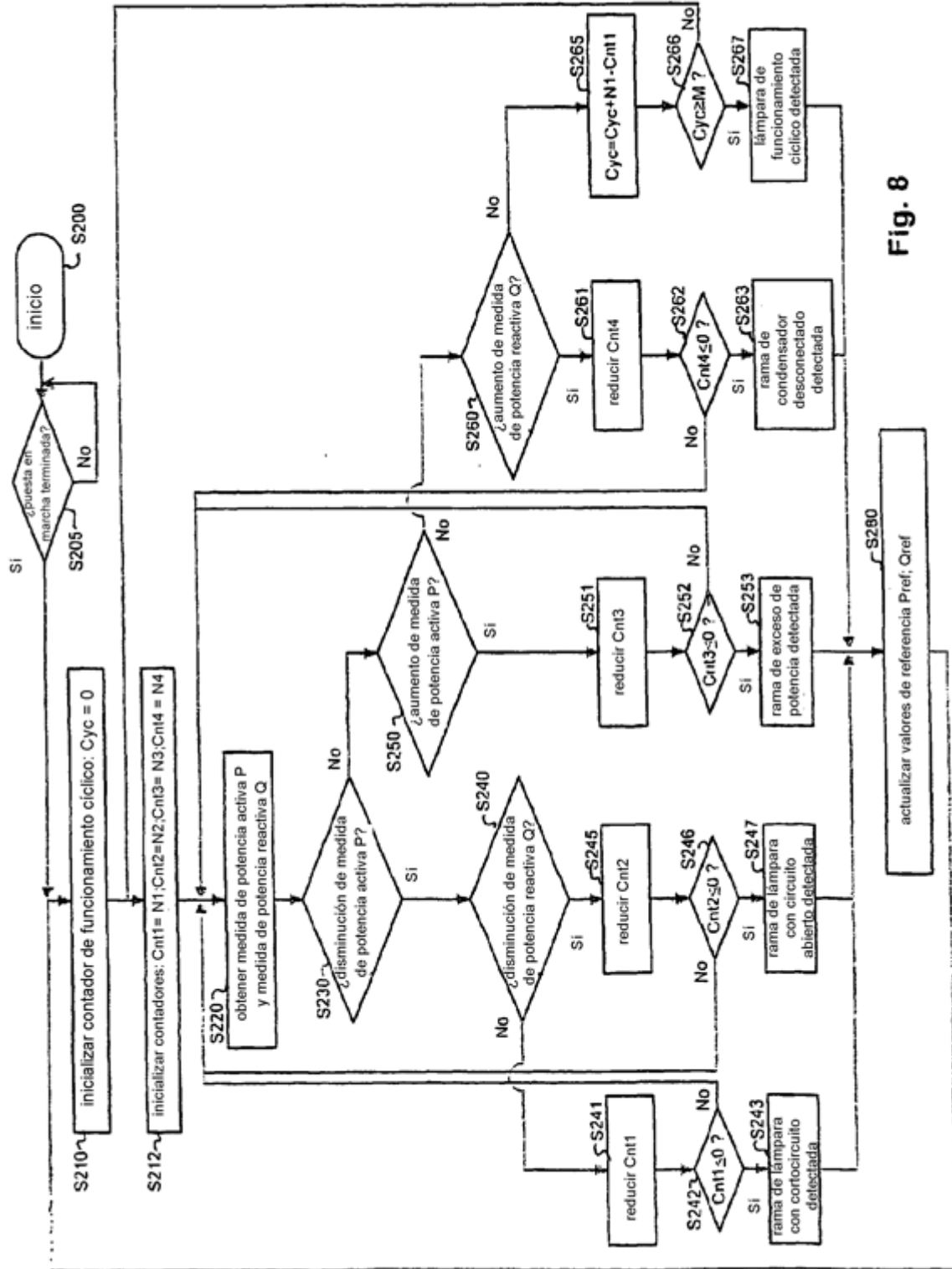


Fig. 8

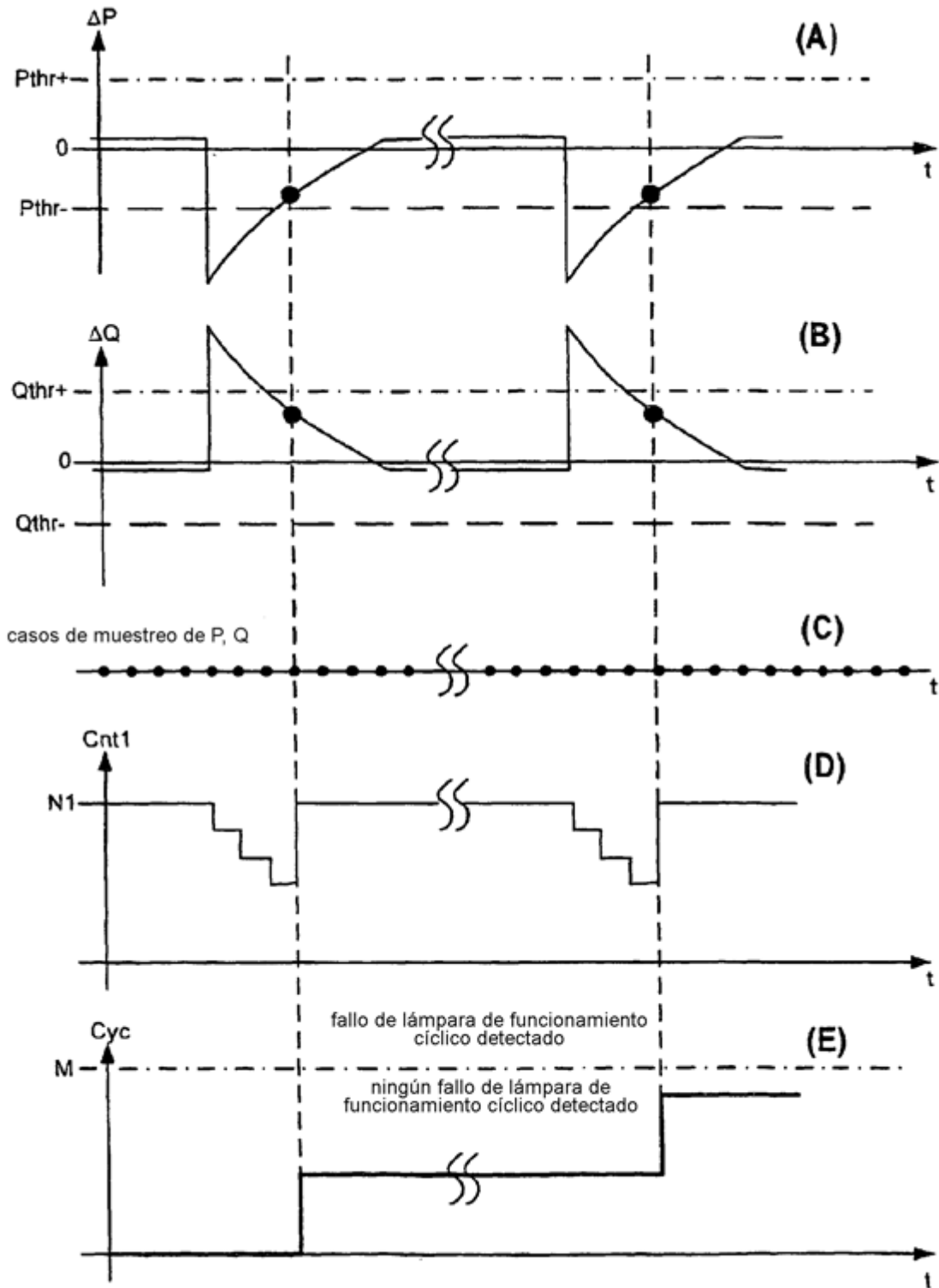


Fig. 9