



19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 320 992**

51 Int. Cl.:  
**G01R 19/04** (2006.01)  
**G05F 1/12** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **04447042 .5**  
96 Fecha de presentación : **16.02.2004**  
97 Número de publicación de la solicitud: **1574863**  
97 Fecha de publicación de la solicitud: **14.09.2005**

54 Título: **Método para medir un voltaje o tensión monofásica.**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:  
**01.06.2009**

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:  
**01.06.2009**

73 Titular/es: **ALSTOM BELGIUM S.A.**  
**50-52 rue Cambier Dupret**  
**6001 Charleroi, BE**

72 Inventor/es: **Bou Saada, Johnny**

74 Agente: **Elzaburu Márquez, Alberto**

ES 2 320 992 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).

# ES 2 320 992 T3

## DESCRIPCIÓN

Método para medir un voltaje o tensión monofásica.

### 5 **Campo de la invención**

La presente invención se refiere a un método para medir el valor instantáneo de un voltaje o tensión de cresta de una sola fase o monofásica.

### 10 **Estado de la técnica**

Con el fin de resolver los problemas relativos a la regulación de los sistemas de potencia que funcionan en una red monofásica, es imprescindible el conocimiento de la tensión instantánea de la fundamental. En una solución convencional, el método de medición consiste en rectificar la tensión monofásica y, subsiguientemente, filtrar la señal resultante. Este método tiene dos desventajas importantes:

- Si la filtración de la tensión rectificadora es muy débil, la amplitud de la tensión fluctúa alrededor de un valor pequeño en comparación con el valor de cresta.
- Se recomienda una cierta filtración para obtener una lectura estable del valor promedio. Sin embargo, si la filtración es demasiado fuerte, el tiempo de respuesta resulta excesivamente largo como para medir cambios rápidos de la tensión de red.

El documento FR 2.619.632 describe un dispositivo para medir el valor de pico de una tensión.

### 25 **Propósitos de la invención**

La presente invención se propone proporcionar un método para medir el valor instantáneo de un voltaje o tensión de cresta monofásica, que supere los problemas de las soluciones de la técnica anterior.

### 30 **Sumario de la invención**

La invención se refiere a un método para medir el valor instantáneo de una señal de tensión de cresta monofásica,  $V_e$ , que comprende las etapas de:

- aplicar la señal de tensión  $V_e$  a una primera entrada de un circuito de comparación de fases, y una señal de referencia a una segunda entrada de dicho circuito de comparación de fases,
- en el circuito de comparación de fases, obtener o deducir de la diferencia de fases entre la señal de referencia y la señal de tensión  $V_e$  una señal de corrección, y suministrar como salida la señal de corrección,
- filtrar la señal de corrección,
- utilizar la señal de corrección filtrada para ajustar la señal de referencia,
- determinar, cuando la diferencia de fases entre la señal de referencia y la señal de tensión  $V_e$  se cancele, el valor instantáneo de la señal de tensión  $V_e$ .

En una realización preferida, la señal de referencia tiene una frecuencia de aproximadamente 50 Hz.

Ventajosamente, la etapa de filtrar comprende una filtración de paso bajo, seguida de una regulación de PI.

Preferiblemente, la señal de corrección es una combinación lineal del producto de la señal de tensión  $V_e$  por el coseno de la fase instantánea de la señal de referencia, y el producto de la señal de tensión  $V_e$  por el seno de la fase instantánea de la señal de referencia.

La invención también se refiere a un dispositivo para medir el valor instantáneo de una tensión de cresta de una sola fase o monofásica, llevando a cabo el método según se ha descrito anteriormente.

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

La Figura 1 representa la solución de la técnica anterior.

La Figura 2 representa la fase instantánea de la señal de tensión.

La Figura 3 representa el método de medición de acuerdo con la invención.

La Figura 4 muestra cómo se obtiene el valor de cresta aplicando el método de la invención.

**Descripción detallada de la invención**

La Figura 1 ilustra la solución de la técnica anterior, en la que la señal de tensión monofásica se rectifica primeramente y, de forma subsiguiente, es filtrada por un filtro de paso de banda.

En el método de la invención, el valor instantáneo de la tensión monofásica se determina sin necesidad de una fuerte filtración.

La disposición comprende, esencialmente, un bucle bloqueado de fase, que es necesario sincronizar en el sistema. Éste evita la necesidad de buscar el instante del paso por cero de la señal de tensión de CA (corriente alterna-“AC” (“Alternating Current”)), y las incertidumbres que acompañan a esto. De esta forma, se obtiene una referencia de fase sinusoidal dentro del microprocesador, que refleja la fase de la tensión de CA presente en el sistema. La señal de tensión tiene una estabilidad de frecuencia muy buena. En consecuencia, el bucle bloqueado en fase puede ser relativamente lento y, no obstante, seguir ofreciendo una estabilidad de funcionamiento muy alta.

El método está basado en una referencia digital sobre la base de la cual se tomarán todas las proyecciones. La referencia digital de la tensión del sistema se refiere, preferiblemente, a la propia tensión de CA  $V_e$ , por las siguientes razones:

- No contiene el armónico del sistema, ni siquiera el armónico generado por el propio puente.
- Consiste en dos ondas senoidales, una en fase y otra en cuadratura con la tensión de entrada, lo que facilita el cálculo, por ejemplo, de la componente reactiva y de la componente activa de la corriente.

A fin de obtener un vector de referencia que guarde una cierta relación con la tensión de CA [corriente alterna] de entrada, se utiliza un bucle bloqueado en fase. Las ecuaciones fundamentales de este bucle son las siguientes (véase la Figura 2):

$$\begin{cases} E_d = \cos \theta \\ E_q = \sin \theta \end{cases}$$

con:

$$\theta = \int (\omega_s + \varepsilon) dt = \int \omega_r dt$$

donde  $\theta$  denota la fase instantánea del vector de rotación, de tal modo que  $E_d$  y  $E_q$  denotan, respectivamente, las componentes instantáneas en fase y en cuadratura del vector rotativo (unidad). Por otra parte,  $\omega_s$  denota la pulsación de referencia aproximada (y constante) del sistema de 50 Hz.  $\varepsilon$  representa la señal de corrección para el valor de esta pulsación teórica  $\omega_s$ , y  $\omega_r$  la pulsación resultante de la referencia digital del vector rotativo.

El bucle bloqueado en fase cancela la diferencia de fases entre la señal a la pulsación  $(\omega_s + \varepsilon)$  y la señal de entrada externa con la que se desea realizar la sincronización (en este caso,  $V_e$ ). La señal con la pulsación de referencia  $\omega_s$  se ajusta mediante la adición o la sustracción de un valor  $\varepsilon$  que depende de la diferencia de fases entre la señal de referencia y la tensión de entrada (véase más adelante). Se determina la fase instantánea de la señal resultante (con la pulsación  $\omega_r$ ) y, de esta forma, se obtiene (véase la Figura 3):

$$A = E_d \cdot V_e$$

$$B = E_q \cdot V_e$$

El valor de A depende del seno de la diferencia de fases entre la tensión  $V_e$  y la onda senoidal de referencia interna. Se usa únicamente en el caso de grandes diferencias de fases. B depende del coseno de la diferencia de fases. Como el parámetro A se utiliza tan sólo para un gran desplazamiento de fases, únicamente se utiliza el valor negativo de A. De esta forma, existe un sentido privilegiado de rotación para el regulador de PI en el PLL [bucle bloqueado en fase-“Phase Locked Loop”].

## ES 2 320 992 T3

Se define un valor C de tal manera que:

$$\begin{array}{ll} C = 0 & \text{si } A > 0 \\ C = A & \text{si } A < 0 \end{array}$$

Se calcula entonces una señal de entrada  $e_k$  al regulador:

$$\begin{array}{ll} e_k = -B + C & \text{si } B > 0 \\ e_k = -B - C & \text{si } B < 0 \end{array}$$

Así pues, el error en la entrada  $e_k$  al regulador toma diferentes valores de acuerdo con el signo de A. Esto garantiza un funcionamiento continuo del sistema y evita una sincronización con el sistema con una diferencia de fases de 180°.

Un filtro de paso bajo elimina la componente de frecuencia doble contenida en  $e_k$  que resulta de la multiplicación de la onda senoidal de red por la pulsación de referencia. Más preferiblemente, a continuación, se utiliza un regulador de PI en el bucle bloqueado en fase. En la salida del regulador de PI se obtiene una señal de error  $\varepsilon$ , dada por:

$$\varepsilon = K_p \cdot e_k + \int K_i \cdot e_k$$

donde  $K_p$  y  $K_i$  denotan, con ello, respectivamente, los parámetros proporcional e integral del regulador, respectivamente.

Cuando, por ejemplo, se conecta o activa el suministro de potencia y la tensión de entrada experimenta un efecto transitorio, el bucle bloqueado en fase se encuentra en un modo transitorio no sincronizado. Con el fin de llevar a cabo la sincronización del PLL, es necesario llevarlo a un régimen de estado estacionario (es decir, hacer  $\varepsilon$  constante).  $\varepsilon$  se mantiene entonces constante al añadir un filtro de paso alto (no mostrado en la Figura 3) y supervisar que no hay ninguna señal de CA en la salida del filtro de paso alto.

Similarmente, por razones de seguridad asociadas con el PLL, la desviación  $s$  no debe exceder de aproximadamente treinta rad/s (tolerancia del sistema de 50 Hz).

El valor de cresta de la tensión puede obtenerse fácilmente por una medición de la tensión instantánea (véase también la Figura 4):

$$\hat{V}_e = \frac{V_e}{E_d}$$

# ES 2 320 992 T3

## REIVINDICACIONES

5 1. Un método para medir el valor instantáneo de una señal de voltaje o tensión de cresta monofásica  $V_e$ , que comprende las etapas de:

- aplicar dicha señal de tensión  $V_e$  a una primera entrada de un circuito de comparación de fases, y una señal de referencia a una segunda entrada de dicho circuito de comparación de fases,

10 • en dicho circuito de comparación de fases, obtener o deducir de la diferencia de fases entre dicha señal de referencia y dicha señal de tensión  $V_e$  una señal de corrección, y suministrar como salida dicha señal de corrección,

- filtrar dicha señal de corrección,

15 • utilizar dicha señal de corrección filtrada para ajustar dicha señal de referencia,

- determinar, cuando la diferencia de fases entre dicha señal de referencia y dicha señal de tensión  $V_e$  se cancele, el valor instantáneo de dicha señal de tensión  $V_e$ .

20 2. Un método de acuerdo con la reivindicación 1, en el cual la etapa de filtrar comprende una filtración de paso bajo seguida de una regulación de PI.

3. Un método de acuerdo con la reivindicación 1 ó la reivindicación 2, en el cual dicha señal de corrección es una combinación lineal del producto de dicha señal de tensión  $V_e$  por el coseno de la fase instantánea de dicha señal de referencia, y el producto de la señal de tensión  $V_e$  por el seno de la fase instantánea de dicha señal de referencia.

4. Un método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el cual dicha señal de referencia tiene una frecuencia de aproximadamente 50 Hz.

30 5. Un dispositivo para medir el valor instantáneo de un voltaje o tensión de cresta monofásica, que comprende medios para llevar a cabo las etapas del método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones precedentes.

35

40

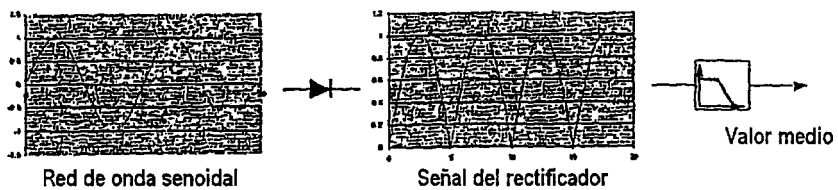
45

50

55

60

65



Técnica anterior

Fig.1

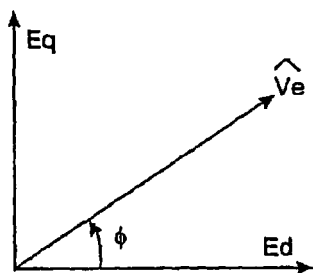


Fig.2

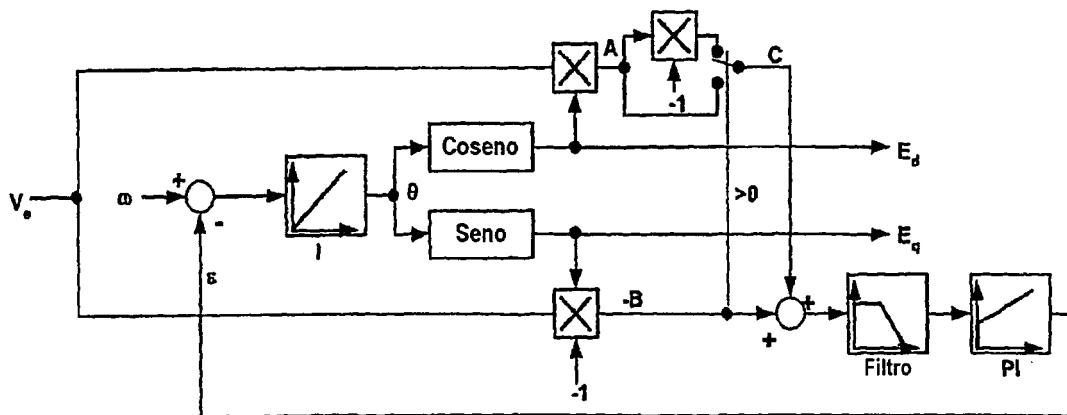


Fig.3

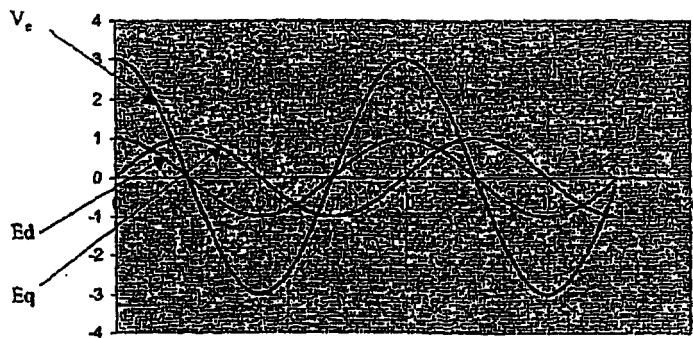


Fig.4