



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 362 057**

51 Int. Cl.:
H04L 29/08 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **08803258 .6**

96 Fecha de presentación : **27.08.2008**

97 Número de publicación de la solicitud: **2201747**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **30.06.2010**

54 Título: **Procedimiento para operar una red de comunicaciones descentralizada.**

30 Prioridad: **13.09.2007 DE 10 2007 043 652**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
27.06.2011

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
27.06.2011

73 Titular/es: **Siemens Aktiengesellschaft
Wittelsbacherplatz 2
80333 München, DE**

72 Inventor/es: **Gerdes, Christoph;
Kleegrewe, Christian;
Southall, Alan;
Rusitschka, Sebnem y
Kern, Claus**

74 Agente: **Zuazo Araluze, Alexander**

ES 2 362 057 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).

DESCRIPCION

Procedimiento para operar una red de comunicaciones descentralizada.

La invención se refiere a un procedimiento para operar una red de comunicaciones descentralizada con un conjunto de nodos de red, así como a una correspondiente red de comunicaciones.

5 Las redes de comunicaciones descentralizadas se utilizan por ejemplo como redes punto-a-punto (peer-to-peer) para el intercambio de datos, gestionándose un conjunto de nodos de red descentralizadamente por sí mismos sin intercalar un servidor. Para operar tales redes descentralizadas se utilizan los correspondientes protocolos, con los que se logra una estructura lógica de nodos de red. Los protocolos peer-to-peer conocidos, como por ejemplo Gnutella, sirven para comunicar aparatos terminales de usuario, en particular PCs o aparatos de telefonía móvil, a través de Internet, para publicar y para buscar datos.

10 Es deseable utilizar redes de datos descentralizadas también en el ámbito de los sistemas técnicos industriales. Hoy en día se realizan sistemas técnicos a menudo como los llamados "Embedded Systems" (sistemas alojados), en los que los distintos componentes técnicos del sistema disponen de inteligencia en forma de un computador, así como de un módulo de comunicación para comunicar con otros componentes del sistema técnico. Para estos sistemas es adecuado utilizar las correspondientes redes de datos descentralizadas, ya que cada componente del sistema puede comunicar autónomamente con otros componentes. No obstante, la utilización de protocolos peer-to-peer tradicionales en el campo de aplicación industrial presenta el inconveniente de que los mecanismos utilizados en los protocolos tradicionales para publicar y buscar recursos a menudo no cumplen las exigencias industriales en cuanto a la velocidad de comunicación entre los aparatos.

20 El documento US 2005/0117525 A1 describe un procedimiento para operar una red de datos descentralizada en la que cada nodo de red gestiona una tabla en la que están archivadas informaciones relativas a otros nodos de red. Los nodos de red tienen asignadas entonces las correspondientes identidades en forma de números de una lista. Además, los nodos de red envían periódicamente mensajes de actividad mientras están conectados con la red. Un nodo de red con número de lista asignado detecta entonces la inactividad de otro nodo de red cuando el mismo no recibe del otro nodo de red ningún mensaje de actividad a lo largo de un periodo de tiempo predeterminado.

25 En el documento DE 10 2006 021 591 B3 se da a conocer un procedimiento para la transmisión de datos entre redes peer-to-peer que posibilita el procesamiento por todo el conjunto de redes de consultas de búsqueda en distintas redes peer-to-peer.

Es tarea de la invención lograr un procedimiento para operar una red de comunicaciones descentralizada con el que quede asegurada una comunicación rápida y fiable entre los distintos nodos de red.

30 Esta tarea se resuelve mediante las reivindicaciones independientes. En las reivindicaciones dependientes se definen perfeccionamientos de la invención.

35 Con el procedimiento correspondiente a la invención se opera una red de comunicaciones con un conjunto de nodos de red, estando asignado a cada nodo de red un valor de identidad de una gama de valores de identidad, así como una dirección para la comunicación del correspondiente nodo de red con otros nodos de red y siendo competente cada nodo de red para un intervalo de valores de identidad de la gama de valores.

40 En el procedimiento correspondiente a la invención gestiona cada nodo de red que se encuentre operativo una tabla que contiene un registro para cada uno de al menos los nodos de red operativos en la red de comunicaciones, que incluye al menos el valor de identidad y la dirección del correspondiente nodo de red. En una variante preferente, la tabla es una tabla Hash con los correspondientes valores hash de una gama de valores hash. La dirección de los distintos nodos de red en la tabla es preferiblemente una dirección de red como por ejemplo una dirección de IP o una dirección MAC (Media Access Control, control de acceso a medios).

45 En el procedimiento correspondiente a la invención envía cada nodo de red operativo regularmente mensajes de actividad a los otros nodos de red de la red de comunicaciones, incluyendo los mensajes de actividad en cada caso al menos el valor de identidad y la dirección del correspondiente nodo de red y sincronizando cada nodo de red operativo, al recibir un mensaje de actividad, su tabla con el contenido del mensaje de actividad. Bajo sincronización ha de entenderse en particular que el correspondiente registro se actualiza en la tabla al menos cuando el contenido del mensaje de actividad difiera del contenido actual del registro. Igualmente ha de entenderse bajo sincronización la generación de un nuevo registro o bien la ocupación inicial de un registro según el contenido del correspondiente mensaje de actividad.

50 En la red de comunicaciones se prevé además preferiblemente un mecanismo mediante el que se detecta cuándo un nodo de red operativo se vuelve inactivo, caracterizándose un nodo de red inactivo porque ya no envía ningún mensaje de actividad. Un nodo de red inactivo puede ser así un nodo de red que ha fallado o un nodo de red que se ha desconectado o que se ha llevado a la parada. El mecanismo para detectar que un determinado nodo de red se vuelve inactivo, transcurre en particular tal que mediante al menos un nodo de vigilancia asociado al correspondiente

nodo de red se vigila si el correspondiente nodo de red envía mensajes de actividad, siendo el nodo de vigilancia, de los que al menos hay uno, también uno de los nodos de red de la red de comunicaciones. En el caso de que el nodo de red vigilado ya no envíe ningún mensaje de actividad, envía el nodo de vigilancia, de los que al menos hay uno, un mensaje de desactivación a todos los otros nodos de red, conteniendo el mensaje de desactivación al menos el valor de identidad del correspondiente nodo de red (vigilado). El mensaje de desactivación sirve entonces para que un nodo de red, al recibir este mensaje, actualice su tabla correspondientemente.

El procedimiento correspondiente a la invención se caracteriza porque mediante el envío de mensajes de actividad cada tabla de los distintos nodos de red contiene informaciones relativas a todos los otros nodos de red, con lo que cada nodo de red, con ayuda del valor de identidad y de la correspondiente dirección de la tabla, puede dirigirse directamente a otros nodos de red. Así en la red de comunicaciones descentralizada cada nodo de red conoce a todos los otros nodos de red, lo cual no es el caso en las redes de datos descentralizadas tradicionales. De esta manera se simplifica la búsqueda de recursos, ya que uno puede dirigirse directamente al correspondiente nodo de red y no tiene que realizarse la búsqueda de nodos de red mediante costosos procedimientos de lookup (búsqueda).

El procedimiento es especialmente adecuado para su utilización en aplicaciones industriales en las que la cantidad de nodos de red puede abarcarse más fácilmente que en aplicaciones de Internet, con lo que la gestión de tablas con informaciones relativas a todos los nodos de red de la red de datos descentralizada es posible sin problemas. Igualmente se cumplen exigencias industriales en cuanto a la velocidad de comunicación, ya que cada nodo de red contiene informaciones sobre todos los otros nodos de red y con ello pueden buscarse con bastante más rapidez recursos y los correspondientes nodos de red.

Tal como ya se ha expuesto antes, es adecuado el procedimiento correspondiente a la invención en particular para su utilización en una red de comunicaciones de un sistema técnico que dispone en un conjunto de componentes técnicos. En un tal sistema técnico están asignados al menos a una parte de los componentes técnicos respectivas identidades de aparato para el acceso al componente técnico y una identidad de aparato lleva asignado al menos un nodo de red de la red de comunicaciones. Con ayuda de la identidad del aparato puede uno dirigirse a un aparato en la red de comunicaciones directamente sin el direccionamiento mediante las direcciones del nodo de red. En aplicaciones industriales es a menudo una exigencia una comunicación directa mediante las identidades de los aparatos, para poder transmitir rápidamente, por ejemplo en situaciones de emergencia, órdenes a los correspondientes aparatos. Para garantizar según la invención también la comunicación mediante las identidades de los aparatos, incluye un registro de la tabla del correspondiente nodo de red preferiblemente además en cada caso la identidad de aparato asignada al nodo de red correspondiente al registro. Entonces se transmite con el correspondiente mensaje de actividad además la identidad del aparato que está asignada al nodo de red que emite el correspondiente mensaje de actividad. De esta manera es posible en el procedimiento correspondiente a la invención también la comunicación relativa a las identidades de los aparatos, manteniéndose actualizadas con ayuda de los mensajes de actividad las identidades de los aparatos en las tablas. Se logra así una tabla con dos tipos de claves con los que en la red de datos pueden buscarse recursos o bien puede uno dirigirse a un aparato.

El procedimiento correspondiente a la invención puede utilizarse en cualesquiera ámbitos de aplicación industriales. Por ejemplo puede utilizarse el procedimiento en sistemas de distribución eléctrica, en particular en una estación transformadora, conteniendo los componentes técnicos en particular unidades de conexión en el sistema de distribución eléctrica. Otro campo de aplicación es un sistema de generación de energía, en particular una turbina. Igualmente puede utilizarse el procedimiento en instalaciones de automatización, en particular en una línea de fabricación.

Para garantizar de manera sencilla que los mensajes de actividad llegan a todos los nodos de la red en la red de comunicaciones, se envían estos mensajes preferiblemente como mensajes de radio (broadcast) desde el correspondiente nodo de red en la red de comunicaciones.

Análogamente a los mensajes de actividad, se envía el mensaje de desactivación preferiblemente también como mensaje de radio desde el nodo de vigilancia, de los que al menos hay uno, a la red de comunicaciones. El nodo de vigilancia, de los que al menos hay uno, es preferiblemente un nodo de red que en la secuencia de los valores de identidad es contiguo al nodo de red vigilado, funcionando preferiblemente ambos vecinos directos con un valor de identidad inferior o superior al nodo de red vigilado como nodo de vigilancia.

En otra configuración del procedimiento correspondiente a la invención, averigua el nodo de vigilancia, de los que al menos hay uno, si nuevos nodos de la red se vuelven activos en la red de comunicaciones. Entonces comprueba el nodo de vigilancia, en el caso de que reciba un mensaje de actividad de un nodo de red que se añada como nuevo a la red de comunicaciones o que se haya activado, si el nuevo nodo de red es un nuevo nodo de red contiguo, comenzando el nodo de vigilancia, en el caso de que el nuevo nodo de red sea un nuevo vecino, la vigilancia de este nodo de red. La vigilancia del antiguo nodo de red contiguo cesa preferiblemente en este caso. De esta manera queda asegurado que la vigilancia siempre está configurada tal que los nodos de vigilancia incluyen al menos los vecinos directos del nodo vigilado. En lugar o bien además de la utilización del nodo de vigilancia, puede vigilarse también un nodo de red a sí mismo. En particular envía un tal nodo de red que se vigila a sí mismo un mensaje de desactivación que contiene su valor de identidad a todos los otros nodos de red operativos cuando se desconecta a sí mismo.

5 En otra forma de ejecución preferente de la invención, contiene la tabla del correspondiente nodo de red registros para todos los valores de identidad de la gama de valores, indicándose para cada registro mediante un campo de estado si el nodo de red del registro existe en la red de comunicaciones o si está operativo o inactivo. En el caso de que en el correspondiente nodo de red se reciban mensajes de actividad de un nodo de red que antes no existía o estaba inactivo en la red de comunicaciones, se sincroniza el correspondiente registro del nodo de red antes no existente o antes inactivo de la tabla con el contenido del mensaje de actividad y el campo de estado del correspondiente registro se coloca en activo.

10 En otra configuración del procedimiento correspondiente a la invención, coloca el correspondiente nodo de red que recibe un mensaje de desactivación el campo de estado del registro del nodo de red según el valor de identidad en el mensaje de desactivación en inactivo.

15 En otra configuración del procedimiento correspondiente a la invención, es competente cada nodo de red operativo para el intervalo de valores de identidad entre su valor de identidad y el siguiente valor de identidad más alto bien más bajo de su nodo vecino operativo. Cuando tiene lugar una variación del campo de estado de un registro de la tabla de los nodos de red operativos, se adaptan los intervalos de los valores de identidad para los que son competentes los nodos de red operativos, basándose en los valores de identidad que varían. De esta manera asume un nodo de red, cuando se elimina otro nodo de red, un intervalo mayor o bien asume un nuevo nodo de red que se añada en parte el intervalo de un nodo de red ya existente.

20 En una forma de ejecución especialmente preferente del procedimiento correspondiente al invención, se publican en la red de comunicaciones mediante al menos una parte de los nodos de red los recursos, reproduciéndose una o varias palabras clave asignadas a un recurso en un valor de identidad, memorizándose el recurso o una referencia al recurso en un nodo de publicación, siendo el nodo de publicación aquel nodo de red competente para el intervalo que contiene el valor de identidad sobre el que se reproducen la o las palabras clave. Bajo recurso se entienden entonces cualesquiera datos que estén memorizados en la red y que deban darse a conocer. Preferiblemente son al respecto los valores de identidad valores hash, realizándose la reproducción de la o de las palabras clave sobre el valor de identidad con una función hash. Puede utilizarse al respecto cualquier función hash, eligiéndose preferiblemente la función hash tal que se logre una distribución uniforme de los recursos entre los nodos de red. Una tal función hash es por ejemplo la función hash Fowler/Noll/Vo (FNV) conocida desde hace mucho tiempo por el estado de la técnica.

30 Preferiblemente se realizan al publicarse un recurso replicas, con lo que el recurso o una referencia al recurso se memoriza, además de en el nodo de la publicación, en otros nodos. De esta manera se genera redundancia en una red de comunicaciones, con lo que cuando falla un nodo de red no se pierden los recursos allí memorizados. En una forma de ejecución especialmente preferente, se determinan los otros nodos de red utilizados para la replicación mediante adición de números primarios al valor de identidad del nodo de publicación. Preferiblemente, en el caso de que varíe la competencia de un nodo de red para un recurso en la red de comunicaciones (por ejemplo al añadir o eliminar nodos de red), se publica de nuevo el recurso en la red de comunicaciones.

40 En la red de comunicaciones pueden buscarse recursos de manera especialmente sencilla reproduciendo un nodo de red que realiza la búsqueda la o las palabras clave del recurso sobre el valor de identidad y averiguando con ayuda de su tabla el nodo de red competente para el recurso. Mediante la dirección del nodo de red averiguado de la tabla, puede dirigirse a este nodo de red entonces el nodo de red que realiza la búsqueda.

El procedimiento correspondiente a la invención puede utilizarse en cualesquiera redes descentralizadas, siendo un campo de aplicación preferente las redes peer-to-peer (punto-a-punto) conocidas desde hace mucho tiempo, en particular aquellas redes que tienen una estructura lógica de anillo, como por ejemplo Chord. El procedimiento correspondiente a la invención significa preferiblemente una ampliación del protocolo de comunicación para tales redes peer-to-peer.

45 Además del procedimiento antes descrito, incluye la invención adicionalmente una red de comunicaciones descentralizada, configurada tal que puede realizarse cualquiera de las variantes antes descritas del procedimiento correspondiente a la invención en esta red.

A continuación se describirán en detalle ejemplos de ejecución de la invención en base a las figuras adjuntas.

Se muestra en:

50 figura 1 una forma de ejecución de una tabla hash utilizada en la invención en dos instantes diferentes en una red peer-to-peer;

figura 2

y figura 3 representaciones de una forma de ejecución de la red peer-to-peer correspondiente al invención en base a la cual se describirá la secuencia del procedimiento correspondiente a la invención;

- figura 4 un diagrama que reproduce la secuencia de la vigilancia de un peer por parte de sus vecinos según una forma de ejecución de la invención;
- figura 5 una representación de una forma de ejecución de la red peer-to-peer correspondiente a la invención, en base a la cual se describirá la detección del fallo de un peer;
- 5 figura 6 una representación de una forma de ejecución de la red peer-to-peer correspondiente a la invención, en base a la cual se mostrará la publicación y la búsqueda de recursos;
- figura 7 un diagrama secuencial que reproduce la publicación de nuevo de recursos al fallar un peer en una forma de ejecución del procedimiento correspondiente a la invención; y
- 10 figura 8 un diagrama secuencial que reproduce la publicación de recursos en varios peers de un grupo de replicación según una forma de ejecución del procedimiento correspondiente a la invención.

El procedimiento correspondiente a la invención descrito a continuación se aplica en una red peer-to-peer de un sistema técnico que representa un llamado "Embedded System" (sistema alojado), en el que los distintos componentes del sistema, junto a su función técnica propiamente dicha, incluyen además medios de comunicación en forma de un módulo de comunicación y la correspondiente CPU. Se introduce así potencia de cálculo en los aparatos y los distintos aparatos pueden comunicar entre sí mediante los módulos de comunicación. En este Embedded System se logra una estructura peer-to-peer de los distintos componentes entre sí, con lo que es posible una gestión y control descentralizados del sistema técnico. Un campo de aplicación de un sistema técnico es entonces un sistema de distribución eléctrica en el que los distintos componentes incluyen entre otros interruptores de alta tensión. Sobre este sistema técnico se reproduce directamente una estructura peer-to-peer, debiéndose tener en cuenta que el protocolo para la comunicación de los distintos peers entre sí debe presentar una mejora respecto a los protocolos peer-to-peer tradicionales, ya que las exigencias en cuanto a fallos o bien comunicación más rápida es bastante mayor en los campos de aplicación industriales que en las aplicaciones tradicionales de redes peer-to-peer en Internet. Para tener en cuenta esta exigencia, se utiliza en la invención como tabla hash una llamada tabla Double-Key-Hash (hash de doble clave). Esta tabla hash se diferencia de las tablas hash tradicionales en que la tabla hash contiene informaciones relativas a todos los peers de la red y para cada peer están archivadas dos identidades, que pueden utilizarse para la comunicación entre los componentes técnicos del sistema.

La figura 1 muestra un detalle de las tablas Double-Key-Hash utilizadas según la invención en una red peer-to-peer, gestionando cada peer en la red una tabla como la indicada. La tabla T1 muestra al respecto una ocupación en el instante en el que el correspondiente peer 1, que gestiona la tabla T1, se conecta con la red. La tabla T1' muestra el estado de la tabla cuando el correspondiente peer 1 ha recibido informaciones relativas a todos los peers de la red. En la forma de ejecución aquí descrita se observa una red peer-to-peer que presenta una estructura lógica de anillo, utilizándose en total 128 valores hash binarios como gama de valores. En la figura 1 se reproducen los primeros ocho registros de la tabla hash T1 o bien T1'. Las tablas hash utilizadas en la forma de ejecución aquí descrita presentan al respecto registros para cada valor hash posible, ya que dado el caso cualquier peer puede tomar como identidad uno de estos valores hash. La tabla correspondiente a la figura 1 presenta así en total 128 filas, correspondiendo cada fila a un valor hash y estando numerado correlativamente con identidades peer posibles P_ID (segunda columna por la izquierda en las tablas) de 1 a 128.

Los distintos peers en la red peer-to-peer se caracterizan, además de por su identidad peer P_ID, que corresponde a un valor hash, también por la correspondiente dirección IP o MAC IP_ADDR (tercera columna por la izquierda en las tablas), que posibilita el direccionamiento de los peers para la comunicación entre sí. Además corresponde cada peer a un componente técnico o bien una parte de un componente técnico de un sistema técnico, caracterizándose los componentes técnicos mediante respectivas identidades en forma de nombres IED (IED_Name; primera columna por la izquierda en las tablas; IED = Intelligent Electronic Device, aparato electrónico inteligente). Las tablas de la figura 1 incluyen además una columna con campos de estado SB (cuarta columna por la izquierda), en los que se muestra el estado del correspondiente peer de la fila respectiva. SB = 0 significa entonces que el peer está activo o bien online, SB = 1 significa que el peer está inactivo o bien ha fallado y SB = 255 significa que en la red peer-to-peer aún no existe ningún peer con la correspondiente identidad de peer.

En el instante en el que el peer 1 se convierte en parte de la red de datos, aún no ha recibido el mismo ninguna información de otros peers, con lo que el campo de estado SB está colocado en 255 para todas los registros según la tabla T1 y además en las columnas IED_Name e IP_ADDR no se incluye ninguna información.

Según la forma de ejecución aquí descrita del procedimiento correspondiente a la invención, recibe un peer informaciones de otros peers sobre mensajes de radio enviados por otros peers, tal como se describirá más en detalle en base a la figura 2. Estos mensajes de radio se emiten a intervalos de tiempo regulares por los peers y son recibidos también por el peer 1. Una vez que el peer 1 ha recibido mensajes de radio de todos los peers activos en la red, se encuentra la tabla según la figura 1 en el estado T1' y tiene ocupaciones para todos los peers activos. En la tabla T1' se muestra un escenario en el que los peers con las identidades de peers 1, 4 y 7 están activos, lo cual se indica mediante SB = 0. Para estos peers se incluyen también en las correspondientes columnas registros para IED_Name (por ejemplo E1Q1SB1 para el peer 4), así como registros para IP_ADDR (p.e. 192.168.1.12 para el peer 4). Además, existe en la

red peer-to-peer un peer que ciertamente es parte de la red, pero que ha fallado o bien está inactivo. Se trata del peer 8, cuyo campo de estado SB esta colocado correspondientemente en 1. Además, en la red peer-to-peer no hay ningún peer con las identidades 2, 3, 5 y 6, lo que se muestra en que el campo de estado SB está colocado en 255. Para estos peers no existe tampoco ningún registro para IED_Name ni para IP_ADDR.

5 La ventaja de la utilización de la tabla hash según la figura 1 consiste en que - contrariamente a en las redes peer-to-peer tradicionales - cada peer según una tabla tiene informaciones sobre todos los otros peers, con lo que puede buscarse muy rápidamente en la red de datos recursos, mediante la tabla puede averiguarse la dirección IP o MAC del peer que contiene el recurso buscado y puede llamarse directamente de forma inmediata a este peer. A diferencia de ello, en redes peer-to-peer tradicionales sólo conocen los distintos peers otros peers determinados en la red, con lo que tienen que utilizarse costosos lookups (procedimientos de búsqueda) para encontrar recursos. Otra ventaja adicional de la tabla hash según la figura 1 consiste en que también es posible dirigirse en determinados casos a un componente técnico del sistema técnico no mediante una dirección IP o MAC, sino directamente mediante el correspondiente nombre de aparato del componente técnico. De esta manera puede accederse directamente a los componentes técnicos sin un proceso de búsqueda, lo cual puede ser necesario por ejemplo en casos de emergencia en los que un componente técnico debe ejecutar muy rápidamente una acción o bien desconectarse. De esta manera una red que utiliza la tabla correspondiente a la figura 1 es especialmente buena para aplicaciones industriales.

La figura 2 muestra una forma de ejecución de una red peer-to-peer correspondiente a la invención en forma de una estructura lógica de anillo a modo de un anillo Chord, siendo en la figura 2 en total nueve peers parte de la red, precisamente los peers con los números 1, 4, 25, 32, 56, 74, 96, 112 y 118. Tal como ya se han indicado antes, emiten los peers a intervalos regulares mensajes de radio, que corresponden a los mensajes de actividad en el sentido de las reivindicaciones. La figura 2 muestra al respecto un escenario en el que precisamente el peer 32 envía el correspondiente mensaje de radio, no habiendo recibido aún el peer 96 este mensaje de radio previamente, ya que el mismo por ejemplo es miembro de la red desde hace muy poco tiempo. El mensaje de radio inicialmente enviado se denomina en la figura 2 A1, indicándose mediante rectángulos entre los peers la retransmisión del mensaje de radio en la estructura de anillo. Tal como resulta de la figura 2, contiene el mensaje de radio A1 la identidad de aparato IED32, el número del peer 32 y una correspondiente dirección de IP 1.2.3.4. Cuando el peer 96 recibe ahora el mensaje de radio A1, actualiza el mismo su correspondiente registro para el peer 32, es decir, la fila 32 en la tabla T96 se ocupa ahora con la identidad de aparato IED32 y la dirección de IP 1.2.3.4 y el campo de estado se coloca en el estado SB = 0. También los otros peers de la red de datos comprueban, al recibir el mensaje de radio, su correspondiente tabla y actualizan los registros con el contenido recibido del mensaje de radio. Según la figura 2 se logra así un mecanismo sencillo sobre cómo pueden memorizar todos los peers siempre informaciones actuales sobre los otros peers de la red en su tabla.

La figura 3 muestra la misma red peer-to-peer que en la figura 2, conectándose ahora un nuevo peer 82 a la red peer-to-peer. El nuevo peer, que al principio no tiene el número 82, recibe primeramente durante un periodo de tiempo predeterminado los mensajes de actividad de todos los demás peers y genera así la correspondiente ocupación de su tabla hash (que no puede verse en la figura 2). Finalmente busca el peer el correspondiente valor de identidad P_ID que aún no está ocupado por un peer de la red. En la figura 2 elige el peer la identidad del peer 82 y envía a continuación su propio mensaje de actividad con la identidad del peer 82, el nombre de aparato que le ha sido asignado IED82, así como su dirección de red 1.0.3.1 como mensaje de radio en la red peer-to-peer. El correspondiente mensaje de radio se denomina en la figura 2 A2, indicándose de nuevo mediante rectángulos la retransmisión del mensaje a otros peers de la red.

La figura 3 muestra cómo el peer 96 actualiza su correspondiente registro en su tabla T96 con las informaciones del mensaje de radio A2. El mismo direccionamiento se reproduce análogamente para la tabla hash T112 del peer 112. Mediante la transmisión del mensaje de radio A2 a todos los peers de la red, se da a conocer en un tiempo bastante breve el peer 82 y puede llamársele ahora directamente mediante su registro en las distintas tablas hash.

En base a las figuras 4 y 5 se describirá a continuación cómo puede detectarse el fallo o bien el abandono de un peer en la red peer-to-peer de las figuras 1 y 2. En la forma de ejecución aquí descrita de la invención se realiza la detección de un fallo vigilando cada peer la recepción de mensajes de actividad de los peers contiguos precedente y siguiente según la numeración de las identidades de los peers. La figura 4 muestra la secuencia de una tal vigilancia. En la etapa S1 de la figura 4 recibe un peer de vigilancia un mensaje de actividad de otro peer. El peer busca entonces la identidad del peer según el mensaje de actividad recibido en su tabla hash. Esto se realiza en la etapa S2. En la etapa S3 comprueba el peer de vigilancia si el peer del que procede el mensaje de actividad es un nodo de red contiguo al peer de vigilancia, en base a su valor de identidad. Si no es éste el caso (ramal N1), se archiva el contenido de este mensaje de actividad en el correspondiente registro de la tabla hash del peer de vigilancia y se actualiza el campo de estado de este registro (etapa S4). Pero si el peer del que procede el mensaje de actividad es uno contiguo (ramal Y1), se comprueba en la etapa S5 si se trata de un nuevo vecino cuyo valor de identidad se encuentra entre el valor de identidad del peer de vigilancia y el antiguo vecino. Si no es éste el caso (ramal N2), se trata del antiguo vecino ya vigilado y la vigilancia se arranca de nuevo en la etapa S6. A continuación se realiza en la etapa S4 de nuevo una actualización del correspondiente registro en la tabla hash, no presentándose en este caso ninguna variación en los valores del registro.

No obstante, si en la etapa S5 se detecta que el peer del que procede el mensaje de actividad es un nuevo vecino (ramal Y2), se inicia para este nuevo vecino una nueva vigilancia en la etapa S7 y la antigua vigilancia queda invalidada. A continuación se actualiza de nuevo en la etapa S4 el correspondiente registro en la tabla hash del peer de vigilancia. Una vez que el procedimiento ha llegado a la etapa S4, prosigue la vigilancia, esperándose mediante el peer de vigilancia la recepción de los correspondientes mensajes de actividad (etapa S8).

La figura 5 muestra un escenario en el que el fallo del peer 82 se detecta mediante los peers de vigilancia contiguos 74 y 96 en la red peer-to-peer. La detección del fallo se realiza detectando los peers de vigilancia que a lo largo de un intervalo de tiempo predeterminado ya no se recibe ningún mensaje de actividad del nodo vigilado. Una vez que los nodos 74 y 96 han detectado esto, generan estos nodos el correspondiente mensaje de fallo, que se designa en la figura 5 con F y que incluye la identidad 82 del nodo de red que ha fallado. Este mensaje se transmite tanto desde el peer 74 como también desde el peer 96 como mensaje de radio a todos los otros peers, tal como se indica de nuevo mediante rectángulos. En la figura 5 se indica a modo de ejemplo la acción derivada de los peers 56 y 112 al recibir el mensaje F. Cada uno de estos peers coloca en su tabla hash T56 o bien T112 el estado del registro de la identidad de peer 82 en inactivo, es decir, en $SB = 1$. Opcionalmente es posible también que un peer que pasa a un estado de reposo o bien que se desconecta ordenadamente envíe por sí mismo el correspondiente mensaje de fallo F con su propia identidad.

La figura 6 muestra cómo pueden publicarse y buscarse en el marco de la invención recursos en la red peer-to-peer. Bajo recursos han de entenderse al respecto cualesquiera datos a los que pueden acceder los peers. Publicar un recurso significa que el propio recurso o bien una referencia al recurso se memoriza en un peer que es entonces competente para el recurso. Para publicar un recurso se utiliza la correspondiente palabra clave asignada al recurso. En el ejemplo de la figura 6 intenta el peer 1 dar a conocer el recurso con la palabra clave $K = IED1.SVC9.LD3.LN4$. Para ello se transforma la palabra clave con la correspondiente función hash en un valor hash de la gama de valores de 1 a 128. Puede utilizarse al respecto cualquier función hash. En una forma de ejecución preferente se utiliza una función que distribuye los recursos uniformemente entre todos los peers. Una tal función hash es por ejemplo la función hash Fowler/Noll/Vo (FNV), conocida al especialista desde hace mucho tiempo. Con la palabra clave K averigua el peer 1 un valor hash que se encuentra entre los peers 25 y 32. Puesto que en la forma de ejecución de la figura 6 cada peer es competente para todos los valores de identidad siguientes hasta el siguiente peer, se deduce de ello que el recurso se publicará en el peer 25.

En la forma de ejecución de la figura 6 está integrado un mecanismo de replicación según el cual el recurso se replica también adicionalmente en otro peer, con lo que un grupo de replicación está formado por dos peers para cada recurso, es decir, cada recurso se publica en dos peers. Según un algoritmo que se describirá más en detalle en relación con la figura 8, se determina como peer adicional para publicar el recurso el peer 74. Con las flechas P1 y P2 se indica en la figura 6 la publicación del recurso en los correspondientes peers 25 y 74.

La figura 6 muestra además la búsqueda del recurso con la palabra clave K mediante el peer 112. Para la búsqueda se transforma análogamente la palabra clave K en el correspondiente valor hash y a continuación se determina el peer competente para el valor hash. Análogamente a en la publicación, encuentra el peer 112 ahora el peer 25 como peer competente para el recurso. Puesto que la tabla hash del peer 112 contiene ya la dirección IP o bien MAC del peer 25, puede llamarse directamente a este peer. El peer 112 puede averiguar con el correspondiente algoritmo también el otro peer 74 en el que está publicado igualmente el recurso. Puesto que en la tabla hash del peer 112 está archivada también la dirección IP o bien MAC de este peer, puede el mismo acceder directamente también al recurso en el peer 74. La búsqueda de los recursos mediante el peer 112 se indica al respecto con las flechas P3 y P4. Tal como se observa en la figura 6, resulta la búsqueda de recursos en la red peer-to-peer correspondiente a la invención muy sencilla, ya que cada peer contiene todas las informaciones relativas a los otros peers y con ello un peer que busca el recurso puede dirigirse directamente a aquel peer que es competente para el correspondiente recurso.

La figura 7 muestra un diagrama secuencial que indica las acciones de un peer que ha publicado recursos en la red peer-to-peer y que ha recibido el correspondiente mensaje de desactivación F según la figura 5. Al respecto se recibe en la etapa S101 el mensaje F. El peer busca entonces la correspondiente identidad del peer en su tabla (etapa S102) y marca a continuación el correspondiente registro en la tabla como inactivo, es decir, $SB = 1$ (etapa S103). A continuación comprueba el peer si el mismo ha publicado recursos de sí mismo en el peer en el mensaje de desactivación F (etapa S104). Si es éste el caso (ramal Y), inicializa el peer un nuevo proceso de publicación y publica de nuevo los recursos en la red, tal como se indica mediante la etapa S105. La nueva publicación de los datos es entonces idéntica a la publicación descrita en base a la figura 6, pero el activador es otro. A continuación espera el peer, como es usual, a la recepción de mensajes de actividad en la etapa S106. Si se detecta en la etapa S104 que el peer que se ha vuelto inactivo no contiene ningún recurso que haya sido publicado por el peer que recibe el mensaje F (ramal N), se pasa sin una nueva publicación a la etapa S106.

La figura 8 muestra un diagrama secuencial que reproduce la replicación ya citada en la descripción de la figura 6 de recursos publicados en varios peers. La figura 8 muestra un procedimiento iterativo que se inicia en la etapa S201 con el valor de iteración $Iteration = 0$ y un número primo fijo $magic_prime = const$. Primeramente se reproduce con ayuda de la función hash la palabra clave del correspondiente recurso a publicar en el valor hash, lo que se realiza en la etapa S202. El valor hash se denomina entonces hash-value y la palabra clave keyword. Mediante la correspondiente

función `add_circular` (`hash_value`, `Iteration · magic_prime`) se averigua en la etapa S203 la identidad `peer` en la que ha de publicarse el recurso. En la primera iteración se trata al respecto de la identidad `peer` del `peer` con el siguiente valor de identidad inferior en cuanto al valor `hash`.

5 En la etapa S204 se busca entonces la identidad `peer` en la tabla `hash` de los `peers` a publicar. A continuación se comprueba en la etapa S205 si el `peer` correspondiente al registro en la tabla `hash` del `peer` a publicar está activo. Si es éste el caso (ramal Y201), se añade la identidad `peer` a la correspondiente lista, siendo en el primer paso de iteración la identidad `peer` el primer registro en esta lista (etapa S207). La adición a esta lista se realiza con la correspondiente función `add(peer_id, peer_ids[])`. Pero si en la etapa S205 resulta que el `peer` buscado no está activo (ramal N201), se utiliza como identidad de `peer` el registro anterior de la tabla `hash` y se retrocede a la etapa S204.

10 Tras añadir el correspondiente `peer` a la lista en la etapa S207, se comprueba si la variable `Iteration` ha alcanzado ya un factor de replicación predeterminado (etapa S208). Si no es éste el caso (ramal N202), se incrementa en la etapa S209 la variable `Iteration` en un valor. Si la variable `Iteration` ha alcanzado el valor de replicación (ramal Y202), se emiten todos los `peers` de la lista (etapa S210) y en estos `peers` se publican entonces los recursos.

15 Tras el incremento de la variable `Iteration` en la etapa S209, se retrocede a la etapa S203, añadiéndose ahora al `hash-value` averiguado el número primo `magic-prime` multiplicado por el nuevo valor de la variable `Iteration`. La función entonces utilizada `add_circular` tiene en cuenta entonces que existe una estructura lógica de anillo de la red `peer-to-peer`, con lo que al sobrepasarse la gama de valores `hash` prosigue la adición al comienzo de la gama de valores. Con ayuda del número primo `magic_prime` se logra en el procedimiento correspondiente a la figura 8 una replicación muy uniforme de recursos dentro de un grupo de replicación de `peers`, fijándose la cantidad de `peers` sobre los que se replican los recursos mediante el correspondiente factor de replicación. Mediante la replicación queda asegurado en particular que los recursos están archivados de manera redundante en la red `peer-to-peer` y que al fallar un `peer` no se produce la pérdida del recurso.

20

REIVINDICACIONES

- 5 1. Procedimiento para operar una red de comunicaciones descentralizada con un conjunto de nodos de red (1, ..., 128), estando asignado a cada nodo de red (1, ..., 128) un valor de identidad (P_ID) de una gama de valores de identidad (P_ID), así como una dirección (IP_ADDR) para la comunicación del correspondiente nodo de red (1, ..., 128) con otros nodos de red (1, ..., 128) y siendo competente cada nodo de red (1, ..., 128) para un intervalo de valores de identidad (P_ID) de la gama de valores, en el que:
- cada nodo de red (1, ..., 128) operativo gestiona una tabla (T1, T56, T96, T112), que contiene para al menos los nodos de red (1, ..., 128) operativos en la red de comunicaciones respectivos registros, que incluyen al menos el valor de identidad (P_ID) y la dirección (IP_ADDR) del correspondiente nodo de red (1, ..., 128);
 - 10 - cada nodo de red (1, ..., 128) operativo envía regularmente mensajes de actividad (A1, A2) a los otros nodos de la red de comunicaciones, incluyendo los mensajes de actividad (A1, A2) en cada caso al menos el valor de identidad (P_ID) y la dirección (IP_ADDR) del correspondiente nodo de red (1, ..., 128) y sincronizando cada nodo de red (1, ..., 128) operativo al recibir un mensaje de actividad (A1, A2) su tabla (T1, T56, T96, T112) con el contenido del mensaje de actividad (A1, A2);
 - 15 - en la red de comunicaciones se detecta cuándo un nodo de red (1, ..., 128) operativo se vuelve inactivo, no enviando ya un nodo de red (1, ..., 128) inactivo ningún mensaje de actividad, realizándose la detección de que el correspondiente nodo de red (1, ..., 128) se ha vuelto inactivo mediante al menos un nodo de vigilancia asociado al correspondiente nodo de red (1, ..., 128), vigilando el nodo de vigilancia, de los que menos hay uno, si el correspondiente nodo de red (1, ..., 128) envía mensajes de actividad (A1, A2),
- 20 **caracterizado porque** el nodo de red de vigilancia, de los que al menos hay uno, en el caso de que el correspondiente nodo de red (1, ..., 128) ya no envíe ningún mensaje de actividad (A1, A2), envía un mensaje de desactivación (F) a todos los otros nodos de red (1, ..., 128), incluyendo el mensaje de desactivación (F) al menos el valor de identidad (P_ID) del correspondiente nodo de red (1, ..., 128) y colocando cada nodo de red (1, ..., 128) operativo, al recibir un mensaje de desactivación (F), en su tabla un campo de estado (SB) del registro del nodo de red según el valor de identidad (P_ID) en el mensaje de desactivación (D) en inactivo.
- 25 2. Procedimiento según la reivindicación 1,
- en el que el procedimiento se utiliza en una red de comunicaciones de un sistema técnico con un conjunto de componentes técnicos, estando asignada al menos a una parte de los componentes técnicos una respectiva identidad de aparato (IED_NAME) para el acceso al componente técnico y estando asignado a una identidad de aparato (IED_NAME) al menos un nodo de red (1, ..., 128) de la red de comunicaciones, incluyendo un registro de la tabla (T1, T56, T96, T112) de los correspondientes nodos de red (1, ..., 128) además la identidad de aparato (IED_NAME) que está asociada al nodo de red (1, ..., 128) correspondiente al registro y transmitiéndose con el correspondiente mensaje de actividad (A1, A2) adicionalmente la identidad del aparato (IED_NAME) a la que está asignado el nodo de red (1, ..., 128) que envía el correspondiente mensaje de actividad (A1, A2).
- 30
3. Procedimiento según la reivindicación 2,
- 35 en el que el sistema técnico incluye un sistema de distribución eléctrica, en particular una estación transformadora, incluyendo los componentes técnicos en particular unidades de conexión en un sistema de distribución eléctrica.
4. Procedimiento según la reivindicación 2 ó 3,
- en el que el sistema técnico incluye un sistema de generación de energía, en particular una turbina.
5. Procedimiento según una de las reivindicaciones 2 a 4,
- 40 en el que el sistema técnico incluye una instalación de automatización, en particular una línea de fabricación.
6. Procedimiento según una de las reivindicaciones precedentes,
- en el que los mensajes de actividad (A1, A2) se emiten como mensajes de radio (broadcast) desde el correspondiente nodo de red a la red de comunicaciones.
7. Procedimiento según una de las reivindicaciones precedentes,
- 45 en el que el mensaje de desactivación (F) se emite como mensaje de radio desde el nodo de vigilancia, de los que al menos hay uno, a la red de comunicaciones.
8. Procedimiento según una de las reivindicaciones precedentes,

en el que el nodo de vigilancia, de los que al menos hay uno, es un nodo de red que en la secuencia de los valores de identidad (P_ID) es contiguo al correspondiente nodo de red (1, ..., 128) vigilado, siendo en particular dos nodos de red contiguos (1, ..., 128) los nodos de vigilancia de un nodo de red (1, ..., 128) vigilado.

9. Procedimiento según la reivindicación 8,

5 en el que el nodo de vigilancia, de los que al menos hay uno, en el caso de que no reciba un mensaje de actividad de un nodo de red (1, ..., 128) que se añade como nuevo a la red de comunicaciones o que se activa, comprueba si el nuevo nodo de red (1, ..., 128) es un nodo de red (1, ..., 128) nuevo contiguo, comenzando el nodo de vigilancia en el caso de que el nuevo nodo de la red (1, ..., 128) sea un nuevo nodo de red (1, ..., 128) contiguo, la vigilancia de este nodo de red (1, ..., 128).

10 10. Procedimiento según una de las reivindicaciones precedentes,

en el que el correspondiente nodo de red (1, ..., 128) emite un mensaje de desactivación (F) que contiene su valor de identidad (P_ID) a todos los otros nodos de red (1, ..., 128) cuando se desconecta el correspondiente nodo de red (1, ..., 128).

11. Procedimiento según una de las reivindicaciones precedentes,

15 en el que la tabla (T1, T56, T96, T112) del respectivo nodo de red (1, ..., 128) contiene registros para todos los valores de identidad (P_ID) de la gama de valores, indicándose para cada registro mediante un campo de estado (SB) si el nodo de red (1, ..., 128) del registro existe en la red de comunicaciones o esta operativo o está inactivo.

12. Procedimiento según la reivindicación 11,

20 en el que en el caso de que en un nodo de red (1, ..., 128) correspondiente se reciban mensajes de actividad (A1, A2) de un nodo de red (1, ..., 128) que no existía previamente o estaba inactivo antes en la red de comunicaciones, se sincroniza el correspondiente registro del nodo de red (1, ..., 128) que no existía previamente o estaba inactivo antes en la red de la tabla con el contenido del mensaje de actividad (A1, A2), colocándose en activo el campo de estado (SB) del correspondiente registro.

13. Procedimiento según una de las reivindicaciones precedentes,

25 en el que cada nodo de red (1, ..., 128) operativo es competente para el intervalo de valores de identidad (P_ID) entre su valor de identidad (P_ID) y el valor de identidad siguiente más alto o más bajo de su nodo vecino operativo.

14. Procedimiento según la reivindicación 13 en combinación con una de las reivindicaciones 11 a 12,

30 en el que, cuando tiene lugar una modificación del campo de estado (SB) de un registro de la tabla (T1, T56, T96, T112) de los nodos de red (1, ..., 128) operativos, los intervalos de los valores de identidad (P_ID) para los que son competentes los nodos de red (1, ..., 128) operativos se adaptan basándose en la cantidad que varía de nodos de red (1, ..., 128) operativos.

15. Procedimiento según una de las reivindicaciones precedentes,

35 en el que en la red de comunicaciones se publican recursos mediante al menos una parte de los nodos de red (1, ..., 128), reproduciéndose una o varias palabras clave (K) asociadas a un recurso en un valor de identidad (P_ID), memorizándose el recurso o una referencia al recurso en un nodo de publicación, que es aquel nodo de red (1, ..., 128) competente para el intervalo que contiene el valor de identidad (P_ID) en el que se reproducen la o las palabras clave (K).

16. Procedimiento según la reivindicación 15,

40 en el que los valores de identidad (P_ID) son valores hash, realizándose la reproducción de la o de las palabras clave (K) en el valor de identidad (P_ID) con una función hash.

17. Procedimiento según la reivindicación 16,

en el que la función hash está elegida tal que se logra una distribución uniforme de los recursos entre los nodos de red (1, ..., 128).

18. Procedimiento según una de las reivindicaciones 15 a 17,

45 en el que, cuando se publica un recurso, se realiza una replicación tal que el recurso o una referencia al recurso se memoriza, además de en el nodo de publicación, en otros nodos de red (1, ..., 128).

19. Procedimiento según la reivindicación 18,

en el que los otros nodos de red (1, ..., 128) se determinan mediante adición de números primos al valor de identidad (P_ID) del nodo de publicación.

20. Procedimiento según una de las reivindicaciones 15 a 19,

5 en el que en el caso de que varíe la competencia de un nodo de red (1, ..., 128) para un recurso en la red de comunicaciones, el recurso se publica de nuevo en la red de comunicaciones.

21. Procedimiento según una de las reivindicaciones 15 a 20,

10 en el que se buscan recursos en la red de comunicaciones tal que un nodo de red (1, ..., 128) que realiza la búsqueda reproduce la o las palabras clave (K) del recurso en el valor de identidad (P_ID) y averigua con ayuda de su tabla (T1, T56, T96, T112) el nodo de red competente para el recurso, dirigiéndose a este nodo de red mediante su dirección (IP_ADDR) en la tabla.

22. Procedimiento según una de las reivindicaciones precedentes,

en el que el procedimiento se utiliza en una red peer-to-peer (punto-a-punto), en particular con una estructura lógica de anillo de los peers o interlocutores.

15 23. Sistema de comunicación descentralizado con un conjunto de nodos de red (1, ..., 128), estando asignado a cada nodo de red (1, ..., 128) un valor de identidad (P_ID) de una gama de valores de identidad (P_ID), así como una dirección (IP_ADDR) para la comunicación del correspondiente nodo de red (1, ..., 128) con otros nodos de red (1, ..., 128) y siendo competente cada nodo de red (1, ..., 128) para un intervalo de valores de identidad (P_ID) de la gama de valores,

en el que la red de comunicaciones está configurada tal que en servicio:

20 - cada nodo de red (1, ..., 128) operativo gestiona una tabla (T1, T56, T96, T112), que contiene para al menos los nodos de red (1, ..., 128) operativos en la red de comunicaciones respectivos registros, que incluyen el valor de identidad (P_ID) y la dirección (IP_ADDR) del correspondiente nodo de red (1, ..., 128);

25 - cada nodo de red (1, ..., 128) operativo envía regularmente mensajes de actividad (A1, A2) a los otros nodos de red de la red de comunicaciones, incluyendo los mensajes de actividad (A1, A2) en cada caso al menos el valor de identidad (P_ID) y la dirección (IP_ADDR) del correspondiente nodo de red (1, ..., 128) y sincronizando cada nodo de red (1, ..., 128) operativo al recibir un mensaje de actividad (A1, A2) su tabla (T1, T56, T96, T112) con el contenido del mensaje de actividad (A1, A2);

30 - en la red de comunicaciones se detecta cuándo un nodo de red (1, ..., 128) operativo se vuelve inactivo, no enviando ya un nodo de red (1, ..., 128) inactivo ningún mensaje de actividad, realizándose la detección de que el correspondiente nodo de red (1, ..., 128) se ha vuelto inactivo mediante al menos un nodo de vigilancia asociado al correspondiente nodo de red (1, ..., 128), vigilando el nodo de vigilancia, de los que al menos hay uno, si el correspondiente nodo de red (1, ..., 128) envía mensajes de actividad (A1, A2),

35 **caracterizado porque** el nodo de red (1, ..., 128) de vigilancia, de los que al menos hay uno, ya no envía ningún mensaje de actividad (A1, A2) y envía un mensaje de desactivación (F) a todos los otros nodos de red (1, ..., 128), incluyendo el mensaje de desactivación (F) al menos el valor de identidad (P_ID) del correspondiente nodo de red (1, ..., 128) y colocando en inactivo cada nodo de red (1, ..., 128) operativo, al recibir un mensaje de desactivación (F), en su tabla un campo de estado (SB) del registro del nodo de red según el valor de identidad (P_ID) en el mensaje de desactivación (D).

24. Procedimiento según la reivindicación 23,

40 en el que la red de comunicaciones está configurada tal que puede realizarse un procedimiento según una de las reivindicaciones 2 a 22.

FIG 1

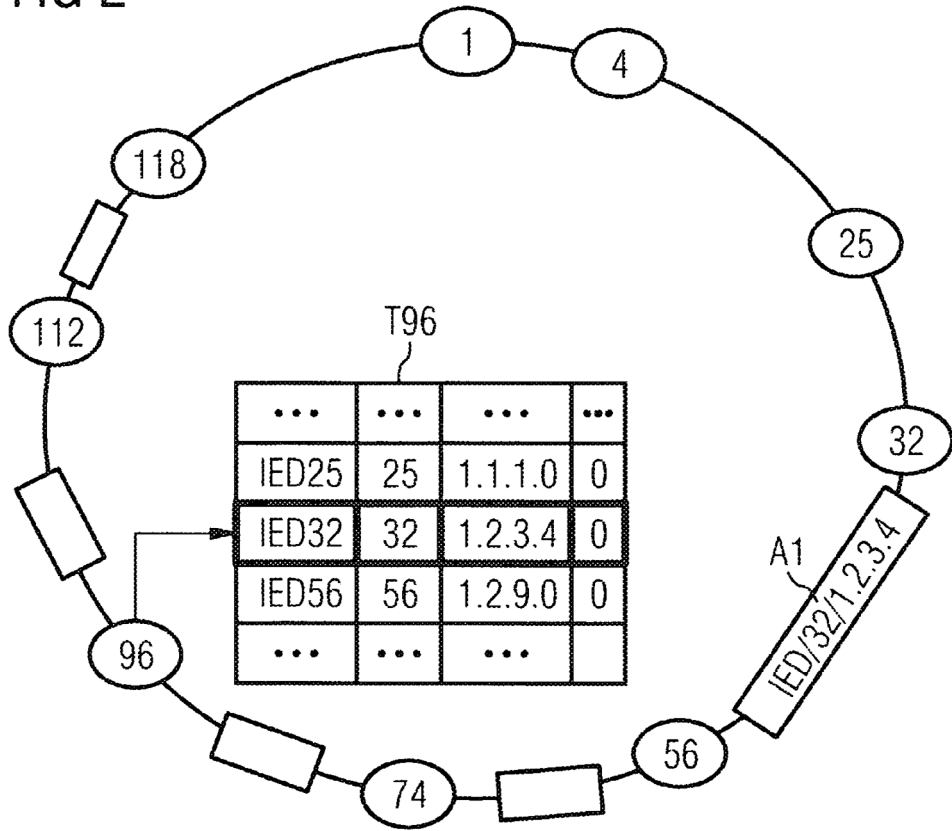
T1

IED_Name	P_ID	IP_ADDR	SB
	1		255
	2		255
	3		255
	4		255
	5		255
	6		255
	7		255
	8		255

T1'

IED_Name	P_ID	IP_ADDR	SB
E1Q1SB1	1	192.168.1.1	0
	2		255
	3		255
E2Q1SB1	4	192.168.1.12	0
	5		255
	6		255
E1Q2SB1	7	192.168.1.2	0
E3Q1SB2	8	192.168.1.43	1

FIG 2



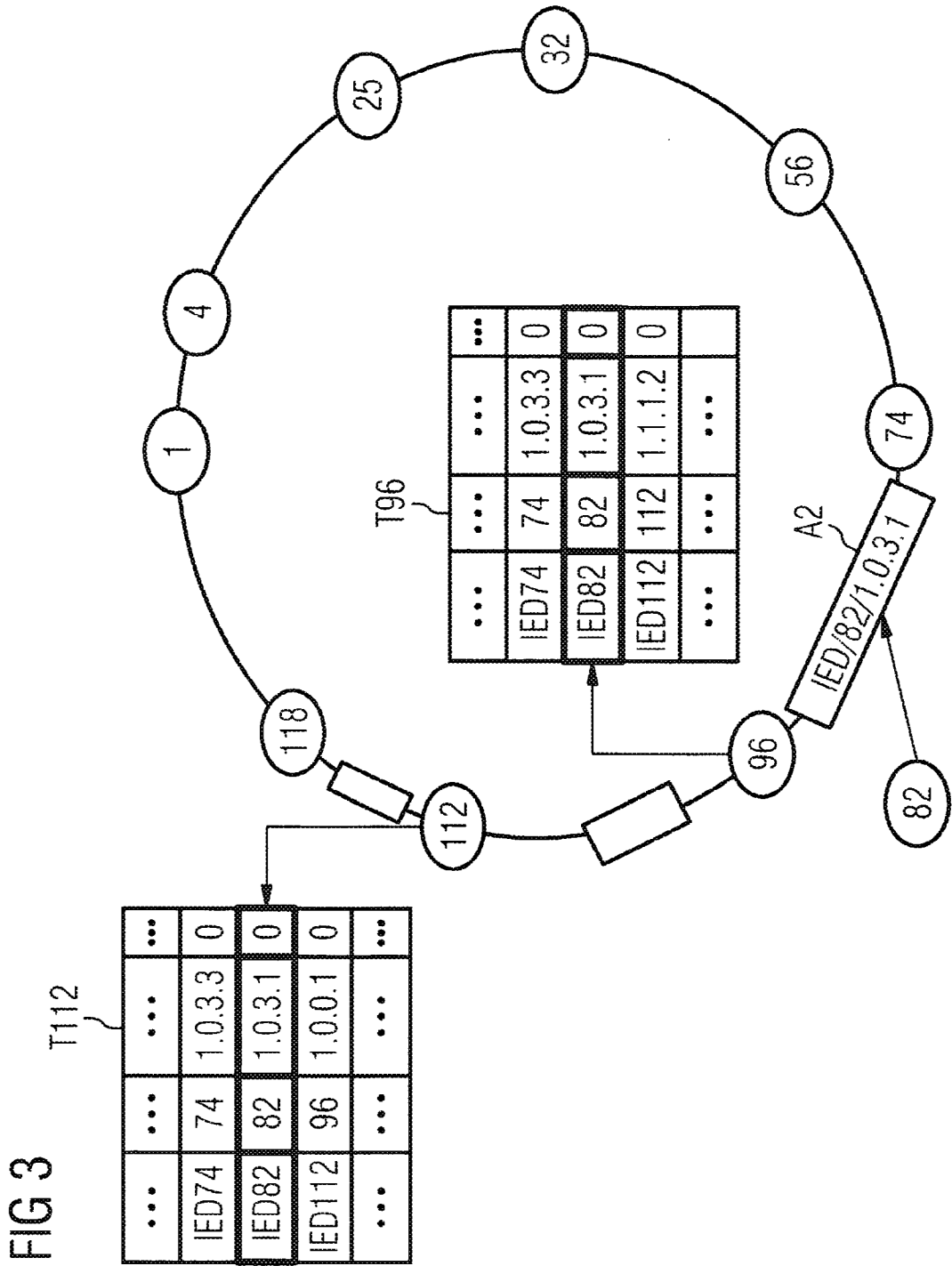
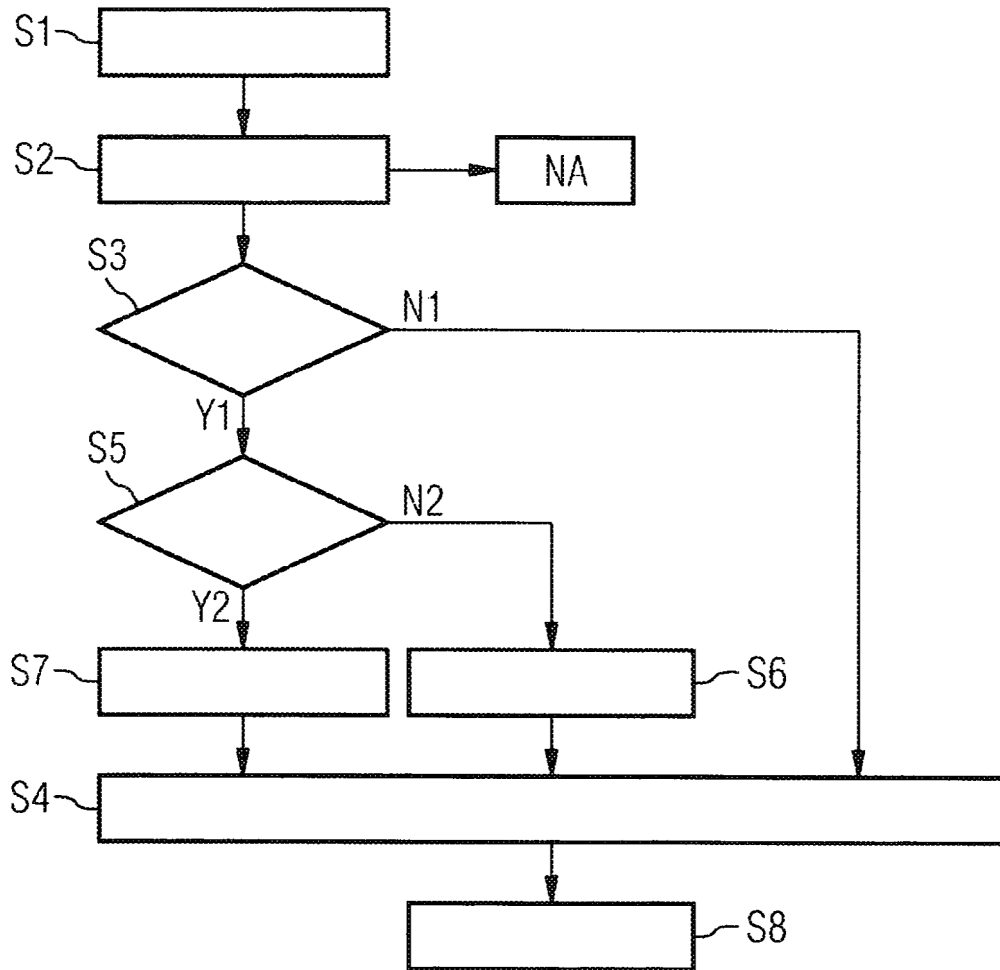


FIG 4



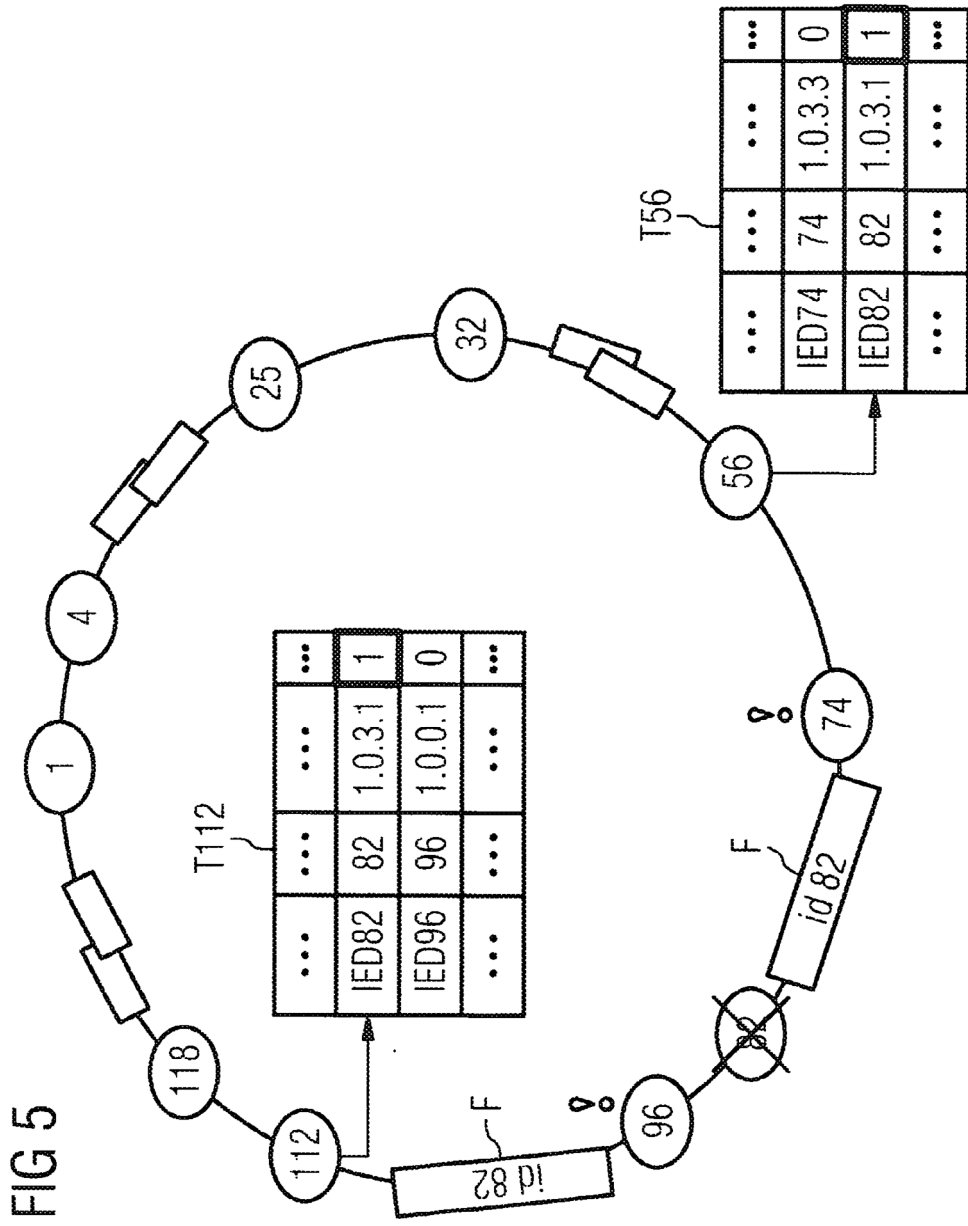


FIG 6

K=IED1. SVC9. LD3. LN4

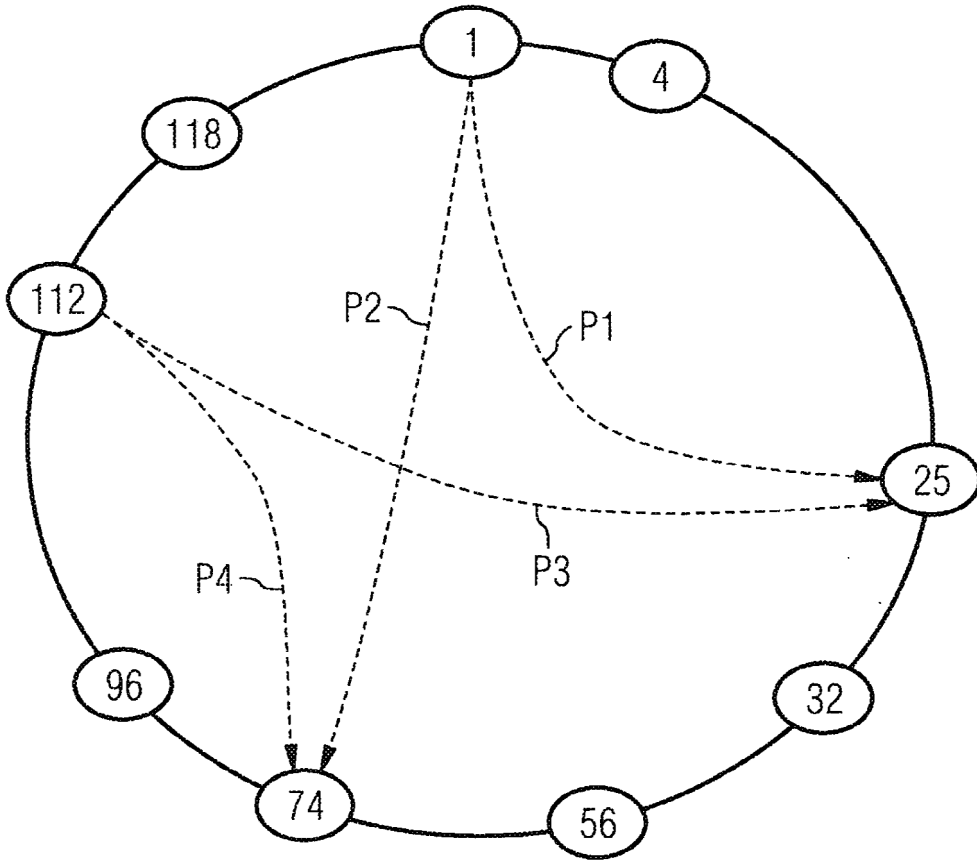


FIG 7

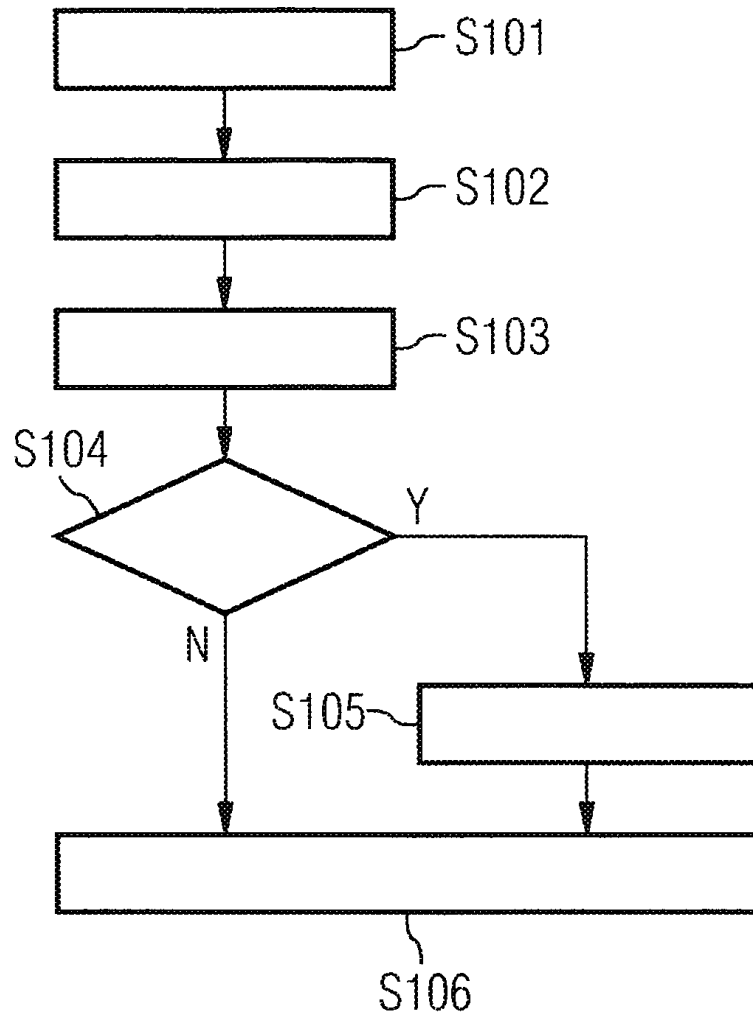


FIG 8

