

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 377 141**

51 Int. Cl.:
H05B 37/02 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 96 Número de solicitud europea: **06795805 .8**
- 96 Fecha de presentación: **29.08.2006**
- 97 Número de publicación de la solicitud: **1927271**
- 97 Fecha de publicación de la solicitud: **04.06.2008**

54 Título: **Método para determinar una posición relativa de dispositivos en una red, y red de dispositivos para llevar a cabo el método**

30 Prioridad:
12.09.2005 EP 05108323

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
22.03.2012

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
22.03.2012

73 Titular/es:
**KONINKLIJKE PHILIPS ELECTRONICS N.V.
GROENEWOUDSEWEG 1
5621 BA EINDHOVEN, NL**

72 Inventor/es:
STEVENS, Hendrik

74 Agente/Representante:
Zuazo Araluze, Alexander

ES 2 377 141 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 para determinar una posición relativa de dispositivos en una red, y red de dispositivos para llevar a cabo el método.

5

Campo de la invención

La invención se refiere a un método para determinar una posición relativa de dispositivos en una red, y a una red de dispositivos para llevar a cabo el método.

10

Antecedentes de la invención

En sistemas más o menos complejos con varios dispositivos controlables, tales como sistemas de iluminación más grandes en edificios, a lo largo de las carreteras, etc., a menudo es deseable vincular un dispositivo, por ejemplo una lámpara con un interruptor, en ese sistema. Esto permite por ejemplo un control remoto de los dispositivos. En la actualidad, pueden usarse dispositivos que tienen su propio ID único. Aún así es necesario conocer "dónde" están ubicados esos dispositivos en el sistema para que un operario o unidad de control pueda controlar el dispositivo correcto.

15

20

La solicitud estadounidense n.º 2003/0222603 y la publicación PCT WO95/01030 dan a conocer un sistema y un método para la correlación entre la ubicación de un componente y su ID. En una realización, cada componente se hace funcionar de manera separada, y un operario registra las coordenadas físicas en cada caso. Esto requiere mucho tiempo, y se necesita al menos una persona, y posiblemente más en el caso en que los dispositivos no puedan comprobarse desde la posición del operario, tal como sistemas de iluminación en un edificio grande, etc. A veces también es difícil activar el dispositivo, tal como una farola en un poste alto.

25

Sumario de la invención

Un objeto de la invención es proporcionar un método, que puede proporcionar información sobre la posición física real de varios dispositivos en una red, con menos cantidad de trabajo.

30

También es un objeto de la invención proporcionar un sistema para llevar a cabo el método.

Para ello, la invención proporciona un método de la clase mencionada en el preámbulo, y que comprende las siguientes etapas:

35

- proporcionar una red con un cable, y una pluralidad de dispositivos direccionables y una unidad de control conectada por los mismos,

40

- seleccionar uno de la pluralidad de dispositivos, siendo los otros dispositivos dispositivos restantes,
- sincronizar los dispositivos,

45

- proporcionar una señal de detección en la red, por medio del dispositivo seleccionado, señal de detección que puede detectarse mediante los dispositivos restantes,

en el que la señal de detección tiene una amplitud que aumenta como una función del tiempo,

50

- determinar un tiempo de detección para cada dispositivo restante, tiempo de detección en el que dicho dispositivo restante puede detectar la señal de detección,

- recopilar los tiempos de detección respectivos de los dispositivos restantes en la unidad de control, y

55

- evaluar los tiempos de detección con el fin de determinar la posición relativa de los dispositivos.

El método según la invención ofrece la posibilidad de determinar la posición de dispositivos al menos uno con respecto a otro, basándose en el tiempo que tarda una señal enviada por uno de los dispositivos en la red en medirse por los otros dispositivos. En el método según la invención, uno de los dispositivos, incluyendo incluso la propia unidad de control, se selecciona para enviar una señal de detección en la red. Esta señal de detección se propagará a lo largo de los cables de la red y se atenuará, porque esos cables mostrarán pérdidas. Esto significa que los dispositivos que están físicamente alejados del dispositivo de envío recibirán una señal más débil, y en general sólo podrán detectar la señal más tarde en el tiempo. Al aumentar la amplitud de la señal, cada vez más dispositivos que están cada vez más alejados podrán detectar la señal. En otras palabras, la distancia física hasta el dispositivo de envío puede determinarse por el tiempo que tarda el dispositivo en poder detectar la señal del dispositivo de envío por primera vez. Al recopilar estos tiempos, los tiempos de detección, se aprende mucho acerca del orden físico de los dispositivos en la red, en relación con el dispositivo de envío. Si la red es por ejemplo una red

60

65

lineal, puede determinarse por tanto el orden relativo de los dispositivos, y por tanto también el orden absoluto y la posición física de los dispositivos. Esta información puede usarse directamente por un sistema o un operario. Se ahorra mucho trabajo, y el método incluso puede automatizarse, tal como se comentará más adelante.

5 La invención también proporciona una red de dispositivos, que comprende un cable (10), y una pluralidad de dispositivos (A-I; A-J) direccionables y una unidad (12) de control conectada por los mismos, en la que los dispositivos están dotados de un reloj interno que se sincronizan para poder medir el tiempo, y un dispositivo seleccionado de la red de dispositivos (A-I; A-J) puede proporcionar una señal de detección en la red, en la que la señal de detección tiene una amplitud que aumenta como una función del tiempo y cada dispositivo restante puede
10 determinar un tiempo de detección, tiempo de detección en el que dicho dispositivo restante puede detectar la señal de detección y la unidad de control puede recopilar los tiempos de detección respectivos de los dispositivos restantes, y evaluar los tiempos de detección con el fin de determinar la posición relativa de los dispositivos (A-I; A-J).

15 En el presente documento, "direccionable" significa que el dispositivo puede responder a un mensaje a través de la red que lleva su ID específico. La red según la invención ofrece la posibilidad de determinar el orden físico y la posición de los dispositivos sin que un operario haga funcionar los dispositivos por separado. Esto ahorra mucho trabajo cuando se instalan los dispositivos, por ejemplo cuando se "vinculan".

20 Son posibles diversas realizaciones de la invención y forman el objeto de las reivindicaciones dependientes, que se comentarán más adelante.

En particular, se determina el tiempo de detección para un dispositivo restante como un tiempo entre la sincronización y una primera vez que se determina una señal por encima de un nivel predeterminado por dicho
25 dispositivo. Por ejemplo, la sincronización puede tener lugar mediante cualquier protocolo conocido, tal como un protocolo PowerLon, o suministrando simplemente una señal en la red que puede detectarse por todos los dispositivos y puede usarse para (re)iniciar un reloj interno. Tal señal puede ser una señal de pico corta y relativamente fuerte de, por ejemplo, 100 mV. Preferiblemente, esta señal de sincronización tiene otras características distintas de la señal de detección usada, por ejemplo una frecuencia diferente. Esto impide confusión o señales de colisión. Obsérvese que los dispositivos deben comprender un reloj interno, con el fin de poder medir el tiempo. Además obsérvese que cuando el dispositivo seleccionado envía una señal de sincronización a través de la red, tal señal también se retardará un determinado periodo de tiempo por unidad de longitud de cable, como lo hará la señal de detección. Si este retardo por longitud es sustancialmente el mismo para la señal de sincronización y la señal de detección, la medición de tiempo puede ser muy precisa. Pero aunque este retardo sea algo diferente, el
30 método y el sistema según la invención todavía pueden determinar un retardo de tiempo relativo, y por tanto una distancia relativa, aunque algo menos precisa.

Los dispositivos de la red deben tener un reloj interno, tal como puede estar presente en diversos IC. Además, los dispositivos deben poder detectar las señales y comunicarse (sincronización, detección, interrogación cuando se
40 recopilan datos), y enviar señales de detección a través de la red, tal como la información de tiempo de detección, y al menos para el/los dispositivo(s) seleccionado(s) también señales de detección. Todos de tales detalles se conocen bien en la técnica, y no se necesita explicarlos adicionalmente en este caso.

En una realización particular, la etapa de evaluar los tiempos de detección comprende ordenar los tiempos de
45 detección en uno de un orden creciente y un orden decreciente. Esta es una manera sencilla y eficaz de determinar un orden (físico) de los dispositivos en la red. Cuando un dispositivo está alejado del dispositivo seleccionado que envió la señal de detección, el retardo de tiempo será mayor, y viceversa. Por tanto, el orden de los dispositivos según el tiempo de detección también permite establecer un orden físico.

En una realización especial, el método incluye además la etapa de proporcionar a la unidad de control un mapa de cableado de la red. Tal mapa de cableado está casi siempre disponible para la red, y proporciona información sobre
50 dónde están ubicados los dispositivos, sin tener conocimiento de la ubicación de los dispositivos individuales. El método según la invención podrá entonces proporcionar esta última información. En otras palabras, el método permite llenar los ID individuales de los dispositivos a través del mapa de cableado, con el fin de poder controlar esos dispositivos individuales. Obsérvese que en el caso de una única red lineal, tal como la iluminación a lo largo de una sola calle, tal mapa de cableado no proporcionaría mucha información adicional. Sin embargo, en casos tales como un mapa de cableado de la iluminación en un edificio de muchos pisos, tal combinación puede demostrar ser más eficaz. Obsérvese que tal mapa de cableado puede introducirse en la unidad de control como algún conjunto lógico de datos.
60

En una realización particular, el método comprende además seleccionar uno de los dispositivos restantes, preferiblemente con un tiempo de detección más alto, y repetir las etapas de sincronizar, proporcionar una señal de detección, determinar y recopilar los tiempos de detección, y reevaluar la posición relativa de los dispositivos. Por ejemplo, esto puede ser útil en las siguientes situaciones. Cuando el dispositivo que debe enviar la señal de detección se selecciona de manera aleatoria, lo que es habitualmente el caso sólo porque no hay información adicional disponible, entonces es probable que haya dispositivos presentes en al menos dos direcciones. En tal caso
65

es difícil determinar el orden físico de todos los dispositivos con certeza, puesto puede provocarse cualquier retardo de tiempo en cualquier dirección del dispositivo seleccionado. Puede obtenerse información adicional seleccionando posteriormente uno de los dispositivos restantes, es decir uno de los otros dispositivos, como nuevo dispositivo seleccionado que debe enviar las señales de detección, y repetir las etapas para determinar y recopilar los tiempos de detección para los otros dispositivos. De esta manera, se obtiene información de orden adicional, que puede combinarse con la primera información con el fin de determinar el verdadero orden físico de los dispositivos en la red. Un criterio útil para seleccionar otro dispositivo puede ser el tiempo de detección más alto, puesto que el dispositivo con el tiempo de detección más alto será habitualmente el dispositivo más remoto, y por tanto al final de una línea. Seleccionar tal dispositivo deja sólo una dirección para los otros dispositivos.

En algunos casos, puede suceder que haya más conexiones complejas en la red, tales como conexiones paralelas o ramificadas, etc., para todas las cuales se usará la palabra "paralela" en esta solicitud por motivos de brevedad. Estas conexiones más complejas pueden provocar que determinados dispositivos presenten tiempos de detección iguales, o al menos similares, sin estar físicamente en la misma posición. En tal caso puede ser útil seleccionar uno de los dispositivos paralelos como el dispositivo para enviar la señal de detección. Esto disminuye el número de dispositivos que son paralelos en la nueva detección en al menos uno. Obsérvese que en el caso de tres o más dispositivos paralelos estrictamente simétricos, esto no será suficiente, y aún se requiere por ejemplo una detección manual. Sin embargo, esto sólo es un problema si los cables de suministro de esos dispositivos paralelos también son todos igual de largos, provocando por tanto los mismos tiempos de detección. Y además, el presente método aún proporcionaría buenos ahorros de tiempo, al menos para esos dispositivos que no son paralelos de manera estrictamente simétrica.

En una realización especial, la red comprende un cable que tiene propiedades sustancialmente constantes en cuanto a tiempo de retardo y atenuación por unidad de longitud. Esto permite mediciones bastantes precisas del tiempo de detección, e incluso permitirá mediciones de distancia absoluta. Sin embargo, no es necesario que los cables tengan tales propiedades constantes a lo largo de su longitud, sino que podrán variar algo a lo largo de su longitud. Esto hará que las mediciones sean algo menos precisas, pero un tiempo de detección más largo aún significa una distancia más larga, de modo que aún puede determinarse el orden físico relativo. Obsérvese que en principio se usará el mismo tipo de cable en toda la red, y por tanto las propiedades serán las mismas o muy similares a través de la red. Sin embargo, es posible que las propiedades sean localmente diferentes, tal como debido a fugas eléctricas (mal aislamiento, etc.) u otras influencias. Obsérvese que tales propiedades diferentes podrán representarse como una longitud de cable adicional virtual o longitud de cable que falta.

En particular, la señal de detección comprende una señal que tiene una frecuencia de entre 10 kHz y 1 MHz, preferiblemente entre aproximadamente 95 kHz y 148,5 kHz. Más generalmente, la señal de detección usada debe mostrar una atenuación razonable por unidad de longitud y permitirse por el gestor de red. Obsérvese que la unidad de longitud puede depender de las dimensiones de la red: una red muy grande tal como una iluminación a lo largo de una autopista y una red pequeña, tal como la iluminación en una casa privada, pueden requerir una resolución de tiempo de detección diferente, y por tanto una unidad de longitud diferente. Además, en muchos casos se obtiene una atenuación razonable usando el denominado efecto pelicular en cables eléctricos. Esto provoca corriente eléctrica que se conducirá principalmente en una capa de superficie delgada, lo que por tanto aumenta las pérdidas (atenuación). El efecto pelicular aumenta con la frecuencia. Por ejemplo una señal de CC se lleva por todo el conductor, independientemente de su sección transversal, y una señal de muchos MHz se lleva (si se lleva en absoluto en el conductor) sólo en una capa de superficie extremadamente delgada. Los intervalos indicados son útiles porque proporcionan una pérdida razonable, y por tanto una resolución de distancia. Sin embargo, no se excluyen otras frecuencias, por ejemplo en el caso de que la atenuación se deba a otros motivos, tales como pérdidas resistivas muy superiores inherentes en el cable. Obsérvese que puede ser ventajoso usar diferentes frecuencias para la señal de detección y la comunicación entre los dispositivos y la unidad de control.

Puede ofrecer ventajas usar la red de línea de potencia como la red. Esto significa que las señales que van a usarse en el método se llevan a cabo por los cables de línea de potencia. En muchos países tal comunicación por señales a través de las líneas de potencia está sujeta a reglamentos. Por ejemplo, en Europa, la señalización por líneas de potencia debe confinarse al intervalo de frecuencia de 9 kHz – 148,5 kHz. Este espectro se divide además en "bandas" y se asignan para aplicaciones específicas, tal como sigue:

- Banda A: 9-95 kHz para proveedores de electricidad
- Banda B: 95-125 kHz para uso de consumidor sin protocolos
- Banda C: 125-140 kHz para uso de consumidor con el protocolo CENELEC
- Banda D: 140-148,5 kHz para uso de consumidor sin protocolos
- Por encima de 148,5 kHz: comunicaciones por líneas de potencia prohibidas.

En otros países puede aplicarse otras bandas, en cuyo caso podrá ajustarse la frecuencia de las señales de

detección y/u otras señales.

La manera en la que se varía la fuerza de la señal de detección no se limita estrictamente. Sin embargo, en una realización particular, se aumenta la amplitud de la señal de detección de manera sustancialmente lineal con el tiempo. Esto proporciona una correspondencia muy elegante y sencilla entre la fuerza de señal y el tiempo. Por ejemplo, los dispositivos pueden tener un límite de detección de, por ejemplo, x mV, y la amplitud de la señal de detección comienza en algún valor inferior, o por ejemplo simplemente a 0 mV. Entonces, al aumentar la amplitud, en algún punto en el tiempo el dispositivo restante más próximo detectará por primera vez la señal de detección, porque la fuerza de señal local es mayor que el límite de detección. Se registra el tiempo de detección. Entonces, mientras que aún aumenta la fuerza de señal de detección, cada vez más dispositivos detectarán la señal, hasta que todos los dispositivos hayan detectado la señal de detección. Entonces, todos los tiempos de detección pueden leerse y recopilarse en, y por, la unidad de control. Obsérvese que el límite de detección puede establecerse igual a un nivel de ruido en el cable. Sin embargo, también es posible establecer este límite a un valor algo mayor, para descartar efectos por este ruido aleatorio.

En una realización alternativa, se aumenta la amplitud de la señal de detección de manera sustancialmente logarítmica en el tiempo. En otras palabras, se aumenta la amplitud, pero a una tasa siempre decreciente, teniendo en cuenta el efecto de que la señal de detección mostrará a menudo una disminución sustancialmente exponencial a lo largo de los cables de la red. Mediante una selección cuidadosa de los parámetros logarítmicos es posible obtener un método en el que la correlación entre el tiempo y la distancia es sustancialmente lineal.

En otra realización alternativa, se aumenta la amplitud de la señal de detección de manera gradual, preferiblemente con un tiempo de amplitud constante de entre aproximadamente 1 ms y 5 s, preferiblemente entre aproximadamente 5 ms y 0,1 s. Aunque un aumento gradual puede afectar a la resolución absoluta de la detección, esta realización tiene una ventaja porque hace que la medición sea más fiable. Durante el nivel de meseta de una etapa, la amplitud está bien definida durante un determinado periodo de tiempo. Esto significa que pueden eliminarse mediante promedio efectos temporales o variables, tales como ruido o picos de tensión, etc. Por ejemplo, esto puede lograrse repitiendo la medición de detección durante ese tiempo de meseta, o detectando durante dicha meseta y contando sólo una medición si la detección puede realizarse de manera fiable durante sustancialmente toda esa meseta, etc.

Mediante la selección apropiada del tamaño de etapa, aún puede obtenerse cualquier resolución requerida. Por ejemplo, el tamaño de etapa puede elegirse lineal con el tiempo, es decir aumentos siempre iguales, o logarítmico con el tiempo, etcétera. En una realización particular, se aumenta la señal de detección en etapas de entre aproximadamente 0,5 mV y 10 mV, preferiblemente de entre 1 mV y 5 mV. Tales tamaños de etapa ofrecen una resolución suficiente en la mayoría de los casos, mientras que el número total de etapas está suficientemente limitado. Especialmente en combinación con las escalas de tiempo mencionadas anteriormente, las mediciones totales pueden llevarse a cabo de manera rápida y fiable. Además, también puede seleccionarse otros tiempos de medición, por ejemplo periodos de tiempo más cortos que 1 ms, especialmente en el caso en el que haya muy poco ruido, o dispositivos de medición muy rápidos.

Tal como se ya se mencionó anteriormente, la invención también proporciona una red de dispositivos, que comprende una pluralidad de dispositivos direccionables y una unidad de control, estando la red de dispositivos construida y dispuesta para llevar a cabo el método de la invención.

En particular, al menos dos dispositivos, y preferiblemente todos los dispositivos, pueden suministrar y detectar una señal de detección y determinar un tiempo transcurrido. Aunque, en principio, todos los dispositivos cuyo orden debe determinarse deben poder proporcionar una señal porque los tiempos de detección deben leerse por la unidad de control o similar, es ventajoso cuando más de un dispositivo puede servir como fuente para la señal de detección. Entonces, en el caso de que haya ambigüedad acerca de la posición de dos o más dispositivos, puede usarse uno o más de los otros dispositivos que pueden suministrar una señal de detección para llevar a cabo el método de la invención, y por tanto proporcionar información adicional o incluso suficiente para determinar el orden relativo de todos los dispositivos. Obsérvese que no es necesario que todos los dispositivos puedan suministrar tal señal de detección. Cualquier número que limite la cantidad de trabajo que va a realizarse por un operario es ventajoso. Obsérvese además que las mismas consideraciones en cuanto a la señal de detección también son ciertas para la señal de sincronización, que también debe suministrarse por el dispositivo o los dispositivos seleccionados.

Breve descripción de los dibujos

Estos y otros aspectos de la invención son evidentes partir de, y se aclararán con referencia a, las realizaciones descritas a continuación en el presente documento.

En los dibujos:

la figura 1 muestra de manera esquemática una red para el método según la invención;

las figuras 2a y 2b muestra ejemplos de detección de tensión frente a tiempo;

la figura 3 muestra de manera esquemática una red alternativa.

Descripción detallada de las realizaciones preferidas

5 La figura 1 muestra de manera esquemática una red para el método según la invención. En el presente documento, 10 es un cable de alimentación esquemático, 12 es una unidad de control, mientras que de A a I son nueve dispositivos que se conectan a través del cable 10 de alimentación.

10 Una red de este tipo puede ser, por ejemplo, una red de iluminación, un circuito de videocámara, una red de alarma, etc. Las puntas de flechas en los extremos del cable 10 de alimentación indican que en cada dirección pueden conectarse más o menos dispositivos. Antes de llevar a cabo el método, los dispositivos tienen un único ID, pero aún no se conoce dónde se ubican esos dispositivos.

15 El método de la invención puede realizarse de la siguiente manera. Se selecciona un dispositivo, por ejemplo de manera aleatoria. Se supone que se selecciona un dispositivo que (más adelante) resultará ser el dispositivo indicado F en la figura 1. En principio, cualquier otro dispositivo también puede ser el dispositivo seleccionado. Esto se tratará adicionalmente con referencia a la figura 3.

20 Como primera etapa, se lleva a cabo una sincronización de todos los dispositivos A-I. Para ello, el dispositivo seleccionado F puede emitir un pulso u otra señal adecuada a lo largo de la red. Tal sincronización también puede llevarse a cabo por la unidad de control, según protocolos de sincronización conocidos. A continuación, el dispositivo seleccionado F comenzará a suministrar una señal de detección en la red, por ejemplo un barrido de tensión, o una señal de aumento gradual. La señal puede tener una frecuencia que esté permitida, en caso de que el cable 10 de red esté conectado a la red de alimentación eléctrica, y que es útil porque permite que la señal muestre una
25 atenuación suficiente a lo largo de la longitud del cable 10. En este caso, se selecciona una frecuencia de 120 kHz, aunque en Europa puede seleccionarse cualquier frecuencia en la banda de 95-148,5 kHz. Además, cuando el cable 10 no está conectado a la red de alimentación eléctrica, puede usarse cualquier frecuencia deseada y apropiada.

30 Las figuras 2a y 2b muestran ejemplos de la amplitud de la señal de detección Vd frente al tiempo t. La figura 2a es un barrido lineal sencillo. La figura 2b muestra un aumento gradual, con etapas de una magnitud Vs, y un tiempo de etapa de ts, durante el cual la amplitud es sustancialmente una constante y puede llevarse a cabo una detección de manera fiable. Vd y ts pueden seleccionarse según la precisión deseada, pero por ejemplo un tamaño de etapa de entre 1 y 5 mV, y entre 10 y 200 ms, son valores buenos y útiles, aunque pueden usarse otros valores cuando las circunstancias (por ejemplo, mucho ruido) lo requieren.

35 A continuación, en la red de la figura 1, hay dos pistas de dispositivos, a saber de E a A y de G a I. Cuando F comienza a enviar la señal de detección, en la primera pista será el dispositivo E el que detectará en primer lugar la señal, y E tendrá por tanto el valor más pequeño del tiempo de detección td, por ejemplo 1T. El siguiente dispositivo en detectar la señal de detección será D, con un td de por ejemplo 2T, etc. Se obtendrá un resultado similar para los
40 dispositivos en la segunda pista. En este ejemplo, se supone que la distancia entre dispositivos vecinos es una constante, y la tensión de señal de detección se aumenta de tal manera que el tiempo de detección depende de manera sustancialmente lineal de la distancia real a lo largo de cable de red, por ejemplo con un aumento logarítmico.

45 Cuando el dispositivo seleccionado F ha finalizado su trabajo, el tiempo de detección de cada dispositivo restante A-E y G-I se lee y se recopila por la unidad 12 de control, tal como un ordenador o cualquier otro conjunto de circuitos adecuado. De esta manera, se obtiene una tabla de tiempos de detección, por ejemplo la tabla 1.

Tabla 1

trayectoria de dispositivo	tiempo de detección
FA	5T
FB	4T
FC	3T
FD	2T
FE	1T
FG	1T
FH	2T
FI	3T

50 Sin conocimiento adicional del cableado de la red, no es obvio cuál es en realidad el orden de los dispositivos en la red. Esto es evidente cuando se miran por ejemplo los dispositivos E y G, que muestran el mismo tiempo de detección. Sin embargo, queda claro que A debe ser el más alejado.

55 Por tanto, una etapa siguiente puede ser seleccionar A como el dispositivo seleccionado, o "transmisor", y repetir el método con este nuevo dispositivo seleccionado A. Según este método, se obtiene de nuevo una tabla con

resultados, es decir la tabla 2 a continuación.

Tabla 2

trayectoria de dispositivo	tiempo de detección
AB	1T
AC	2T
AD	3T
AE	4T
AF	5T
AG	6T
AH	7T
AI	8T

5 A partir de esta tabla queda claro que los dispositivos se ubican en un orden que corresponde al orden alfabético. Este ejemplo sencillo muestra que el método puede proporcionar información acerca del orden físico, al menos uno en relación con el otro, de los dispositivos en una red.

10 En la práctica, la red con frecuencia será más compleja. Como ejemplo, se muestra la figura 3, que tiene 10 dispositivos, una fila de 5 (de A a E) con dos ramas (B-I-J y D-F-G-H). De nuevo, por motivos de simplicidad, se supone que el tiempo de propagación o tiempo de retardo entre dispositivos vecinos es de 1T. Cuando el dispositivo seleccionado es, por ejemplo, el dispositivo A, no es posible decir el orden relativo de todos los dispositivos, puesto que, por ejemplo, C e I mostrarán los mismos tiempos de detección por parejas.

15 En tales redes más complejas, puede resultar ventajoso usar muchos de, o todos, los dispositivos como dispositivo seleccionado. Al elaborar este ejemplo para la figura 3 se obtiene: se comienza con el dispositivo A y el último dispositivo es J. Cuando se recopila la información de tiempo a partir de cada ciclo de envío, se derivará la siguiente matriz.

20 Tabla 3: Tiempos de detección para diversos dispositivos seleccionados

Transmisor	Tiempos detectados en los dispositivos (xT)									
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
A	0	1	2	3	4	4	5	6	2	3
B	1	0	1	2	3	3	4	5	1	2
C	2	1	0	1	2	2	3	4	2	3
D	3	2	1	0	1	1	2	3	3	4
E	4	3	2	1	0	2	3	4	4	5
F	4	3	2	1	2	0	1	2	4	5
G	5	4	3	2	3	1	0	1	5	6
H	6	5	4	3	4	2	1	0	6	7
I	2	1	2	3	4	4	5	6	0	1
J	3	2	3	4	5	5	6	7	1	0

25 En esta tabla a partir de cada transmisor, puede observarse en qué tiempo un dispositivo detectó la señal de detección. Por ejemplo: siendo el dispositivo A el dispositivo seleccionado, el dispositivo restante H detectó la señal de detección en el tiempo 6T. La señal de detección se difundirá sobre la red, y provocará niveles de señal inferiores en diferentes trayectorias. Para el presente método de localización, en principio los vecinos son suficientes, ya que siempre recibirán la señal de detección en primer lugar. Por tanto la siguiente etapa será crear una matriz solamente con los vecinos directos (1T) de un transmisor.

30 Tabla 4: Vecinos directos

Transmisor	Tiempos detectados en los dispositivos (xT)									
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
A	0	1								
B	1	0	1						1	
C		1	0	1						
D			1	0	1	1				
E				1	0					
F				1		0	1			
G						1	0	1		
H							1	0		
I		1							0	1
J									1	0

Ahora, está claro qué dispositivos son los vecinos directos. A continuación, mediante la conexión se llena en la matriz de una manera diferente, y se llena el nombre de los vecinos.

Tabla 5: Vecinos directos, expresados de manera diferente

5

Transmisor	Tabla de vecinos directos									
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
A		B								
B	A		C						I	
C		B		D						
D			C		E	F				
E				D						
F				D			G			
G						F		H		
H							G			
I		B								J
J									I	

La matriz indica que hay una trayectoria desde el transmisor A hasta B, pero también desde el transmisor B hasta A. Eso es obvio, pero sólo se necesita una trayectoria. De hecho cuando se comienza desde arriba (en A), entonces ya no se necesita la trayectoria de B a A, y puede eliminarse de la tabla. Esto conducirá a la siguiente tabla:

10

Tabla 6: Vecinos directos, sólo un sentido

Transmisor	Tabla de vecinos directos									
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
A		B								
B			C						I	
C				D						
D					E	F				
E										
F							G			
G								H		
H										
I										J
J										

La tabla 6 muestra las rutas cuando se comienza desde A. Observación: podría comenzarse desde cualquier transmisor, no necesariamente A. Sin embargo, puesto que se establece fácilmente que A debe ser el extremo de una rama, A es un buen candidato para comenzar, al igual que lo hubieran sido E, H o J. Ahora es posible formar rutas, de la siguiente manera: comenzando en A, la única trayectoria (vecino) es al dispositivo B. El dispositivo B tiene dos vecinos directos, es decir dos ramas C e I. Para comenzar con I, este dispositivo tiene un vecino J, que a su vez no tiene vecinos adicionales, de modo que esta trayectoria termina aquí. Continuando con C, este dispositivo tiene un nuevo vecino D, etc. De modo que se hallan las siguientes rutas:

15

20

1) A-B-C-D-E

25

2) D-F-G-H

3) B-I-J

Estas rutas pueden mapearse fácilmente en el diagrama de instalación, y asignar la información de ubicación en el diagrama permite vincular todos los dispositivos sin tener que hacer funcionar manualmente cada dispositivo.

30

Es posible optimizar el método, puesto que no siempre es necesario que cada dispositivo actúe como transmisor. Ya pueden comenzarse a calcular las rutas después de uno o dos ciclos de detección, y luego comprobar si todos los dispositivos están ubicados, es decir conectados en las rutas, o no. Los dispositivos que aún no están conectados en una ruta deben comenzar enviando una señal de detección a los otros. La siguiente etapa puede ser calcular de nuevo las rutas y comprobar si se necesita otro ciclo.

35

REIVINDICACIONES

1. Método para determinar una posición relativa de dispositivos en una red, comprendiendo el método las siguientes etapas:
 - 5 - proporcionar una red con un cable (10), y una pluralidad de dispositivos (A-I; A-J) direccionables y una unidad (12) de control conectada por los mismos,
 - seleccionar uno de la pluralidad de dispositivos (A-I; A-J), siendo los otros dispositivos dispositivos restantes,
 - 10 - sincronizar los dispositivos (A-I; A-J),
 - proporcionar una señal de detección en la red, por medio del dispositivo seleccionado, señal de detección que puede detectarse mediante los dispositivos restantes,
 - 15 en el que la señal de detección tiene una amplitud que aumenta como una función del tiempo,
 - determinar un tiempo de detección para cada dispositivo restante, tiempo de detección en el que dicho dispositivo restante puede detectar la señal de detección,
 - 20 - recopilar los tiempos de detección respectivos de los dispositivos restantes en la unidad (12) de control, y
 - evaluar los tiempos de detección con el fin de determinar la posición relativa de los dispositivos (A-I; A-J).
- 25 2. Método según la reivindicación 1, en el que se determina el tiempo de detección para un dispositivo restante como un tiempo entre la sincronización y una primera vez en que se determina una señal por encima de un nivel predeterminado por dicho dispositivo.
- 30 3. Método según cualquier reivindicación anterior, en el que la etapa de evaluar los tiempos de detección comprende ordenar los tiempos de detección en uno de un orden creciente y un orden decreciente.
4. Método según cualquier reivindicación anterior, que incluye además la etapa de proporcionar a la unidad (12) de control un mapa de cableado de la red.
- 35 5. Método según cualquier reivindicación anterior, que comprende además seleccionar uno de los dispositivos restantes, preferiblemente con el tiempo de detección más alto, y repetir las etapas de sincronizar, proporcionar una señal de detección, determinar y recopilar los tiempos de detección, y reevaluar la posición relativa de los dispositivos (A-I; A-J).
- 40 6. Método según cualquier reivindicación anterior, en el que la red comprende un cable (10) que tiene propiedades sustancialmente constantes en cuanto a tiempo de retardo y atenuación por unidad de longitud.
7. Método según cualquier reivindicación anterior, en el que la señal de detección comprende una señal que tiene una frecuencia de entre 10 kHz y 1 MHz, preferiblemente entre aproximadamente 95 kHz y 148,5 kHz.
- 45 8. Método según cualquier reivindicación anterior, en el que se aumenta la amplitud de la señal de detección de manera sustancialmente lineal con el tiempo.
9. Método según cualquiera de las reivindicaciones 1-8, en el que se aumenta la amplitud de la señal de detección de manera gradual, preferiblemente con un tiempo de amplitud constante de entre aproximadamente 1 ms y 5 s, preferiblemente entre aproximadamente 5 ms y 0,1 s.
- 50 10. Método según la reivindicación 9, en el que se aumenta la señal de detección en etapas de entre aproximadamente 0,5 mV y 10 mV, preferiblemente de entre 1 mV y 5 mV.
- 55 11. Red de dispositivos, que comprende un cable (10), y una pluralidad de dispositivos (A-I; A-J) direccionables y una unidad (12) de control conectada por los mismos, estando dotados los dispositivos de un reloj interno que se sincronizan para poder medir el tiempo, y un dispositivo seleccionado de la red de dispositivos (A-I; A-J) puede proporcionar una señal de detección en la red, en la que la señal de detección tiene una amplitud que aumenta como una función del tiempo y cada dispositivo restante puede determinar un tiempo de detección, tiempo de detección en el que dicho dispositivo restante puede detectar la señal de detección y la unidad de control puede recopilar los tiempos de detección respectivos de los dispositivos restantes, y evaluar los tiempos de detección con el fin de determinar la posición relativa de los dispositivos (A-I; A-J).
- 60 12. Red según la reivindicación 11, en la que al menos dos dispositivos (A-I; A-J), y preferiblemente todos los dispositivos, pueden suministrar y detectar una señal de detección y determinar un tiempo transcurrido.
- 65

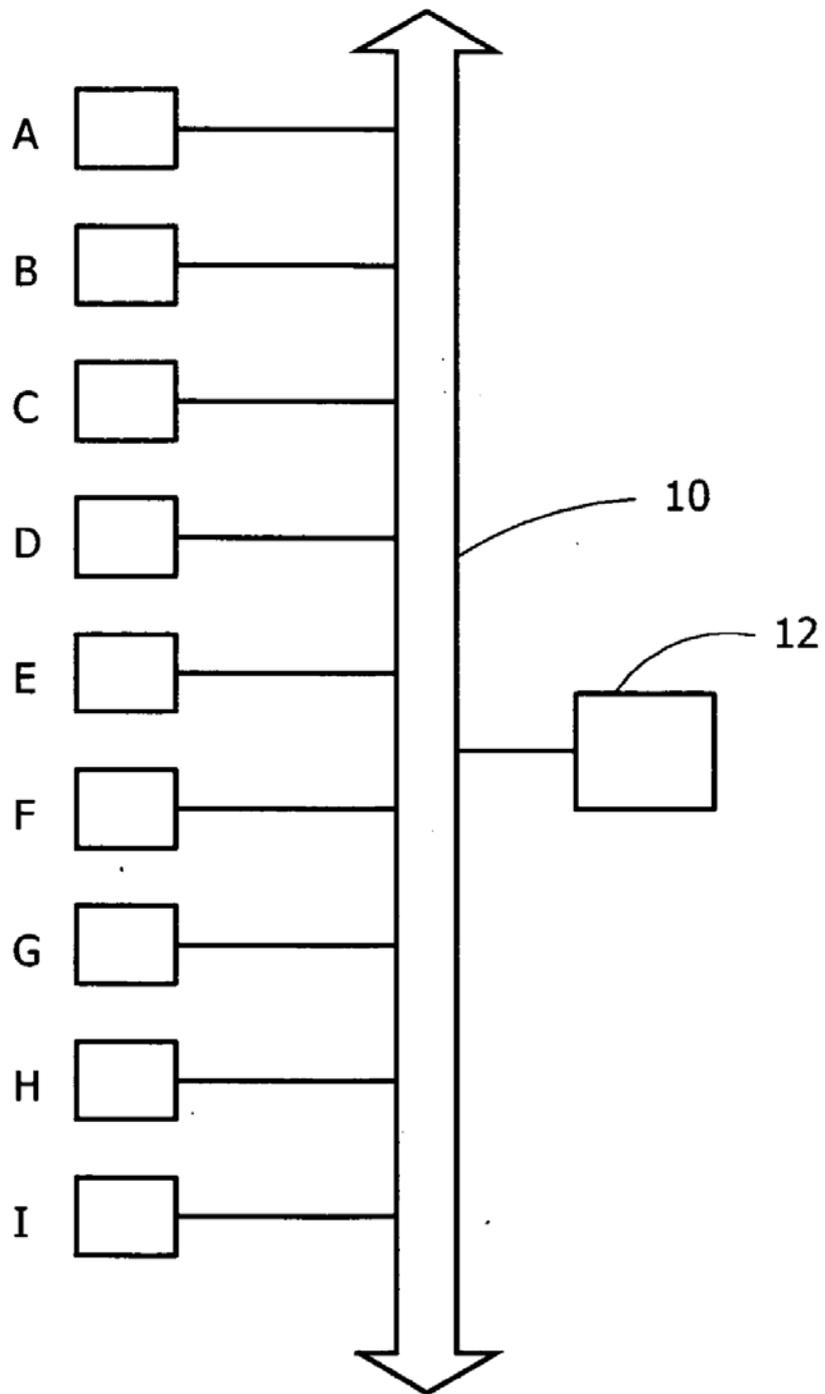


FIG. 1

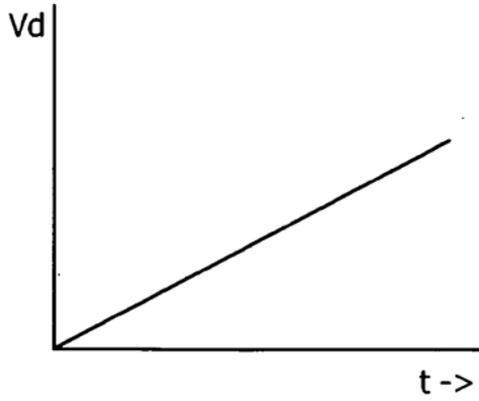


FIG. 2a

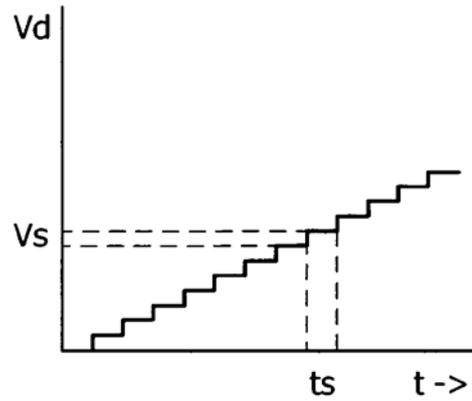


FIG. 2b

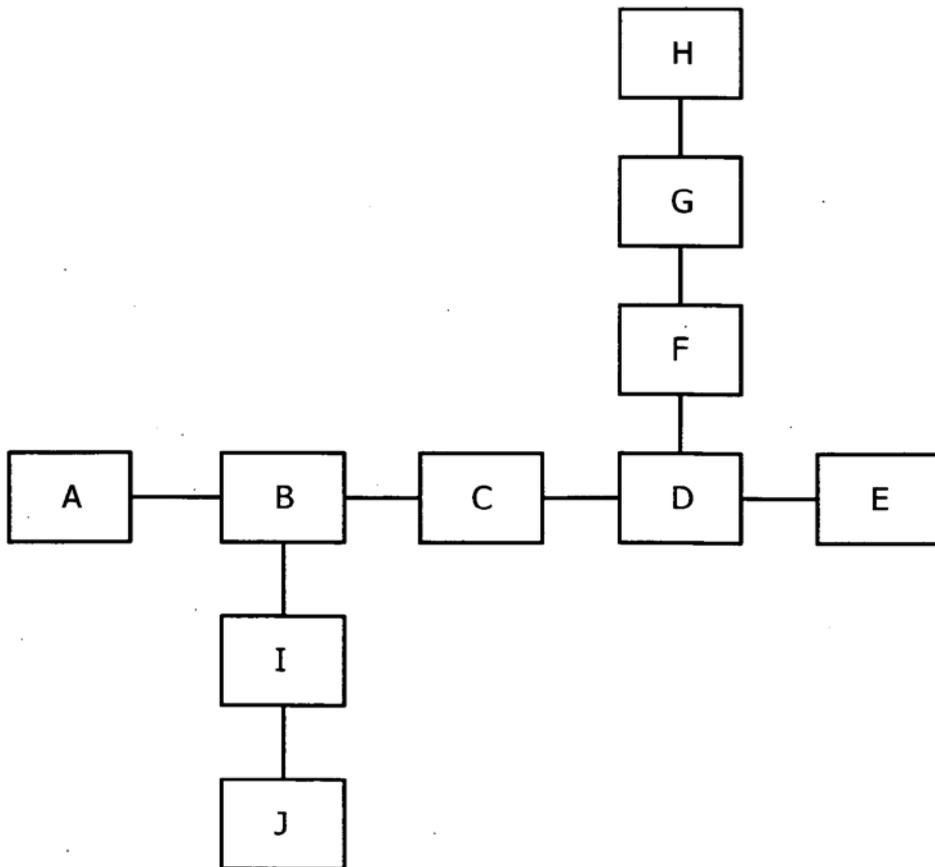


FIG. 3