

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 681 720**

51 Int. Cl.:

G01R 29/18 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **16.08.2004 E 09174148 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **16.05.2018 EP 2144071**

54 Título: **Método y sistema para detectar la fase de cableado de una tensión de fase desconocida relativa a una tensión de fase de referencia**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
14.09.2018

73 Titular/es:

**E-DISTRIBUZIONE S.P.A. (100.0%)
Via Ombrone, 2
00198 Roma, IT**

72 Inventor/es:

**VERONI, FABIO y
GIUBBINI, PAOLO**

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 681 720 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

Método y sistema para detectar la fase de cableado de una tensión de fase desconocida relativa a una tensión de fase de referencia

El presente invento se refiere a un método y a un sistema para detectar la fase de cableado de una tensión de fase desconocida relativa a una tensión de fase de referencia en un sistema de distribución de energía eléctrica que tiene una línea de energía polifásica. Un método y un sistema de este tipo se conocen a partir del documento DE4405809A1.

Los modernos sistemas de distribución de energía usan líneas de energía polifásicas para la distribución de electricidad. Una línea de energía polifásica comprende una pluralidad, normalmente tres, de conductores, transportando cada conductor una tensión de fase especificada. Como es bien conocido, una línea de energía polifásica puede tener o no un conductor neutro que, si está presente, constituye un conductor adicional de la línea de energía polifásica. Además, aparte de estos conductores de una línea de energía polifásica típica puede o no puede haber un conductor adicional que transporta el potencial de tierra.

Mientras que una línea de energía polifásica tiene ventajas para cierto tipo de cargas, por ejemplo máquinas eléctricas que emplean campos magnéticos rotativos, hay muchos consumidores eléctricos que no están conectados a todas las fases disponibles en una línea de energía polifásica dada. Para muchos tipos de cargas es suficiente que la carga esté conectada entre dos de las fases, o más normalmente, entre una de las fases disponibles y el conductor neutro. Este sistema de cableado está ampliamente difundido sobre todo en las redes de baja tensión utilizadas para suministrar electricidad a los aparatos del consumidor en el ámbito doméstico. En Europa la red de distribución de energía de baja tensión tiene tres fases de cableado, cada una con una tensión de 220 voltios hasta 240 voltios con el neutro, estado las tres fases separadas un ángulo de 120°.

Particularmente en el ámbito doméstico la mayoría de las cargas eléctricas están conectadas entre una de las tres fases de cableado, R, S, T y el conductor neutro N, siendo no significativa la fase particular R, S ó T a la que la carga está realmente conectada para la mayor parte de los tipos de aplicaciones y cargas de fase única, y por lo tanto normalmente desconocida. Hay que tener en cuenta que existe una variedad de convenciones de denominación diferentes para las tres fases de cableado de una línea de energía trifásica. La convención de denominación R, S, T que aquí se usa no deberá significar una pérdida de generalidad alguna.

En algunos casos es deseable detectar la fase de cableado a la que está conectada una carga dada. Por ejemplo, en un sistema de comunicación por línea de energía que utiliza la red de distribución de energía existente con fines de telecomunicación puede ser muy deseable para el transmisor conocer la fase de cableado a la que el receptor está conectado debido a que puede esperarse que la comunicación entre el transmisor y el receptor a través de una línea de energía sea mejor si el transmisor y el receptor están conectados a la misma fase de cableado que si el transmisor y el receptor se comunican entre sí a través de diferentes fases de cableado mediante diafonía capacitativa o inductiva entre las fases de cableado. Si los contadores se comunican con otros nodos en un sistema de contadores distante a través de una comunicación por línea de energía el conocimiento de la fase a la que está conectado el respectivo contador distante en las oficinas del consumidor es una información valiosa para la optimización de la calidad de funcionamiento de la comunicación del sistema de contador distante en conjunto.

En un sistema medidor de electricidad para registrar la energía eléctrica consumida por una pluralidad de consumidores existen otras buenas razones para detectar la fase de cableado de un medidor de electricidad situado dentro o fuera de las instalaciones del consumidor. Por ejemplo, un medidor de electricidad de fase única o polifásico puede haber sido cableado de nuevo conectando su terminal de tierra con una fase de cableado para suministrar al consumidor. La detección de si la fase de cableado del contador ha sido invertida permite juzgar si el contador de electricidad ha sido cableado de nuevo ilegal o inintencionadamente de forma que el contador no mida correctamente la energía consumida.

Del documento US 4.626.622 se sabe cómo identificar un cableado de fase no conocido dentro de una red polifásica por comparación de la fase desconocida con una fase de referencia conocida de la red polifásica. El sistema comprende un primer dispositivo conectado con la fase de referencia en un primer lugar y un segundo dispositivo conectado con la fase desconocida en un lugar alejado. Los dispositivos primero y segundo comprenden cada uno un modem para establecer una conexión telefónica entre los dos dispositivos. El primer dispositivo incluye los circuitos para producir una señal alternante digital representativa de la fase de la tensión alterna de la fase de referencia. Esta señal representativa es transmitida a través de los dos modems y la conexión telefónica del primer dispositivo al segundo. El segundo dispositivo incluye un circuito de detección de fase para identificar la fase desconocida detectando el ángulo de fase entre la tensión alterna de la fase de referencia y la tensión alterna de la fase desconocida. A pesar de que este sistema conocido permite detectar la fase de cableado en el sitio alejado con respecto a una fase de referencia en un lugar de referencia, no es práctico para muchas aplicaciones ya que supone la existencia de una línea telefónica entre los dos lugares.

El documento IEC 61334-5-2 define un método para identificar una fase desconocida dentro de una red polifásica por medio de la introducción de una señal corta de indicación de tiempo en la red polifásica cuando un primer punto de referencia, por ejemplo cuando se produce un paso por cero en la tensión de fase de referencia. La propia red polifásica sirve para comunicar la señal corta al lugar en el que la fase desconocida tiene que ser identificada. En el lugar de la fase desconocida la señal corta es extraída de la línea de energía polifásica, y se mide un intervalo de tiempo entre la ocurrencia de la señal corta y un punto de referencia, por ejemplo un paso por cero en la tensión de fase desconocida. Ese intervalo de tiempo es por tanto indicativo del ángulo de fase entre la fase de referencia y la fase desconocida. El ángulo de fase así determinado permite identificar la fase de cableado desconocida.

Los métodos conocidos tienen en común que las señales sincronas de la fase de referencia son transportadas desde el sitio de la fase conocida, aquí llamado también lugar de referencia, al lugar de la fase desconocida, aquí también llamado lugar alejado. El lugar alejado compara la fase de la señal recibida con la fase desconocida a la que está conectada con el fin de detectar su fase de cableado. Si la información de fase está perturbada debido a ruido u otras perturbaciones, una detección de fase puede convertirse en difícil de conseguir. Muchos tipos de cargas eléctricas conectadas a la línea de energía tienden a generar ruido o perturbaciones en sincronismo con las fases a las que están conectadas. Por lo tanto, las señales de ruido sincronas de fase pueden interferir en el método conocido con las señales sincronas de fase de referencia cortas usadas para la detección de fase, de forma que puede impedirse la detección de las señales sincronas de fase de referencia. Esto puede ser más grave para distancias más largas entre el lugar de referencia y el lugar alejado.

Es un objeto del presente invento proporcionar un método y un sistema para detectar la fase de cableado de una tensión de fase desconocida con respecto a una tensión de fase de referencia en un sistema de distribución de energía eléctrica de fase única o polifásica, el cual no requiere la transmisión de señales cortas de indicación de tiempo en sincronía con la fase de referencia.

Este objeto está resuelto de acuerdo con el presente invento definido por las reivindicaciones independientes.

Las realizaciones ventajosas del presente invento están dadas en las reivindicaciones dependientes.

Un sistema de acuerdo con una realización del presente invento para detectar la fase de cableado de una tensión de fase desconocida con relación a una tensión de fase de referencia en un sistema de distribución de energía eléctrica, que tiene una línea de energía polifásica o de fase única, comprende un circuito para transmitir una señal de un primer lugar a un segundo lugar, comprendiendo dicha señal un patrón de señal característico. Se ha dispuesto un circuito para determinar en dicho primer lugar un primer intervalo de tiempo entre el patrón de señal característico y la ocurrencia de un punto de referencia en una primera tensión de fase en dicho primer lugar. Además, el sistema comprende un circuito para detectar en dicho segundo lugar el patrón de señal característico de dicha señal y para determinar un segundo intervalo de tiempo entre dicho patrón de señal característico y la ocurrencia de un punto de referencia en una segunda tensión de fase en dicho segundo lugar. El sistema comprende además un circuito para determinar a partir de dichos intervalos de tiempo primero y segundo la fase de cableado de la tensión de fase desconocida entre las tensiones de fase primera y segunda con relación a la otra tensión de fase que sirve como la tensión de fase de referencia entre las tensiones de fase primera y segunda. El circuito para determinar la fase de cableado está situado en el segundo lugar. El sistema comprende medios para transmitir información indicativa del primer intervalo de tiempo desde el primer lugar al segundo lugar. La primera tensión de fase en el primer lugar desde el cual se transmite dicha señal puede tomarse como la tensión de fase de referencia, en tanto que la tensión de fase en el segundo lugar puede ser la tensión de fase desconocida cuya fase de cableado con relación a la primera tensión de fase tiene que detectarse. Alternativamente, la segunda tensión de fase en dicho segundo lugar que recibe dicha señal puede tomarse como la tensión de referencia en tanto que la tensión de fase en dicho primer lugar es la primera tensión de fase desconocida que ha de detectarse. En lo que sigue el lugar que tiene la tensión de fase de referencia será llamado lugar de referencia, mientras que el lugar en el que se detecta la tensión de fase desconocida será llamado el lugar alejado. Se observará que bien el primer o el segundo lugar puede ser el lugar de referencia y que por lo tanto, bien el primer o el segundo lugar puede ser el lugar alejado. El circuito para determinar la fase de cableado puede por supuesto estar situado en dicho lugar alejado que recibe dicha señal, y se proporcionan medios para transmitir información indicativa de dicho primer intervalo de tiempo desde dicho lugar de referencia a dicho lugar alejado. Puede ser ventajoso incluir adicionalmente en la información transmitida desde el lugar de referencia una identificación de la fase usada en el lugar de referencia como la fase de referencia. Esto permite al lugar alejado identificar la fase desconocida incluso si no existe un conocimiento a priori en el lugar alejado cuya fase se usa en el lugar de referencia como la fase de referencia.

En otra constelación, en la que el lugar de referencia es el segundo lugar, el circuito para determinar la fase de cableado desconocida puede nuevamente estar situado en el lugar de referencia. De acuerdo con esta realización el sistema ventajosamente comprende medios para transmitir información indicadora de dicho primer intervalo de tiempo desde dicho lugar alejado a dicho lugar de referencia. La fase de cableado de la tensión de fase desconocida puede determinarse a partir de dichos intervalos de tiempo primero y segundo calculando la diferencia entre dicho segundo intervalo de tiempo y dicho primer intervalo de tiempo. Esta diferencia puede entonces ser usada, por

ejemplo, para consultar una tabla que asocia los diversos valores de diferencia con uno de entre un número dado de ángulos de fase posibles.

5 Como el patrón de señal característico no necesita funcionar como un indicador de tiempo síncrono con un punto de referencia en la fase de referencia, el patrón de señal característico en la señal transmitida puede incluso tener una duración tan larga o mayor que el periodo de la tensión alterna en la línea de energía. Esto permite obtener un patrón de señal característico con energía de señal alta que puede ser más fácilmente distinguido del ruido y la interferencia causados por cargas conectadas a la línea de energía. El patrón de señal característico puede ventajosamente ser detectado por medio de técnicas de correlación analógicas o digitales o usando filtros adaptados. El patrón de señal característico puede ser codificado con corrección de errores y puede ser detectado usando técnicas de decodificación con corrección de errores. Naturalmente, también son igualmente aplicables al presente invento otras técnicas de detección.

15 De acuerdo con una realización del presente invento la señal transmitida no es una señal especializada para la detección de fase sino que se usa para transmitir otra información a lo largo de la línea de energía. Este patrón de señal característico puede ser una secuencia de símbolos o secuencia de bits predeterminada que se produce aleatoriamente en la señal, o el patrón de señal característico puede ser una palabra de código única, por ejemplo una única secuencia de una pluralidad de bits o símbolos transmitidos que pueden ser contiguos o no contiguos dentro de la señal y que pueden estar dispuestos al principio de la señal o en cualquier otro sitio en la señal, como se desee. Puede ser ventajoso usar técnicas de corrección de errores de codificación y/o intercalar partes del patrón de señal característico con otras partes de información transportadas por la señal con el fin de proteger el patrón de señal característico contra el ruido u otras perturbaciones en la línea de energía y para aumentar la fiabilidad de su detección. Una parte de encabezamiento que precede al patrón de señal característico puede ser provisto en la señal, por ejemplo para facilitar la sincronización de símbolos de los circuitos de detección del patrón de señal característico. La parte de encabezamiento puede también ser una parte de señal que transporta otra información desde el lugar de referencia al lugar alejado.

30 Preferiblemente, los circuitos de detección para detectar la parte de señal característica están dispuestos ambos en el primer lugar y en el segundo lugar. Preferiblemente, los circuitos de detección en ambos lugares son similares o funcionan de una forma similar. Esto permite conseguir fácilmente un sincronismo en la detección de la ocurrencia de la parte de señal característica en ambos lugares independientemente del tiempo realmente empleado en el proceso de detección.

35 La señal que comprende la parte de señal característica puede ser una secuencia de símbolos, por ejemplo bits, con una frecuencia de símbolos predeterminada, y los circuitos para determinar, respectivamente, un primer intervalo de tiempo y un segundo intervalo de tiempo pueden aprovechar la frecuencia de símbolos para contar el número de símbolos entre el patrón de señal característico detectado y la ocurrencia, respectivamente, de un punto de referencia en dicha tensión de fase desconocida y un punto de referencia en dicha tensión de fase de referencia. Alternativamente, un contador en funcionamiento libre puede ser cronometrado a una frecuencia sincronizada predeterminada. El contador arranca tras la detección de dicho patrón de señal característico y lee un valor contado por dicho contador cuando ha ocurrido dicho punto de referencia. Por supuesto, pueden adoptarse cualesquiera otros medios para detectar el intervalo de tiempo entre una parte característica de la señal y un punto de referencia.

45 Preferiblemente, la señal es transmitida de forma que el patrón de señal característico no tiene una relación de temporización regular con cualquier otro de los puntos de referencia que de forma repetida ocurren en dichas tensiones de fase de dicha línea de energía polifásica. Por ejemplo, el patrón de señal característico es transmitido con una temporización aleatoria o pseudoaleatoria.

50 Preferiblemente, una pluralidad de dichos patrones de señal característicos son transmitidos repetidamente de forma aleatoria o a temporizaciones determinísticas y/o en diferentes partes del espectro y/o espectro ampliado modulado con diferentes códigos de ampliación para conseguir una transmisión redundante del patrón de señal característico, y para cada uno de la pluralidad de patrones de señal característicos se determina un primer intervalo de tiempo en dicho primer lugar entre el patrón de señal característico de la señal y la ocurrencia de un punto de referencia en dicha primera tensión de fase, y se determina un segundo intervalo de tiempo en dicho segundo lugar entre el patrón de señal característico y la ocurrencia de un punto de referencia en dicha segunda tensión de fase, de forma que se obtiene una pluralidad de primeros intervalos de tiempo y los segundos intervalos de tiempo asociados. Esto permite aumentar la fiabilidad de la detección de la fase de cableado, por ejemplo seleccionando la fase de cableado que tiene una mayoría entre la pluralidad de primeros intervalos de tiempo y los segundos intervalos de tiempo asociados así obtenidos. La mayoría puede ser una mayoría $M/(M+1)$, siendo M un entero igual a o mayor que 2; de forma que uno de entre M errores en la detección del primer intervalo de tiempo y del segundo intervalo de tiempo asociado no afectaría a la exactitud de la fase de cableado detectada.

65 Preferiblemente, con el fin de disminuir cualquier correlación entre la ocurrencia del patrón de señal característico y las perturbaciones de fase síncronas en la línea de energía, dichas señales son transmitidas de forma que un intervalo de tiempo entre dos patrones de señal característico sucesivos sea mayor o menor que el periodo de la

tensión alterna de dicha línea de energía polifásica y desigual a múltiplos enteros de dicho periodo de tensión alterna.

5 Preferiblemente, los puntos de referencia en la tensión de fase desconocida y la tensión de fase de referencia, respectivamente, son puntos únicos en cada periodo de la tensión de fase respectiva especificado por su tensión y/o pendiente, por ejemplo pasos por cero de las tensiones de fase respectivas con una pendiente de signo especificado, o tensiones pico de polaridad especificada. El primer intervalo de tiempo y dicho segundo intervalo de tiempo, respectivamente, terminan con el punto de referencia $N^{\text{ésimo}}$ que sigue al patrón de señal característico, siendo N un entero positivo predeterminado igual a o preferiblemente mayor que 1. Un valor particularmente
10 adecuado para N es 1 ó 2.

Preferiblemente, dicha señal es una señal modulada de manipulación por desplazamiento de frecuencia (FSK) introducida en dicho primer lugar en al menos una fase o preferiblemente en todas las fases de la línea (L) de energía polifásica, entre la fase respectiva y el conductor neutro o entre dos de las fases. Alternativamente, la señal
15 puede ser transmitida por un canal de comunicación por radio o por una red telefónica. Puede ser ventajoso incorporar la señal como una señal de frecuencia múltiple de doble tono (DMTF), para aumentar su protección contra el ruido armónico.

20 En lo que sigue, se describirá una realización preferida del presente invento haciendo referencia a los dibujos que se acompañan. Se debería advertir que la siguiente descripción sirve al único propósito de ilustrar un ejemplo de cómo se puede llevar a cabo el presente invento. La realización descrita no debería interpretarse como limitativa del alcance del presente invento en forma alguna.

25 La Figura 1 muestra un esbozo básico de una realización del presente invento;
la Figura 2a muestra un cronograma para ilustrar el principio básico de funcionamiento de la realización mostrada en la Figura 1;
la Figura 2b muestra un ejemplo de una señal usada en la realización mostrada en la Figura 1;
la Figura 3 muestra un diagrama de bloques de una realización de un nudo de red en un sistema de comunicación por línea de energía para realizar una operación de detección de fase;
30 la Figura 4a muestra un diagrama de bloques para ilustrar la estructura interna del detector 2 del patrón de señal característico mostrado en la Figura 3;
la Figura 4b muestra un cronograma para ilustrar el funcionamiento del circuito detector de patrón de señal; y
la Figura 5 muestra un cronograma para ilustrar el funcionamiento de la detección de fase del circuito
35 mostrado en la Figura 3.

La Figura 1 muestra las líneas generales básicas de una realización del presente invento. En la Figura 1 L representa una línea de energía trifásica. La línea de energía L comprende tres conductores R, S y T, cada uno transportando una tensión de fase específica con relación al conductor neutro N de la línea de energía L. La línea de energía L puede además comprender un conductor de tierra que no está mostrado en el diagrama de la Figura 1.
40 Las tensiones de fase respectivamente transportadas en los tres conductores R, S y T pueden ser de 220 voltios a 240 voltios como frecuentemente se usan en Europa en el ámbito doméstico, o de 110 voltios como normalmente se usan en los EEUU. Sin embargo, debería tenerse en cuenta que el presente invento sería igualmente aplicable a líneas de energía L de una red de distribución de energía de tensión media que transporta, por ejemplo, 20 kV, o incluso en la red de distribución de energía de alta tensión que transporta electricidad en distancias largas con un nivel de tensión de 380 kV o incluso más alta. Como es bien sabido, en las redes de distribución de energía trifásicas la tensión transportada en las tres fases R, S y T difieren entre sí un ángulo de fase de 120°.
45

El número de referencia 100 en la Figura 1 representa un dispositivo en un primer lugar que está conectado a cada uno de los tres cableados de fase R, S y T de la línea de energía L así como al conductor neutro N de la línea de energía L. En esta realización el primer lugar se toma como el lugar de referencia en el que R se usa como la fase de referencia. Por supuesto, cualquiera de las tres fases podría ser tomada como la fase de referencia. El dispositivo 100 en el lugar de referencia puede ser un nodo de comunicación en una red de comunicación por línea de energía que usa la línea de energía como el medio físico de transmisión de información. El dispositivo 100 puede ser
50 dispuesto, por ejemplo cerca de un transformador de subestación secundaria para transformar la media tensión de 20 kV de la red de distribución de energía en la línea de baja tensión de 220 a 240 V, o en cualquier otro lugar a lo largo de la línea de energía L en la que una de las tres fases R, S y T está disponible para selección como una fase de referencia. En el transformador de la subestación el nombre a las tres fases R, S y T es simplemente una cuestión de definición. En tanto se observa la secuencia de fases de las tensiones en las tres salidas de fase, cualquiera de las tres fases puede ser denominada R. La fase de cableado que transporta una tensión con un ángulo de fase de 120° detrás de la tensión de fase R, es por tanto denominada S, y la tensión de fase que está
60 240° detrás de la tensión R, es denominada T. Naturalmente cualquier otra convención sobre denominación para distinguir las tres fases puede usarse en vez de ésta. En la realización de la Figura 1 el dispositivo 100 está conectado a cada una de las tres fases R, S y T con el fin de ser capaz de introducir una señal de comunicación por línea de energía en cada una de las tres fases para transmisión por la línea de energía L, de forma que la señal de comunicación de la línea de energía pueda ser recibida en un lugar alejado en cualquiera de las tres fases R, S y T. Sin embargo, puede ser suficiente para introducir la señal de comunicación de la línea de energía solamente en una
65

de las tres fases, y aprovechar el acoplamiento por diafonía inductivo y capacitativo entre las tres fases al recibir la señal de comunicación de la línea de energía desde otra de las tres fases.

5 El número de referencia 200 representa un dispositivo adicional en un segundo lugar que puede ser un nodo posterior en la red de comunicación de la línea de energía en la línea de energía L. En esta realización el segundo lugar es el lugar alejado en el que es desconocida la fase de cableado. El dispositivo 200 puede comprender una carga o puede ser un medidor alejado para medir el consumo de electricidad de un consumidor, un dispositivo de prueba especializado en la detección de fase, o cualquier otro dispositivo apropiado. Está conectado con la línea de energía L en un lugar alejado del lugar de referencia. En la realización mostrada el dispositivo 200 está conectado
10 entre una de las fases y el conductor neutro N de la energía L. En el lugar alejado del dispositivo 200, al mirar a los conductores de fase de la línea de energía L sola, no hay información disponible sobre a cuál de las tres salidas R, S y T en la subestación secundaria está conectado el dispositivo 200. Esto está representado esquemáticamente en la Figura 1 por medio del círculo X. Este círculo indica que en muchos casos no puede rastrearse fácilmente la exactitud con la que las tres fases R, S y T están cableadas a lo largo del camino desde el lugar de referencia del dispositivo 100 al lugar alejado del dispositivo 200. Por ejemplo, la parte X de la línea de energía L puede estar enterrada o en cualquier otro lugar inaccesible, o puede simplemente ser demasiado larga para rastrear el cableado exacto de las tres fases R, S y T.

20 Con el fin de averiguar la fase de cableado del dispositivo 200 en el lugar alejado, en otras palabras, con el fin de detectar a cuál de las tres fases R, S y T está conectado el dispositivo 200 en el lugar alejado, los dos dispositivos 100 y 200 se comunican entre sí de la manera mostrada en la Figura 2a.

25 En la Figura 2a, R, S y T indican respectivamente las tensiones trifásicas, en las que la tensión de la fase S está 120° detrás de R, y la tensión de fase T está 120° detrás de S. R+, S+ y T+ indican pasos por cero de las respectivas tensiones de fase R, S y T con una pendiente positiva. R-, S- y T- indican pasos por cero en las respectivas tensiones de fase R, S y T con una pendiente negativa.

30 C1 en la Figura 2a indica una señal que el dispositivo 100 de la Figura 1 introduce en al menos uno de los tres conductores R, S y T de la línea de energía L. La Figura 1 muestra una realización en la que la señal C1 es introducida en todos los conductores de fase de la línea de energía. Sin embargo, debido a los efectos de acoplamiento cruzado entre los conductores de fase R, S y T a lo largo de la línea de energía puede ser suficiente introducir la señal C1 solamente en uno de los conductores de fase. También puede ser ventajoso introducir la señal C1 secuencialmente una por una en una forma de ensayo y error en cada uno de los tres conductores de fase y concentrar la energía de la señal introducida en el conductor respectivo para así ampliar el alcance de la señal C1 a lo largo de la línea de energía. La señal C1 puede ser cualquier señal de comunicación para transportar cualquier clase de información a través de la red de comunicación por la línea de energía. La señal C1 puede ser una señal de comunicación no particularmente especializada en la detección de la fase de cableado del dispositivo 200 en el lugar alejado. La señal C1 comprende un patrón de señal característico indicado DEL en la Figura 2a. El dispositivo 100 introduce la señal C1 en la línea de energía a una temporización que puede pero no necesita ser sincronizada con cualquiera de los pasos por cero de las tres fases R, S y T. La señal C1 puede empezar en cualquier momento no relacionado con el ciclo de 50 Hz en la línea de energía L y puede, por ejemplo, ser determinada por necesidades de comunicación entre los dos dispositivos 100 y 200 o entre el dispositivo 100 y cualquier otro dispositivo conectado a la línea de energía L.

45 En la Figura 2a, T2 indica el intervalo de tiempo entre un patrón de señal característico DEL en la señal C1 y la posterior ocurrencia del N^{ésimo} paso por cero con una pendiente positiva en la fase de cableado desconocida a la que está conectado el dispositivo 200 en el lugar alejado. N ha sido escogido como 2 para evitar que el intervalo de tiempo T2 se haga muy corto, a pesar de que por tanto serían posibles otros valores de N, que incluyen N=1. En el ejemplo mostrado en la Figura 1 se ha indicado con el fin de ilustración que el dispositivo en el lugar alejado 200 está conectado con la fase S. Como se ha mostrado en la Figura 2a, el intervalo de tiempo T2 finaliza en el segundo paso por cero S+ que sigue al patrón de señal característico DEL transmitido por el dispositivo 100 en el lugar de referencia a lo largo de la línea de energía L al lugar alejado. El dispositivo 200 en el lugar alejado detecta este intervalo de tiempo T2.

55 T1 en la Figura 2a indica que el intervalo de tiempo entre la ocurrencia del patrón de señal característico DEL en la señal C1 y el N^{ésimo} paso por cero con pendiente positiva de la fase de referencia. En el ejemplo mostrado se ha escogido R como la fase de referencia. Similar a lo que ha sido descrito con respecto al dispositivo 200 que mide el intervalo de tiempo T2, el dispositivo 100 en el lugar de referencia mide el intervalo de tiempo T1.

60 El intervalo de tiempo T3 indica la diferencia entre el intervalo de tiempo T1 y el intervalo de tiempo T2. Esta diferencia es indicativa de la fase desconocida, S en el ejemplo mostrado, con relación a la fase de referencia R en el ejemplo. Una vez que está disponible la información T3, la fase desconocida puede ser identificada. Con el fin de obtener la diferencia de tiempo T3, en esta realización el dispositivo 200 transmite información sobre la duración T2 detectada por el dispositivo 200 al dispositivo 100 en el lugar de referencia, de forma que el dispositivo 100 puede obtener la diferencia T2-T1 y así identificar la fase desconocida S en el lugar alejado. De acuerdo con una realización alternativa, el dispositivo 100 en el lugar de referencia transmite información sobre la duración del
65

intervalo de tiempo T1 al dispositivo 200 en el lugar alejado, y el dispositivo 200 obtiene entonces T3 de la diferencia entre T2 y T1 con el fin de identificar su fase de cableado con relación a la fase de referencia R. Cuál de estas realizaciones alternativas se prefiere depende de si es requerida la información de la fase en el lugar alejado o en el lugar de referencia.

La información con respecto a la duración del respectivo intervalo de tiempo T2 y T1, respectivamente, puede ser transmitida de cualquier forma apropiada desde un lugar al otro. Por ejemplo, esta información puede transmitirse en un formato codificado digitalmente como un mensaje de comunicación de red que utiliza la línea de energía como el medio de transmisión. No tienen que observarse limitaciones de temporización particulares al transmitir esta información de un lugar al otro. Tan pronto como la información ha sido transmitida de forma que las duraciones T1 y T2 están disponibles en el mismo lugar, se puede calcular la diferencia T3 y se puede detectar el cableado de fase desconocido.

La Figura 2b muestra un ejemplo de la estructura de la señal C1 transmitida por el dispositivo 100 en el lugar de referencia. De acuerdo con el ejemplo mostrado en la Figura 2b la señal C1 es una señal de comunicación de una red digital transmitida, por ejemplo, por medio de modulación de frecuencia (FSK) de una portadora adecuada para comunicación por línea de energía, como es bien conocido en sí. La señal C1 se extiende sobre uno o más ciclos de corriente alterna en la línea de energía y comprende un preámbulo PRB seguido por un delimitador de trama de comienzo DEL que se usa para delimitar la posterior parte de información de la parte de preámbulo de la señal C1. Este delimitador de trama de comienzo es un patrón de señal característico en la señal C1 que puede ser usado para determinar los intervalos de tiempo T1 y T2 descritos con referencia a la Figura 2a. La parte de información que sigue al delimitador de la trama de comienzo DEL puede estar estructurada de cualquier forma apropiada, por ejemplo de acuerdo con un protocolo de red de comunicación por línea de energía apropiado. En el ejemplo mostrado LT representa la longitud de trama de la señal C1, seguida por la IND de dirección MAC, un campo de control CLT, los parámetros de repetición PR para transmisión redundante de la señal C1 en la red de comunicación por línea de energía seguido por el campo de información real, por ejemplo una unidad de datos de servicio MAC, que después va seguida por un campo de comprobación CRC y un delimitador de fin de trama EFD. La información sobre el intervalo de tiempo T1 detectado por el dispositivo que transmite la señal puede estar incluida en una posición adecuada dentro de la señal C1, por ejemplo en el campo de información INF o en un campo especializado (no mostrado) que llega lo suficientemente tarde en la señal C1 del intervalo de tiempo T1 para que se haya terminado y por tanto está disponible. Puede estar situado por ejemplo antes del campo PR o entre el campo PR y el campo INF. Sin embargo, ha de tenerse en cuenta que el formato de la señal mostrado en la Figura 2b es un ejemplo tomado de una amplia variedad de formatos de señal diferentes que pueden ser usados en una red de comunicación por línea de energía. Cualquier patrón de señal característico como el delimitador de la trama de comienzo DEL o el delimitador de la trama final EFD puede ser usado para medir los intervalos de tiempo T1 y T2 mostrados en la Figura 2a. Por supuesto, en lugar de usar un delimitador de trama se puede incluir un patrón de señal característico específico, por ejemplo en el campo de información INF o en el campo de control CTL o en cualquier otro lugar dentro de la trama de la señal C1. El patrón de señal característico puede ser una palabra código única o una secuencia de bits en la señal C1. También, el patrón de señal característico puede aparecer en la señal con o sin codificación de corrección de errores. Si el patrón de señal característico aparece en la señal C1 en una forma codificada con corrección de errores, la fiabilidad de la detección del patrón de señal característico puede ser incrementada más tarde.

La Figura 3 muestra un diagrama de bloques de componentes en el dispositivo 100 mostrado en la Figura 1 para transmitir la señal C1 en el lugar de referencia. Preferiblemente, componentes similares están dispuestos también en el dispositivo 200 en el lugar alejado para detectar el patrón de señal característico y para medir el intervalo de tiempo T1.

En la Figura 3 el número de referencia 1 representa un circuito de comunicación digital que incluye un microprocesador que ejecuta programas para transmitir, recibir, generar y procesar mensajes de red en la red de comunicación por línea de energía. Las estructuras internas de un circuito de comunicación de esta clase no son esenciales para la realización mostrada. Dependen del fin individual y de las funciones de la red de comunicación por línea de energía y son bien conocidas como tales. El circuito de comunicación digital tiene medios, por ejemplo un puerto de salida del microprocesador, para generar una señal C1 que comprende un patrón de señal característico para transmisión por la línea de energía L. 2 indica un circuito para detectar la ocurrencia del patrón de señal característico en la señal C1, como se explicará con más detalle con referencia a la Figura 4a más adelante. C2 indica una señal de salida del detector 1 del patrón de señal característico cuya señal C2 indica la ocurrencia del patrón de señal característico en la señal C1. El número de referencia 3 indica un circuito transceptor que tiene un transmisor amplificador 32 y un circuito receptor 31 que están conectados a la línea de energía a través de un condensador de acoplamiento 4 o de cualquier otro medio apropiado para aislar el circuito transceptor 3 de la línea de energía sin bloquear la transmisión de las señales de comunicación entre la línea de energía y el circuito transceptor 3. El transmisor amplificador 32 toma la señal digital C1 del circuito de comunicación 1 y modula esta señal sobre una portadora apropiada para transmisión. El receptor 31 recibe las señales de comunicación por línea de energía a través de medios de filtro apropiados, realiza una operación de demodulación apropiada y presenta una señal de datos a un circuito de comunicación 1 para su posterior procesamiento. En el dispositivo 100 en el lugar de referencia el transceptor 3 está preferiblemente conectado a al menos uno de los tres conductores R, S y T con el fin

de hacer disponibles las señales de comunicación de la línea de energía transmitidas por el circuito en las tres fases, como se ha explicado anteriormente. 20 indica un detector de paso por cero que está conectado a la fase de referencia R. Este detector puede ser puesto en práctica simplemente por medio de un comparador que compara la señal de la fase de entrada con cero con el fin de producir una señal rectangular en sincronismo con la señal de fase en su entrada.

La referencia 5 indica un contador preseleccionable que realiza una operación de recuento decreciente de acuerdo con una señal de reloj en la entrada CK1 del contador 5. PST representa entradas del contador decreciente 5 para programar un valor de comienzo para el contador 5 para el recuento decreciente. El valor de comienzo en representación binaria presente en las entradas prefijadas PST es cargado en el contador de acuerdo con una señal de habilitación prefijada en la entrada PE del contador 5. 2⁰ y 2¹ indican los dos bits menos significativos de la salida del contador 5. El número de referencia 6 indica un contador adicional que realiza una operación de recuento de las pulsaciones del reloj aplicadas a la entrada CK2 del contador 6. BT1 indica la salida del contador 6 que es una representación binaria de la duración del intervalo de tiempo T1. Los números de referencia 7 y 9 indican puertas AND, en tanto que el número de referencia 8 indica una puerta OR. Una primera entrada de la puerta AND 7 recibe una señal ZC del detector 20 de paso por cero. La otra entrada de la puerta AND 7 está conectada con la salida de la puerta OR 8 para recibir una señal C3. La salida de la puerta AND 7 está conectada con la entrada del reloj CK1 del contador 5. Las dos entradas de la puerta OR 8 están conectadas con los dos últimos bits significativos 2⁰ y 2¹ de la salida del contador 5. La puerta AND 9 recibe una señal de reloj binario BCK generada por un circuito de recuperación del reloj (no mostrado) en el circuito de comunicación 1 de la señal C1 de una forma convencional bien conocida como tal. La otra entrada de la puerta AND 9 recibe la señal de salida C3 de la puerta OR 8. La salida de la puerta AND 9 está conectada con la entrada de reloj del contador 6. BT2 indica información sobre la duración del intervalo de tiempo T2 detectado por el dispositivo 200. En esta realización esta información es recibida a través de la red de comunicación de la línea de energía por medio del receptor 31 desde el dispositivo 200 en el lugar alejado.

La información BT1 y BT2 se procesa apropiadamente en un circuito no mostrado en la Figura 3 con el fin de establecer una correspondencia de esta información sobre un valor de fase relativo a la fase de referencia que es indicativa de la fase desconocida a la que está conectado el dispositivo 200, o directamente sobre una de las tres fases R, S y T. Esta operación puede ser incorporada de varias formas diferentes. Preferiblemente, se calcula una diferencia entre BT1 y BT2 y se usa una tabla de consulta para consultar la fase de cableado que depende de la diferencia entre BT1 y BT2. En la realización mostrada, la frecuencia del reloj binario ha sido escogida para que sea 48 bits por ciclo de 20 ms de ciclo de corriente alterna. La tabla de consulta contiene por tanto las siguientes entradas:

Entrada	BT1 - BT2	Fase de cableado del nodo distante
1	0±3; 48±3; -48±3	La misma que la fase de referencia
2	8±3; -40±3	60° delante de la fase de referencia
3	16±3; -32±3	120° delante de la fase de referencia
4	24±3; -24±3	180° delante de la fase de referencia
5	32±3; -16±3	240° delante de la fase de referencia
6	40±3; -8±3	300° delante de la fase de referencia

En esta tabla las entradas 1, 3 y 5 indican que el dispositivo alejado 200 está conectado a una de las tres fases de cableado de la línea de energía. Las entradas 2, 4 y 6 indican fases de cableado inversas de la unidad alejada 200 en las que el terminal de fase del dispositivo alejado 200 ha sido conectado al neutro en tanto que el terminal neutro del dispositivo alejado 200 ha sido conectado a una de las fases de cableado de la línea de energía. El circuito de procesamiento para realizar esta operación de consulta de la tabla para establecer la correspondencia entre BT1-BT2 y uno de los números de entrada 1 a 6 puede estar comprendido en el circuito de comunicación 1. Otras aplicaciones para obtener el cableado de fase desconocida del dispositivo 200 pueden, por supuesto, ser adoptadas.

La Figura 4a muestra una realización del detector 2 del patrón de señal característico. En la Figura 4a, el número de referencia 19 indica un registro de desplazamiento que tiene ocho derivaciones en el ejemplo mostrado. Por supuesto, otro número de derivaciones, por ejemplo 12 pasos, sería igualmente adecuado, dependiendo del número de bits que forman el patrón de señal característico que hay que detectar. Los datos son desplazados en el registro de desplazamientos 19 desde la parte superior de la Figura 4a a la parte inferior como está indicado por la flecha, de acuerdo con el reloj binario BCK. El registrador de desplazamientos 19 mantiene en las ocho posiciones de derivación la historia de los ocho bits más recientes transmitidos en la señal C1, estando el bit presente mostrado mantenido en la posición más alta. En la Figura 4a se muestra con fines ilustrativos un estado particular del registro de desplazamiento. En el estado mostrado, el bit más antiguo así como el bit presente es "0" en tanto que los seis bits entre medias son "1". Este patrón de bits es el delimitador de trama de comienzo DEL usado en la señal C1 que también se usa como el patrón de señal característico. Por lo tanto, con fines ilustrativos la Figura 4a muestra el estado de detección del patrón de señal característico. Por supuesto, este estado cambiará con el próximo impulso del reloj binario BCK. Los números de referencia 10 a 17 representan puertas Exclusivas OR (EXOR), teniendo cada una dos entradas. Una de las dos entradas de cada una de las puertas EXOR 10 a 17 está conectada con una derivación asociada de las ocho derivaciones de salida del registro de desplazamiento 19. La puerta EXOR 10, que

tiene una de sus entradas conectada a la derivación más alta del registro de desplazamientos que contiene el presente bit, tiene su otra entrada conectada a una señal con nivel lógico "1". Lo mismo se aplica a la puerta EXOR 17 que tiene una de sus entradas conectada a la derivación que contiene el más antiguo de los ocho bits en el registro de desplazamientos 19. Las entradas de las otras puertas EXOR 11 a 16 no conectadas con el registro de desplazamientos están conectadas a una señal con un nivel lógico de "0". De esta forma, el detector 2 del patrón de señal característico ha sido programado para que sea capaz de detectar el patrón de señal característico particular predeterminado 01111110. Las salidas de las puertas EXOR 10 a 17 están conectadas con las entradas respectivas de una puerta AND 18. La salida de la puerta AND 18 lleva el número de referencia C2. Esta salida indica la ocurrencia del patrón de señal característico en la señal C1. Por supuesto, el patrón de señal característico 01111110 es solamente un ejemplo. Otras aplicaciones del patrón de señal característico, ambas con respecto a su longitud y con respecto a su secuencia de bits, por supuesto, son posibles.

En funcionamiento, el detector de patrón de señal característico mostrado en la Figura 4a desplaza continuamente la secuencia de bits entrantes de la señal C1 a través del registro de desplazamientos 19. La cadena de puertas EXOR 10 a 17 examina el patrón de bits almacenados en el registro de desplazamientos 19 para determinar si este patrón de bits se corresponde con el inverso del patrón de bits presente en las otras entradas respectivas de las puertas EXOR 10 a 17. Solamente si se da una correspondencia perfecta, los pares de entradas de todas las puertas EXOR 10 a 17 tienen niveles lógicos diferentes y todas las salidas de las puertas EXOR 10 a 17 de acuerdo tienen un nivel de señal lógico de "1", de forma que la salida C2 de la puerta AND 18 toma un valor lógico "1". La Figura 4b muestra un cronograma para ilustrar la señal C1, el reloj binario BCK y la señal de salida C2 del detector del patrón de señal característico de la Figura 4a.

La Figura 5 muestra un cronograma para ilustrar el funcionamiento del circuito mostrado en la Figura 3. Como se muestra en la Figura 5, se produce un impulso en la señal C2 cuando el circuito 2 detecta la ocurrencia de un patrón de señal característico en la señal C1. Este impulso en C2 aparece en la entrada de habilitación prefijada del contador 5 y prefija el contador en un valor N que define el número de puntos de referencia entre la ocurrencia de un patrón de señal característico y el final del intervalo de tiempo T1. Este número N de puntos de referencia puede ser 1 o más de 1, por ejemplo N=2, con el fin de asegurar que el intervalo de tiempo T1 medido por el circuito en la Figura 3 tenga una cierta longitud, incluso si el patrón de señal característico ocurre cerca del punto de referencia detectado por el circuito en la Figura 3.

La señal ZC en la Figura 5 es la señal de salida del detector de paso por cero que indica la ocurrencia de pasos por cero en la fase de referencia R. La puerta OR 8 en el circuito de la Figura 3 mantiene la señal C3 en un nivel lógico "1" en tanto que el contador descendente 5, después de haber sido prefijado en virtud del impulso de la señal C2, no ha alcanzado el valor cero. Como la realización mostrada en la Figura 3 usa el valor N=2, es suficiente una sola puerta OR para generar esta señal C3 que toma un nivel lógico uno que empieza con la ocurrencia de un patrón de señal característico y que termina con el contador descendente 5 alcanzando cero. En tanto que C3 está en el nivel lógico 1 los impulsos del detector 20 de paso por cero aparecen en la entrada de reloj CK1 del contador descendente 5 en virtud de la puerta AND 7. Las dos señales de salida 2^0 y 2^1 mostradas en la Figura 5 indican lo que sucede en la salida del contador descendente 5 en respuesta a la señal C2 en la entrada PE de habilitación de prefijamiento. En tanto que la señal C3 está en un nivel lógico 1 la puerta AND 9 proporciona en su salida el reloj binario con puerta BCK del circuito de recuperación del reloj que hace que el contador 6 realice una operación de recuento, de forma que el contador 6 realiza la medida del intervalo de tiempo T1 entre la ocurrencia del patrón de señal característico y la posterior ocurrencia de un segundo punto de referencia en la tensión de fase de referencia. Como se muestra en la Figura 5, durante esta operación de medida de la duración del intervalo de tiempo T1, dos márgenes de reloj aparecen en la entrada de reloj CK1 del contador descendente 5. La duración del estado lógico 1 en la señal CK1 después del segundo margen de temporización es muy corto, debido al hecho de que la transición en la salida 2^0 de "1" a "0" en respuesta al segundo margen de temporización hace que la señal C3 tome un nivel lógico 0, de forma que la salida de la puerta AND 7 también vaya al nivel lógico "0".

El circuito y su funcionamiento descritos con referencia a las Figuras 3, 4a, 4b, 5 están provistos en el dispositivo 100 mostrado en la Figura 1. Un circuito similar está provisto en el dispositivo 200 de la Figura 1, en el que la entrada del detector 20 de paso por cero está conectada a la fase desconocida antes que a la fase de referencia R, como se muestra. El intervalo de tiempo contado por el contador 6 en el dispositivo 200 es T2. El dispositivo 200 difiere además del circuito en el dispositivo 100 mostrado en la Figura 3 en que la información obtenida por el contador 6 sobre la duración del intervalo de tiempo T2 es suministrada al nodo de comunicación 1 para transmisión en la forma de un mensaje explícito al dispositivo 100. No hay necesidad de proporcionar medios para calcular una diferencia entre T1 y T2 en el dispositivo 200. Estas adaptaciones del circuito mostrado en la Figura 3 para el dispositivo 200 son modificaciones menores que son inmediatamente evidentes a partir de la descripción de la estructura y la función de la realización.

Los lugares primero y segundo pueden ser nodos en un sistema de comunicación por línea de energía, por ejemplo en un sistema de comunicación por línea de energía para medición a distancia del consumo de electricidad. Tal sistema puede comprender una pluralidad de medidores de electricidad a distancia así como un concentrador que actúa como un elemento principal en comunicación con la pluralidad de medidores a distancia. Cuando un medidor distante recibe una señal C1 del concentrador cuenta cuántos bits hay del patrón de señal característico al siguiente

(o más generalmente, $N^{\text{ésimo}}$) paso por cero de la tensión de fase a la que está conectado. El medidor envía de vuelta un mensaje de respuesta al concentrador que transporta esta información. El concentrador puede entonces determinar la diferencia entre el número de bits contados y comunicados por el medidor a distancia y el número de bits del patrón de señal característico al próximo (o $N^{\text{ésimo}}$) paso por cero contado por el concentrador para averiguar a qué fase está conectado el medidor distante. Si el medidor distante recibe en el mensaje del concentrador información sobre el número de bits que ha contado el concentrador, el medidor puede determinar su fase de cableado a partir de este número y del número de bits que ha contado. El medidor puede comunicar el resultado, por ejemplo, uno de los números 1 a 6 en la tabla anterior, al concentrador para informar lo mismo de la fase de cableado del medidor distante detectada por el medidor distante.

Se ha observado que las realizaciones descritas pueden ser modificadas de varias formas. Por ejemplo, el circuito 2 de detección de patrón de señal característico ha sido mostrado para realizar una operación de correspondencia entre un patrón de bits preprogramado y la secuencia de bits en el registro de desplazamientos 19. Sin embargo, puede ser ventajoso usar un código con corrección de errores para proteger el patrón de bits característico y para incorporar el circuito que evalúa el contenido del registro de desplazamientos 19 como un decodificador para decodificar el patrón de señal característico codificado con corrección de errores con el fin de aumentar la protección al ruido del circuito detector 2 del patrón de señal característico. Las técnicas de codificación con corrección de errores apropiadas son bien conocidas como tales y se hace referencia a cualquier libro de texto sobre códigos de corrección de errores y su aplicación. También, hay que observar que el circuito mostrado en la Figura 3 para medir un intervalo de tiempo entre la ocurrencia de un patrón de señal característico en la señal C1 y la ocurrencia de un punto de referencia $N^{\text{ésimo}}$ en la fase de referencia y la fase desconocida, respectivamente, es un ejemplo de entre una amplia variedad de circuitos diferentes que pueden usarse para realizar esta medida del intervalo de tiempo. Mientras que la realización mostrada en la Figura 3 usa el reloj binario en la señal C1 para medir el intervalo de tiempo T1 y T2, respectivamente, podría usarse un generador de señales del reloj en funcionamiento libre en vez de generar la señal de reloj contada por el contador 6.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Un sistema para detectar la fase de cableado (R; S; T) de una tensión de fase (S) desconocida (x) con relación a una tensión de fase de referencia (R) en un sistema de de distribución de energía eléctrica que tiene una línea de energía polifásica (L), que comprende
- 10 -un circuito (1, 3, 32) para transmitir una señal (C1) desde un primer lugar (100) a un segundo lugar (200), comprendiendo dicha señal un patrón de señal característico (DEL);
- un circuito (2, 5 a 9) para determinar en dicho primer lugar (100) un primer intervalo de tiempo (T1) entre el patrón de señal característico (DEL) y la ocurrencia de un punto de referencia (R+) en una tensión de fase (R) en dicho primer lugar (100);
- 15 - un circuito (2, 5 a 9) para detectar en dicho segundo lugar el patrón de señal característico de dicha señal (C1) y para determinar un segundo intervalo de tiempo (T2) entre dicho patrón de señal característico (DEL) y la ocurrencia de un punto de referencia (S+) en una segunda tensión de fase en dicho segundo lugar (200); y
- un circuito (1) para determinar a partir de dichos intervalos de tiempo primero (T1) y segundo (T2) la fase de cableado (S) de la fase desconocida de la primera y segunda tensiones de fase con relación a la otra fase de la primera y segunda tensiones de fase que sirve como la tensión de fase de referencia,
- 20 **caracterizado por que**
- dicho circuito para determinar la fase de cableado está situado en dicho segundo lugar (200); y
- 25 - el sistema que comprende medios para transmitir información indicadora de dicho primer intervalo de tiempo (T1) desde dicho primer lugar a dicho segundo lugar.
- 30 2. El sistema de acuerdo con cualquiera de las anteriores reivindicaciones, en el que dicho circuito (1) para determinar la fase de cableado de la tensión de fase desconocida a partir de dichos intervalos de tiempo primero y segundo (T1, T2) comprende medios para calcular una diferencia entre dicho segundo intervalo de tiempo y dicho primer intervalo de tiempo, y medios para determinar dicha fase de cableado basándose en dicha diferencia.
- 35 3. El sistema de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 2, en el que
- dicho patrón de señal característico (DEL) comprende una palabra de código única.
- 40 4. El sistema de acuerdo con la reivindicación 3, en el que dicha señal (C1) comprende una parte de encabezamiento (PRB) que precede al patrón de señal característico.
5. El sistema de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 2, en el que
- 45 - dicho patrón de señal característico para ser detectado es el comienzo de la señal.
6. El sistema de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que
- 50 - dicha señal (C1) es una secuencia de símbolos con una frecuencia de símbolos predeterminada; y
- dichos circuitos para determinar un primer intervalo de tiempo (T1) y un segundo intervalo de tiempo (T2), respectivamente, comprenden contadores (6) para contar el número de dichos símbolos entre dicho patrón de señal característico y la ocurrencia de dicho punto de referencia (S+) en dicha tensión de fase desconocida (S) y dicho punto de referencia (R+) en dicha tensión de fase (R), respectivamente.
- 55 7. El sistema de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, en el que
- dicho circuito para detectar dicho primer intervalo de tiempo (T1) comprende un contador en funcionamiento libre a una frecuencia de reloj predeterminada;
- medios para iniciar el contador en funcionamiento libre tras la detección de dicho patrón de señal característico (DEL); y
- medios para leer un valor contado por dicho contador cuando ha ocurrido dicho punto de referencia.
- 60 8. El sistema de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que
- dicho circuito (1, 3, 32) para transmitir una señal está adaptado para transmitir dicha señal de forma que el patrón de señal característico no coincida con ninguno de los puntos de referencia que ocurren de forma repetitiva en dichas tensiones de fase de dicha línea de energía polifásica.
- 65 9. El sistema de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que dicho circuito para transmitir una señal está adaptado para transmitir dicha señal de forma que el patrón de señal característico tenga una temporización aleatoria o pseudoaleatoria.

10. El sistema de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende medios (1) para
- 5 - transmitir una pluralidad de dichos patrones de señal característica (DEL) en temporizaciones diferentes y/o en partes diferentes del espectro y/o del espectro ampliado modulado con códigos de ampliación diferentes; y
- para cada uno de la pluralidad de patrones de señal transmitidos,
- 10 - determinar en dicho segundo lugar (200) un primer intervalo de tiempo (T2) entre el patrón de señal característico de la señal y la ocurrencia de un punto de referencia (S+) en dicha segunda tensión de fase;
- determinar en dicho primer lugar (100) un primer intervalo de tiempo (T1) entre el patrón de señal característico (DEL) y la ocurrencia de un punto de referencia (R+) en dicha primera tensión de fase (R);
- 15 - de forma que se obtiene una pluralidad de primeros intervalos de tiempo (T1) y de segundos intervalos de tiempo (T2) asociados;
- estando dicho circuito (1) adaptado para la determinación de la fase de cableado adaptado para determinar la fase de cableado a partir de dicha pluralidad de intervalos de tiempo primero y segundo (T1, T2).
- 20 11. El sistema de acuerdo con la reivindicación 10, en el que dicho circuito (1) para determinar la fase de cableado a partir de dicha pluralidad de intervalos de tiempo primero y segundo comprende
- 25 - medios para calcular una diferencia entre cada primer intervalo de tiempo y su segundo intervalo de tiempo asociado;
- medios para determinar una fase de cableado preliminar a partir de cada una de las diferencias así obtenidas; y
- medios para seleccionar qué fase de cableado tiene una mayoría entre dichas fases de cableado preliminares así determinadas.
- 30 12. El sistema de acuerdo con la reivindicación 11, en el que dicha mayoría es una mayoría $M/(M+1)$, siendo M un entero igual a o mayor que 2.
- 35 13. El sistema de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 10 a 12, en el que dichas señales son transmitidas sucesivamente de forma que un intervalo de tiempo entre dos patrones de señal característico (DEL) es mayor o menor que el periodo de tensión alterna de dicha línea de energía polifásica y distinto de los múltiplos enteros de dicho periodo de tensión alterna.
- 40 14. El sistema de acuerdo con cualquiera de las anteriores reivindicaciones, en el que dichos puntos de referencia (R+; S+) son puntos únicos en cada periodo de la tensión de fase respectiva especificada por su tensión y/o su pendiente.
- 45 15. El sistema de acuerdo con la reivindicación 12, en el que dichos puntos de referencia son pasos por cero de las respectivas tensiones de fase con una pendiente de signo especificado.
- 50 16. El sistema de acuerdo con la reivindicación 14 ó 16, en el que dicho primer intervalo de tiempo (T1) y dicho segundo intervalo de tiempo (T2), respectivamente, termina con el punto de referencia $N^{\text{ésimo}}$ que sigue el patrón de señal característico, siendo N un entero positivo predeterminado igual a o mayor que 1.
- 55 17. El sistema de acuerdo con la reivindicación 16, en el que $N=2$.
- 60 18. El sistema de acuerdo con cualquiera de las anteriores reivindicaciones, en el que dicho circuito para transmitir una señal comprende medios (4) para introducir dicha señal en al menos una fase de dicha línea de energía polifásica (L).
19. El sistema de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 17, en el que dicho circuito para transmitir una señal (C1) comprende un circuito transmisor para transmitir la señal en un canal de comunicación por radio.
20. El sistema de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 17, en el que dicha señal es transmitida por una red telefónica.
21. El sistema de acuerdo con cualquiera de las anteriores reivindicaciones, en el que dicha señal es una señal de multifrecuencia de doble tono (DMTF).

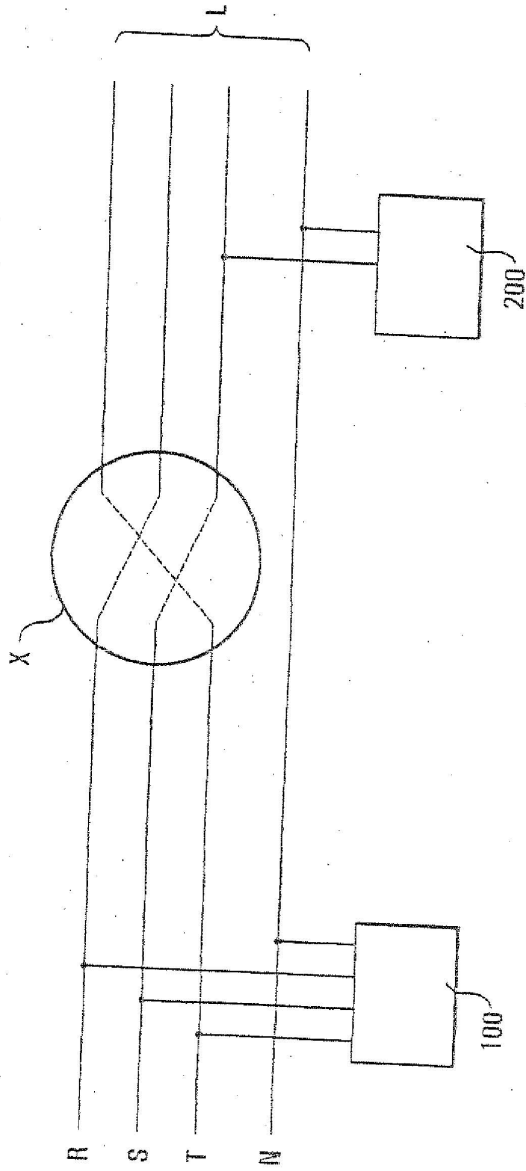
22. Un método para determinar la fase de cableado de una tensión de fase desconocida con respecto a una tensión de fase de referencia en un sistema de distribución de energía eléctrica que tiene una línea de fase única o polifásica, que comprende los pasos de

- 5
- transmitir una señal (C1) desde un primer lugar (100) a un segundo lugar (200), comprendiendo dicha señal un patrón de señal característico (DEL);
 - determinar en dicho primer lugar (100) un primer intervalo de tiempo (T1) entre dicho patrón de señal característico (C1) y la ocurrencia de un punto de referencia (R+) en una primera tensión de fase (R);
 - 10 - detectar en dicho segundo lugar (200) el patrón de señal característico y determinar un segundo intervalo de tiempo (T2) entre el patrón de señal característico (C1) y la ocurrencia de un punto de referencia (S+) en una segunda tensión de fase (S); y
 - determinar a partir de dichos intervalos de tiempo primero (T1) y segundo (T2) la fase de cableado (S) de la fase desconocida de las tensiones de fase primera y segunda con relación a la otra de las tensiones de fase primera y segunda que sirven de tensión de fase de referencia.

15 **caracterizado por**

- transmitir información indicativa de dicho primer intervalo de tiempo (T1) desde dicho primer lugar a dicho segundo lugar (200) donde está situado dicho circuito para determinar la fase de cableado .
- 20

Fig. 1



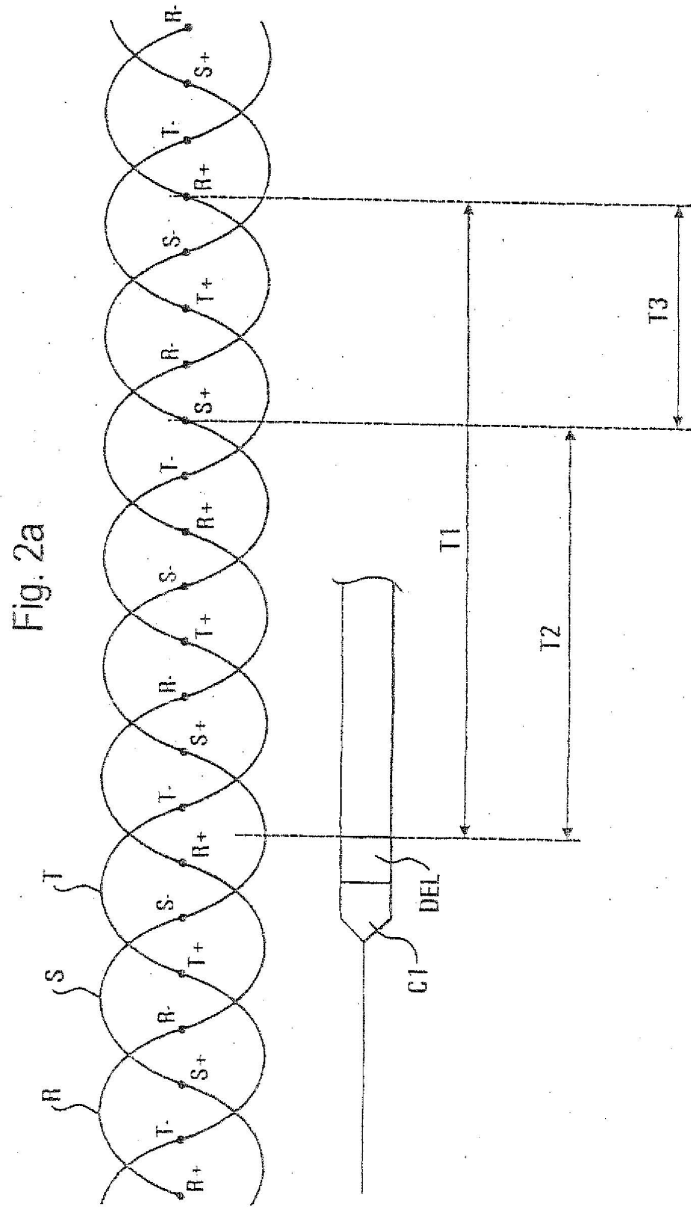


Fig. 2b

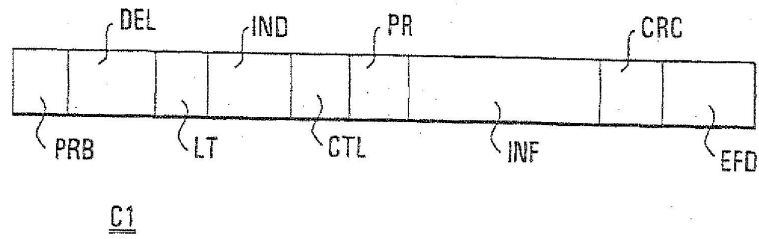


Fig. 5

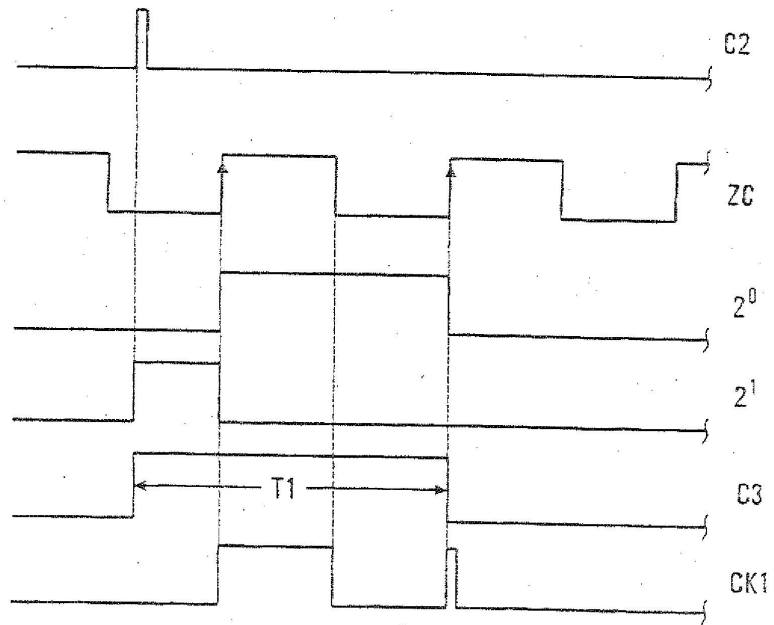


Fig. 3

