

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 742 854**

51 Int. Cl.:

G06T 11/20 (2006.01)

H02J 13/00 (2006.01)

H02J 3/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **25.05.2016 PCT/EP2016/061757**

87 Fecha y número de publicación internacional: **05.01.2017 WO17001122**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **25.05.2016 E 16726837 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **26.06.2019 EP 3292540**

54 Título: **Procedimiento para operar una red con varios equipos de nodo y red**

30 Prioridad:

29.06.2015 DE 102015212026

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

17.02.2020

73 Titular/es:

**SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT (100.0%)
Werner-von-Siemens-Straße 1
80333 München, DE**

72 Inventor/es:

**KROMPASS, DENIS;
MÜNZ, ULRICH;
RUSITSCHKA, SEBNEM y
TRESP, VOLKER**

74 Agente/Representante:

LOZANO GANDIA, José

ES 2 742 854 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

5 Procedimiento para operar una red con varios equipos de nodo y red

La presente invención se refiere a un procedimiento para operar una red con varios equipos de nodo y a una red que es adecuada para ejecutar ese procedimiento.

10 Para la automatización y el desarrollo de procesos (industriales) se captan complejos y detallados datos de automatización de puntos de medida, que pueden corresponder a nodos de una red, de una infraestructura inteligente y digitalizada. Entre tales infraestructuras de puntos de medida enmallados se encuentran redes de alta tensión, redes de tráfico, cadenas de suministro, logística e instalaciones fabriles. Los datos de automatización son en particular datos gráficos combinados entre sí, captados continuamente en tiempo real y en el espacio y a lo largo del tiempo, relativos a las corrientes o flujos

15 dinámicos en estas redes dinámicas. Los datos de automatización de un punto de medida pueden incluir entonces varias magnitudes de medida. Se obtienen en particular datos de automatización multidimensionales cuando se captan varias magnitudes de medida por cada punto de medida.

20 El documento US 2014/0244065 A1 muestra, en base al ejemplo de una red de suministro eléctrico, cómo puede vigilarse el estado de la red con informaciones sobre la estructura de la red y valores de medida, como por ejemplo la tensión en un nodo o la carga de una línea de conexión.

25 Convencionalmente se archivan los datos de automatización por ejemplo en bancos de datos relacionales. Al respecto es deseable poder acceder rápidamente a los datos de automatización almacenados y aprovechar a la vez óptimamente una capacidad de memoria existente. Para el análisis y la evaluación se utilizan a veces distintos sistemas de bancos de datos en paralelo, con lo que aumenta en su conjunto la cantidad de datos de automatización. También se dificulta una evaluación automatizada de los datos de automatización cuando se utilizan distintos sistemas de bancos de datos.

30 Hasta ahora se ha realizado una evaluación automatizada de los datos de automatización con ayuda de una minería de datos (datamining) efectiva y con sistemas adaptativos. Es deseable operar el sistema de automatización en base a datos de automatización autoadquiridos, así como a una evaluación automatizada de los mismos. Para la evaluación de los datos de automatización, en particular para el datamining, se utilizan formatos de datos especiales.

35 Para reducir la complejidad de los datos de automatización puede realizarse una reducción lineal. Por supuesto esta técnica es más bien inadecuada para manejar datos de automatización complejos, no lineales. Los modelos de datos no lineales se consideran como aún no maduros.

40 Partiendo de esta base, ha ganado importancia a lo largo de las últimas décadas la modelización de datos multidimensional, en particular el llamado "Online Analytical Processing" (OLAP, procesamiento analítico en línea). El núcleo de cada sistema OLAP lo constituye un llamado "OLAP-Cube" (cubo de OLAP), que contiene inscripciones numéricas (mediciones) que están clasificadas según magnitudes de medida. Las inscripciones están asignadas en cada caso a las interfaces de un "hipercubo", que abarca

45 un espacio vectorial con las magnitudes de medida como dimensiones. También en sistemas OLAP ha de encontrarse un compromiso entre la eficiencia en cuanto a la seguridad de los datos y la eficiencia al consultar datos.

50 Los esfuerzos realizados hasta ahora para tomar medidas relativas a la evaluación y registro de datos de automatización de una red de automatización para la correspondiente operación, han dado resultados considerados en parte como insuficientes.

55 Partiendo de esta base consiste un objetivo de la presente invención en mejorar la operación de una red, en particular de una red de automatización.

En consecuencia se propone un procedimiento para operar una red con varios equipos de nodo. El procedimiento incluye las etapas:

60 Acoplamiento de cada equipo de nodo con al menos otro equipo de nodo con ayuda de un equipo de arista correspondiente;
 fijación de un tiempo global para todos los equipos de nodo y equipos de arista;
 registro de los equipos de nodo;
 registro de los equipos de arista;

65 asignación de un elemento de dirección a cada par de nodos compuesto por dos equipos de nodo que pueden acoplarse entre sí con ayuda de un equipo de arista;
 memorización de los elementos de dirección;

ES 2 742 854 T3

asignación de un elemento de contenido a cada elemento de dirección, indicando el elemento de contenido la existencia o no existencia de un equipo de arista entre el par de nodos al que está asignado el elemento de dirección;

5 memorización del elemento de contenido en función del correspondiente elemento de dirección, al que había sido asignado el elemento de contenido;

captación de al menos un parámetro de operación para al menos un par de nodos elegido o un equipo de nodo elegido y

10 memorización del parámetro de operación, de los que al menos hay uno, como elemento de contenido adicional en función del correspondiente elemento de dirección, que había sido asignado al par de nodos elegido o al equipo de nodo elegido.

Al registrar los equipos de arista y al registrar el parámetro de operación, de los que al menos hay uno, se registra a la vez el correspondiente instante de tiempo global. El correspondiente instante de tiempo global se memoriza a la vez al memorizar el elemento de contenido y/o el elemento de contenido adicional, realizándose la memorización del elemento de dirección, del elemento de contenido y del elemento de contenido adicional, de los que al menos hay uno, en un equipo de banco de datos con una estructura de datos tensorial.

15

El procedimiento propuesto es en particular adecuado para operar una red que cubre una zona de hasta 10^8 km². Incluso es posible operar según el procedimiento una red de aparatos astronómicos, por ejemplo satélites.

20

La red es por ejemplo una red eléctrica, una red de tráfico, una red de suministro (por ejemplo de agua, gas, petróleo, alimentos, bienes, mercancías, etc.), una cadena logística y/o una instalación fabril. La red incluye una pluralidad de equipos de nodo y es en particular adecuada para transportar o para transmitir energía, corriente eléctrica, bienes, mercancías, personas, tráfico, recursos, datos y/o material entre los equipos de nodo, desde los mismos y/o a los mismos.

25

Los equipos de nodo pueden ser elementos, equipamientos, estaciones, unidades u otros elementos constitutivos de la correspondiente red. Puede hablarse también de un punto de medida como equipo de nodo. Por ejemplo incluyen los equipos de nodo centrales de generación, estaciones transformadoras, transformadores, postes eléctricos, distribuidores u otros componentes integrantes de una red eléctrica. En particular incluyen los equipos de nodo de una red eléctrica una Phasor-Measurement-Unit (PMU, unidad de medición fasorial). En otro ejemplo pueden ser los equipos de nodo instalaciones de semáforos, barreras, puentes, estaciones ferroviarias, aeropuertos, puertos, puntos de control u otras unidades de control en una red de tráfico. En particular pueden registrar los equipos de nodo de una red de tráfico Floating Car Date (datos flotantes de automóviles). En otro ejemplo los equipos de nodo son módulos de fabricación individuales de una instalación fabril, que pueden ejecutar una o varias acciones (por ejemplo soldadura con o sin aportación, transporte, perforación, corte, etc.) para fabricar un producto.

30

35

40

Además pueden existir equipos de nodo real y físicamente en la correspondiente red o ser insertados virtualmente, por ejemplo por el operador de la red. Los equipos de nodo virtuales pueden ser ventajosos para por ejemplo representar con más sencillez equipos de nodo reales enmallados de forma compleja, para así poder controlarlos mejor. Por ejemplo insertando un equipo de nodo virtual se puede dividir un equipo de arista real en dos equipos de arista "virtuales", que pueden vigilarse y controlarse separadamente. Los equipos de nodo virtuales pueden en particular estar insertados temporalmente en la red.

45

Además los equipos de nodo pueden ser estacionarios, es decir, estar fijos localmente, o bien ser móviles. Los equipos de nodo pueden en particular existir temporalmente, es decir, para un periodo de tiempo predeterminado o pueden desconectarse temporalmente.

50

En particular incluye la red equipos de nodo y/o equipos de arista inteligentes, digitalizados y/o automatizados. Por ejemplo incluyen los equipos de nodo y/o los equipos de arista sistemas ciberfísicos, aparatos electrónicos inteligentes (Intelligent Electronic Devices, IED), tanto a un nivel de campo como también a uno de los niveles de fabricación o de la gestión del negocio. En particular se operan los equipos de nodo con ayuda de sistemas operativos de tiempo real.

55

El acoplamiento de los equipos de nodo entre sí se refiere en particular al establecimiento de un enlace entre los correspondientes equipos de nodo, con lo que resulta posible un transporte o una transmisión entre estos equipos de nodo. Por ejemplo puede ser factible, tras un acoplamiento con éxito de dos equipos de nodo de una red eléctrica, un flujo de corriente entre estos equipos de nodo. Además resulta posible por ejemplo un flujo de bienes, mercancías, personas, tráfico, datos, información y/o material entre dos equipos de nodo de la correspondiente red, cuando estos equipos de nodo están acoplados entre sí.

60

65

En particular los equipos de nodo pueden intercambiar informaciones entre sí, independientemente de si están acoplados directamente uno con otro. Para ello puede presentar la red al menos una unidad de

ES 2 742 854 T3

control, con la que están acoplados todos los equipos de nodo y/o todos los equipos de arista, con lo que un operador de la red puede vigilar y/o controlar los equipos de nodo y/o equipos de arista desde la unidad de control.

- 5 Los equipos de arista pueden funcionar entonces en cada caso como un respectivo eslabón de unión entre dos equipos de nodo acoplados entre sí. En particular se instala, implementa o proporciona de cualquier otra forma un equipo de arista entre dos equipos de nodo, para acoplar entre sí estos dos equipos de nodo.
- 10 Además, tanto segmentos (tramos) reales como también virtuales pueden unir o acoplar entre sí dos equipos de nodo, como equipos de arista correspondientes. Ejemplos de tales equipos de arista son líneas eléctricas (alta, media o baja tensión) de una red eléctrica y tramos de carretera o ferroviarios de una red de tráfico. Si se refiere el procedimiento por ejemplo a una red de tráfico aéreo con aeropuertos como equipos de nodo, entonces todos los corredores aéreos son equipos de arista. En una red logística
- 15 pueden incluir los equipos de arista segmentos reales de conexión del tráfico o posibilidades virtuales de cualquier tipo de unión entre estaciones acopladas entre sí (equipos de nodo).

Entre dos equipos de nodo pueden existir varias posibilidades de unión. En particular pueden corresponder las posibilidades de unión a distintas direcciones (del flujo de material, mercancías, bienes, corriente, información, tráfico y/o recursos) entre dos equipos de nodo. En este caso pueden estar definidos varios equipos de arista, correspondiendo cada uno de estos equipos de arista en cada caso a una de estas posibilidades de unión, o bien pueden estar reunidas todas las posibilidades de unión como un único equipo de arista, o insertarse equipos de nodo virtuales en cada una de las posibilidades de unión, para poder controlar individualmente las posibilidades de unión.

20 El tiempo global puede referirse a una medida de tiempo unificada en la correspondiente red, es decir, todos los eventos, variaciones y/o novedades se registran en función del tiempo global, que está unificado para todos los equipos de nodo y equipos de arista de la red. Con preferencia está relacionado el tiempo global para la red con un tiempo de referencia preciso y absoluto, por ejemplo un reloj atómico o la hora de un satélite.

Mediante la fijación del tiempo global pueden sincronizarse los equipos de nodo y/o los equipos de arista. Los eventos pueden registrarse correspondientemente en una dimensión de tiempo unificada y ordenarse cronológicamente. De esta manera puede facilitarse una búsqueda de un evento en función del origen. En

35 función de una velocidad de captación de datos (por ejemplo varias muestras por segundo) puede conducir una sincronización de los equipos de nodo y de arista, con ayuda del tiempo global, a una mejor resolución temporal de los eventos registrados en la red.

Por ejemplo se captan todos los equipos de nodo y todos los equipos de arista y se registran en un equipo de banco de datos en la red. Un equipo de banco de datos es en particular un equipo para la gestión y/o administración electrónica de datos. El equipo de banco de datos puede estar constituido central, localmente y/o distribuido. Con preferencia puede acoplarse cada equipo de nodo con cualquier otro

40 equipo de nodo de la red. Con preferencia se definen todas las combinaciones posibles de dos equipos de nodo de la red (o de una parte de la red) como pares de nodos. Alternativamente pueden registrarse sólo aquellos pares de dos equipos de nodo que están acoplados entre sí como pares de nodos.

Con preferencia se dota cada uno de los equipos de nodo del correspondiente índice. Correspondientemente puede contener el elemento de dirección los dos índices de los equipos de nodo del correspondiente par de nodos. De esta manera puede resultar una asociación inequívoca de cada par

50 de nodos a un elemento de dirección. Todos los elementos de dirección se memorizan centralmente en un equipo de banco de datos de la red y/o localmente en los distintos equipos de nodo. Cuando están acoplados entre sí dos equipos de nodo de un par de nodos con ayuda de un equipo de arista, corresponde el elemento de dirección que está asignado al par de nodos al equipo de arista. Correspondientemente puede estar memorizado el elemento de dirección localmente en el equipo de

55 arista, en el caso de que el equipo de arista disponga de la correspondiente capacidad de cálculo y/o de memoria. El elemento de dirección es en particular una asociación a un lugar de la memoria. En una forma de ejecución el elemento de dirección es una tupla compuesta por dos números o índices. Los índices pueden ser números enteros.

Puesto que los elementos de dirección indican en cada caso un par de nodos con un primer y un segundo equipo de nodo, puede abarcar una totalidad de los elementos de dirección una matriz cuadrada, bidimensional, correspondiendo una primera dimensión (por ejemplo filas) de la matriz a los primeros

60 equipos de nodo y una segunda dimensión (por ejemplo columnas) a los segundos equipos de nodo.

A cada elemento de dirección se le asigna al menos un elemento de contenido. A continuación designa un elemento de dirección correspondiente, en cuanto a un elemento de contenido, el elemento de dirección al que está asignado el elemento de contenido. El elemento de contenido puede ser parte de una

ES 2 742 854 T3

estructura de datos, como por ejemplo una variable, un campo, una tabla o una matriz. Con preferencia incluye un elemento de contenido un sello de tiempo.

- 5 El primer elemento de contenido indica si en el par de nodos al que está asignado el elemento de dirección están acoplados uno con otro con ayuda de un equipo de arista o no lo están. Por ejemplo existe un registro para el primer elemento de contenido sólo cuando en el par de nodos al que está asignado el elemento de dirección están acoplados uno con otro con ayuda de un equipo de arista.
- 10 Además se registran uno o varios parámetros de operación para uno o varios pares de nodos elegidos. Con preferencia se eligen pares de nodos que están acoplados entre sí con ayuda de un equipo de arista. Correspondientemente se registran el parámetro o los varios parámetros de operación para el correspondiente equipo de arista.
- 15 Además pueden registrarse parámetros de operación en dos equipos de nodo, combinarse entre sí y asignarse a un acoplamiento entre los dos equipos de nodo, con independencia de si existe o no un equipo de arista entre en los dos equipos de nodo. Al respecto puede referirse el acoplamiento a una función del equipo de arista. Puede combinarse en particular un cálculo de un elemento de contenido con ayuda de operaciones matemáticas.
- 20 Además pueden constituir varios equipos de nodo que están acoplados entre sí, al menos parcialmente, una subred de la red. Los parámetros de operación registrados en los distintos equipos de nodo se combinan entre sí y se asignan a la subred. La subred puede considerarse como un equipo de nodo. Correspondientemente pueden asignarse parámetros de operación y elementos de contenido a acoplamientos entre la subred y otros equipos de nodo.
- 25 A elección pueden registrarse el parámetro de operación o los varios parámetros de operación para un o varios equipos de nodo elegidos. Por ejemplo pueden compararse los parámetros de operación registrados en un primer equipo de nodo con los parámetros de operación que se han captado en un segundo equipo de nodo acoplado con el primer equipo de nodo, para calcular un parámetro de operación para un par de nodos compuesto por el primer y el segundo equipo de nodo. Entonces puede ejecutarse al menos una operación matemática, por ejemplo adición, sustracción, multiplicación, división, factorización o una combinación de las mismas.
- 30 Varios parámetros de operación pueden disponerse en un campo (por ejemplo en una disposición vectorial, en una tabla, en una lista o en una matriz) y asignarse al correspondiente elemento de dirección. La secuencia de los parámetros de operación memorizados está con preferencia unificada para todos los elementos de dirección de la red. Con preferencia indica el primer elemento de contenido si en el correspondiente par de nodos están acoplados uno con otro con ayuda de un equipo de arista.
- 35 El parámetro de operación registrado, de los que al menos hay uno, se asigna como al menos un elemento de contenido al correspondiente elemento de dirección y con ello se asigna a un par de nodos en lugar de a los equipos de nodo que constituyen el par de nodos. De esta manera se reduce una dimensión o un grado de libertad al memorizar y asignar el elemento de contenido.
- 40 El parámetro de operación, de los que al menos hay uno, incluye por ejemplo una frecuencia, una tensión, un ángulo de fase, una amplitud, una modulación, un consumo de potencia, una resistencia, una temperatura de servicio, una solicitud, un tiempo de recorrido, una carga, una cantidad de llenado, una caudal, una disponibilidad, un flujo, etc. Los parámetros de operación son en particular adecuados para caracterizar o describir un estado de servicio del correspondiente equipo de arista, del correspondiente equipo de nodo y/o del par de nodos.
- 45 El parámetro de operación, de los que al menos hay uno, puede incluir datos de un sistema de automatización. Además puede incluir el parámetro de operación, de los que al menos hay uno, datos continuos, dinámicos. El parámetro de operación, de los que al menos hay uno, puede estar combinado uno con otro. El parámetro de operación, de los que al menos hay uno y/o los elementos de contenido son en particular datos relacionales, es decir, captados o creados en función de factores internos y/o externos, por ejemplo una topología de la red. Al respecto puede referirse la topología a acoplamientos de los equipos de nodo y de los equipos de arista de la red entre sí.
- 50 La captación del parámetro de operación, de los que al menos hay uno, se refiere en particular a una medición, a una descarga de datos memorizados, a una consulta local en el correspondiente equipo de nodo o de arista y/o a un escaneo periódico de datos que pueden descargarse.
- 55 Al registrar el parámetro de operación, de los que al menos hay uno, se registra a la vez un instante correspondiente en el tiempo global de la red. En particular se dota el parámetro de operación de un sello de tiempo referido al tiempo global, que indica en qué instante del tiempo global de la red se ha registrado
- 60
- 65

el parámetro de operación. De esta manera pueden ordenarse los parámetros de operación captados y memorizados, por ejemplo cronológicamente.

5 La memorización del elemento de dirección, del elemento de contenido y del otro elemento de contenido, de los que al menos hay uno, se realiza en un equipo de banco de datos como una estructura de datos tensorial, que en particular está archivada como objeto en un banco de datos correspondientemente estructurado.

10 A continuación se denomina la estructura de datos tensorial memorizada también estructura de banco de datos tensorial. La estructura de banco de datos tensorial se refiere a una estructura de banco de datos multidimensional con al menos tres dimensiones o grados de libertad linealmente independientes entre sí. En el procedimiento propuesto se registra el parámetro de operación, de los que al menos hay uno, en función de un tiempo global y un acoplamiento del correspondiente par de nodos. Con el tipo del parámetro de operación registrado resultan tres dimensiones o grados de libertad. La asignación así como
15 la memorización del parámetro de operación registrado como un elemento de contenido se realiza por lo tanto en función de la existencia de un acoplamiento del correspondiente par de nodos, del instante de tiempo global y del tipo del parámetro de operación.

20 Según otra forma de ejecución proporciona al menos una parte de los equipos de nodo o de los equipos de arista el parámetro de operación, de los que al menos hay uno y el correspondiente instante del tiempo global según la estructura de banco de datos tensorial.

25 Uno o varios equipos de nodo y/o equipos de arista pueden procesar el parámetro de operación registrado y/o asignarlo al correspondiente elemento de dirección tal que ello esté de acuerdo con la estructura de banco de datos tensorial.

30 El instante del tiempo global del parámetro de operación registrado, con preferencia en forma de un sello de tiempo correspondiente al tiempo global, se combina localmente con el correspondiente parámetro de operación. Además puede crearse una serie del parámetro de operación registrado, registrando y memorizando periódica o repetitivamente el parámetro de operación a un cierto intervalo de tiempo. Para ello puede presentar el equipo de arista y/o el equipo de nodo una unidad de memoria.

35 Para ello puede presentar el equipo de nodo y/o equipo de arista una unidad de cálculo, que puede asociar el parámetro de operación registrado al correspondiente elemento de dirección y dado el caso procesarlo. De esta manera puede aprovecharse una potencia de cálculo local.

Según otra forma de realización incluye el procedimiento además:

- 40
- registro de un bloque de diversos parámetros de operación y
 - memorización de los diversos parámetros de operación como elementos de contenido adicionales en función del correspondiente elemento de dirección, al cual están asignados los elementos de contenido adicionales.

45 Se registran varios parámetros de operación como un bloque de diversos parámetros de operación. Con preferencia indica el bloque de diversos parámetros de operación una secuencia de los diversos parámetros de operación. De esta manera puede realizarse una asignación unificada de los parámetros de operación como elementos de contenido adicionales al correspondiente elemento de dirección en una estructura de banco de datos multidimensional.

50 En particular pueden adaptarse los parámetros de operación registrados como el bloque de diversos parámetros de operación de esta manera a la estructura de banco de datos tensorial.

55 Según otra forma de ejecución caracteriza el parámetro de operación, de los que al menos hay uno, un flujo de tráfico, un flujo de corriente, un flujo de material, un flujo de energía, un consumo de potencia y/o una vía de suministro.

60 El caracterizar se refiere por ejemplo a una descripción de características, cuantificación de factores y de influencias, señalización de características o reproducción de magnitudes físicas típicas de la red. Correspondientemente puede reproducir el parámetro de operación, de los que al menos hay uno, al menos parcialmente un estado de servicio de la red.

Según otra forma de ejecución se realiza la captación del instante de tiempo global con ayuda de satélites, en particular de un sistema GPS.

65 Correspondientemente puede estar el tiempo global de la red apoyado por satélite y/o basarse en un sistema GPS. Los parámetros de operación registrados se dotan de un sello de tiempo en función de un tiempo global basado en satélite y/o de un tiempo de GPS.

Según otra forma de ejecución registran y/o memorizan al menos una parte de los equipos de nodo y/o equipos de arista el parámetro de operación, de los que al menos hay uno, en función del elemento de dirección asignado.

5

El registro y/o memorización del parámetro de operación, de los que al menos hay uno, se realiza en consecuencia localmente en al menos un equipo de nodo y/o equipo de arista. En particular se asignan el parámetro de operación registrado y/o memorizado localmente al correspondiente elemento de dirección. De esta manera puede hacerse compatible este parámetro de operación con una estructura de banco de datos multidimensional, en particular una estructura de banco de datos tensorial.

10

En particular se realiza el registro, procesamiento y/o memorización local de los parámetros de operación en los equipos de nodo basándose en los principios del Resilient Distributed Dataset (RDD, bloque de datos resilientes distribuido). Los parámetros de operación registrados pueden estar divididos en subgrupos de parámetros de operación, existiendo para cada subgrupo un correspondiente método de procesamiento y/o estando definido en función de otros subgrupos.

15

Según otra forma de ejecución se realiza el control mediante al menos una parte de los propios equipos de nodo y/o equipos de arista.

20

En particular equipos de nodo y/o de arista automatizados pueden evaluar por sí mismos los parámetros de operación y reaccionar a los mismos. De esta manera puede aumentarse aún más el grado de automatización de la red, ya que se necesita aún menos intervención humana.

25

Según otra forma de ejecución se realiza el acoplamiento de cada equipo de nodo con al menos otro equipo de nodo en función de los elementos de contenido memorizados.

Los parámetros de operación memorizados como elementos de contenido pueden dar informaciones sobre un acoplamiento ventajoso de los equipos de nodo de la red. La red podría configurarse y/o reconfigurarse en función de los parámetros de operación registrados.

30

Según otra forma de ejecución incluye el procedimiento además:

- la determinación de un valor de referencia para uno de los parámetros de operación, de los que al menos hay uno;
- el cálculo de un parámetro de operación relativo en función del parámetro de operación registrado y del correspondiente valor de referencia y
- la memorización del parámetro de operación relativo en función del elemento de dirección al que está asignado el parámetro de operación registrado.

35

La red puede presentar un valor de referencia para al menos un parámetro de operación. El registro del parámetro de operación y/o la asignación del parámetro de operación registrado como elemento de contenido adicional a un elemento de dirección, pueden realizarse en función del valor de referencia.

40

Según un segundo aspecto se propone una red con varios equipos de nodo que es adecuada para ejecutar el procedimiento antes descrito.

45

Según otra forma de ejecución la red es adecuada para un transporte o una transmisión de recursos, material, corriente, energía y/o tráfico.

50

Según otra forma de ejecución incluye la red además un equipo de banco de datos y una unidad de cálculo. El equipo de banco de datos puede memorizar elementos de dirección y al menos un parámetro de operación de pares de nodos de dos equipos de nodo que pueden acoplarse entre sí con ayuda del respectivo equipo de arista. La unidad de cálculo puede asignar al menos un elemento de contenido al correspondiente elemento de dirección y descargar el elemento de dirección o elemento de contenido, de los que al menos hay uno.

55

Con preferencia puede memorizar el equipo de banco de datos el elemento de dirección, así como uno o varios elementos de contenido en una estructura de banco de datos multidimensional, en particular tensorial.

60

Según otra forma de ejecución incluye la red además una interfaz de usuario para mostrar el elemento de dirección memorizado y el elemento de contenido memorizado, de los que al menos hay uno, para un operador de la red.

65

De esta manera puede reaccionar el operador de la red manualmente a eventos, a pesar de la automatización de la red y/o controlar manualmente los equipos de aristas y de nodos.

La correspondiente unidad, por ejemplo unidad de cálculo, equipo de banco de datos, unidad de control, equipos de arista y equipos de nodo pueden estar implementados según técnica de hardware y/o también según técnica de software. En una implementación según técnica de hardware, puede estar constituida la correspondiente unidad como equipo o como parte de un equipo, por ejemplo como computadora o como microprocesador o como ordenador de control de un vehículo. En una implementación según técnica de software puede estar constituida la correspondiente unidad como producto de programa de computadora, como una función, como una rutina, como parte de un código de programa o como objeto que puede ejecutarse.

Además se propone un producto de programa de computadora que sobre un equipo controlado por programa da lugar a la ejecución del procedimiento que antes se ha descrito.

Un producto de programa de computadora, como por ejemplo un medio de programa de computadora, puede proporcionarse o suministrarse por ejemplo como medio de memoria, como por ejemplo tarjeta de memoria, lápiz USB, CD-ROM, DVD, o también en forma de un fichero que puede descargarse de un servidor en una red. Esto puede realizarse por ejemplo en una red de comunicación inalámbrica mediante la transmisión de un fichero correspondiente con el producto de programa de computadora o el medio de programa de computadora.

Las formas de ejecución y características descritas para el equipo propuesto son válidas correspondientemente para el procedimiento propuesto y a la inversa.

Otras implementaciones posibles de la invención incluyen también combinaciones no citadas explícitamente de características o formas de ejecución previamente descritas o que se describen a continuación en relación con los ejemplos de ejecución. Al respecto añadirá el especialista también aspectos individuales como mejoras o complementos a la correspondiente forma básica de la invención.

Otras variantes y aspectos ventajosos de la invención son objeto de las reivindicaciones secundarias, así como de los ejemplos de ejecución de la invención que se describen en lo que sigue. A continuación se describirá la invención más en detalle en base a formas de ejecución preferidas, con referencia a las figuras adjuntas.

La figura 1 muestra una vista esquemática de una red eléctrica como ejemplo de una red;
 la figura 2 muestra una vista esquemática de una central de generación como ejemplo de un equipo de nodo de la red eléctrica de la figura 1;
 la figura 3 muestra un diagrama de flujo de un procedimiento para operar una red;
 la figura 4 muestra una vista esquemática de un nivel de topología;
 la figura 5 muestra una vista esquemática de una estructura de banco de datos multidimensional;
 la figura 6 clarifica la captación y memorización de elementos de contenido en una estructura de banco de datos tensorial;
 la figura 7 ilustra una primera forma de ejecución de un procedimiento para procesar parámetros de operación en elementos de contenido para una estructura de banco de datos tensorial;
 la figura 8 ilustra una segunda forma de ejecución de un procedimiento para procesar parámetros de operación en elementos de contenido para una estructura de banco de datos tensorial y
 la figura 9 muestra una representación de un nivel de una estructura de banco de datos tensorial.

En las figuras se han dotado los mismos elementos o elementos que tienen la misma función de las mismas referencias, siempre que no se indique otra cosa.

La figura 1 muestra una vista esquemática de una red eléctrica 100, como un ejemplo de una red.

La red eléctrica 100 incluye varios equipos de nodo $A_1 - A_{13}$, que están realizados como centrales de generación, estaciones transformadoras, redes de usuario y/o transformadores. Cada uno de los equipos de nodo $A_1 - A_{13}$ está acoplado con al menos otro equipo de nodo $A_1 - A_{13}$ con ayuda de la correspondiente línea eléctrica $B_1 - B_{14}$. Las líneas eléctricas $B_1 - B_{14}$ corresponden a equipos de arista de la red eléctrica 100. Los equipos de nodo $A_1 - A_{13}$ están a distintas distancias uno de otro, pudiendo ser una distancia entre dos equipos de nodo $A_1 - A_{13}$ acoplados entre sí de algunos km hasta varios cientos de km.

En otro ejemplo de ejecución puede ser la red representada esquemáticamente en la figura 1 una red de transporte, siendo los equipos de arista $B_1 - B_{14}$ tramos de carretera y los equipos de nodo $A_1 - A_{13}$ estaciones de control del tráfico. A continuación se considera la red eléctrica 100.

La decisión de si se acoplarán entre sí dos equipos de nodo $A_1 - A_{13}$ depende de diversos factores, tanto internos como externos. Los factores internos son en particular parámetros de operación de los equipos de nodo o equipos de arista $A_1 - A_{13}$, $B_1 - B_{14}$. Entre las influencias externas se cuentan, entre otras, una

distancia, una situación geográfica, una situación política, una infraestructura, una relación suministrador-consumidor y una situación económica. Por ejemplo, no están acoplados entre sí los equipos de nodo A₂, A₄, aún cuando presentan una distancia relativamente pequeña uno de otro en comparación con otros equipos de nodo.

5

En función de la clase de equipos de nodo A₁ – A₁₃ que están acoplados entre sí con ayuda de un equipo de arista B₁ – B₁₄ respectivo, varía una tensión aplicada al equipo de arista B₁ – B₁₄. Por ejemplo puede estar aplicada a un equipo de arista B₁ – B₁₄ que une una central de generación con una estación transformadora una alta tensión de 220 – 380 kV. A equipos de arista que conectan una estación transformadora con una red de consumidores como equipos de nodo A₁ – A₁₃, puede estar aplicada una tensión media de 1 – 50 kV. A equipos de arista B₁ – B₁₄ que conectan entre sí consumidores individuales o con un transformador como equipos de nodo A₁ – A₁₃, puede estar aplicada una baja tensión de varios 100 V. La tensión es un ejemplo de un parámetro de operación con los equipos de nodo como puntos de medida.

10

15

Un primer grupo 101 de círculos concéntricos caracteriza un primer evento E1, indicando el círculo más pequeño del grupo 101 un epicentro y el círculo más grande del grupo 101 una zona máxima de actuación del primer evento E1.

20

Un segundo grupo 102 y un tercer grupo 103 de círculos concéntricos señalizan respectivamente un segundo y un tercer evento E2, E3, indicando el correspondiente círculo más pequeño el epicentro y del círculo más grande una zona máxima de actuación del correspondiente evento E2, E3. Los eventos pueden incluir una perturbación, un suceso de la naturaleza (por ejemplo una tormenta, un terremoto, etc.), un accidente y/o cualquier otro factor interno o externo que influye sobre el funcionamiento de la red eléctrica 100.

25

Cuando se presenta uno de los eventos E1 – E3, puede desviarse al menos uno de los parámetros de operación en los equipos de nodo A₁ – A₁₃ y/o en los equipos de arista B₁ – B₁₄ de un valor correspondiente a un estado sin perturbaciones, es decir, mostrar fluctuaciones inusuales, bajando o subiendo. Entonces la repercusión del evento E1 - E3 sobre los parámetros de operación de los equipos de nodo A₁ – A₁₃ y equipos de arista B₁ – B₁₄ es más fuerte cuanto más próximo se encuentre el correspondiente equipo de nodo A₁ – A₁₃ o equipo de arista B₁ – B₁₄ del epicentro del evento E1 – E3 que tiene lugar. Cuando tienen lugar varios eventos E1 – E3 simultáneamente, tal como se representa en la figura 1, se solapan las zonas de actuación de los eventos E1 – E3. Por ejemplo puede encontrarse el equipo de arista B₄ en la zona de actuación tanto del primer evento E1 como también del segundo evento E2.

30

35

La red eléctrica 100 presenta un equipo de banco de datos 110 (véase la figura 2), en el cual están memorizados los parámetros de servicio capturados como elementos de contenido en función de acoplamientos de los equipos de nodo A₁ – A₁₃ entre sí. Un evento E1 – E3, por ejemplo una perturbación, puede captarse con rapidez en base a los elementos de contenido memorizados en el equipo de banco de datos 110 y que pueden descargarse y hacerlo con una elevada resolución de lugar. De esta manera puede reaccionar el operador de la red eléctrica 100 rápida y eficientemente a las influencias externas.

40

45

La figura 2 muestra una vista esquemática de una central de generación 200 como un equipo de nodo o un punto de medida de la red eléctrica 100 en la figura 1.

La central de generación 200 es uno de los equipos de nodo A₁ – A₁₃ de la red eléctrica 100. La central de generación 200 está acoplada con ayuda de respectivas líneas eléctricas 201, 202 con dos estaciones transformadoras 203, 204 como otros equipos de nodo de la red eléctrica 100. La central de generación 200 suministra corriente y potencia eléctrica a la red eléctrica 100. La central de generación 200 comunica con un sistema GPS, que en particular prescribe un tiempo global para la red eléctrica 100.

50

La central de generación 200 presenta una unidad de control 211, una unidad de cálculo 212, una unidad de memoria 213 y una unidad de comunicación 214. La unidad de control 211 incluye varios dispositivos sensores 221 - 223, que captan respectivamente una tensión, una frecuencia y un ángulo de fase en la central de generación 200. Además puede registrar la unidad de control 211 una temperatura de servicio, un grado de carga de trabajo y una disponibilidad (por ejemplo "stand-by", "en servicio" o "trabajos de mantenimiento") como estado de servicio.

55

60

La unidad de control 211 registra la tensión medida, la frecuencia medida, el ángulo de fase medido, así como el estado de servicio medido como un bloque de parámetros de operación y combina el correspondiente parámetro de operación con un sello de tiempo, que indica cuándo se ha captado el correspondiente parámetro de operación en la dimensión de tiempo correspondiente al tiempo global. Además puede presentar la unidad de control 211 una interfaz de usuario, mediante la cual el operador de

65

la central de generación 200 y/o de la red eléctrica 100 puede descargarse y visualizar los parámetros de operación captados, así como memorizados.

- 5 La unidad de cálculo 212 recibe el parámetro de operación captado, así como el correspondiente sello de tiempo de la unidad de control 211. La unidad de cálculo 212 procesa los parámetros de operación como elementos de contenido, tal como se describirá posteriormente en detalle. Los elementos de contenido se memorizan en la unidad de memoria 213 o a elección se retransmiten a través de la unidad de comunicación 214 al equipo de banco de datos central 110 de la red eléctrica 100.
- 10 La figura 3 muestra un diagrama de flujo de un procedimiento 300 para operar una red, como por ejemplo la red eléctrica 100 mostrada en las figuras 1 y 2.
- 15 En una primera etapa 301 se acopla cada equipo de nodo $A_1 - A_{13}$ de la red eléctrica 100 con otro equipo de nodo $A_1 - A_{13}$ de la red eléctrica 100 con ayuda del correspondiente equipo de arista $B_1 - B_{14}$.
- En una siguiente etapa 302 se fija un tiempo global de la red eléctrica 100 para todos los equipos de nodo y equipos de arista $A_1 - A_{13}$, $B_1 - B_{14}$ de la red eléctrica 100. En particular el tiempo global está apoyado por satélite o bien basado en un sistema GPS.
- 20 En la siguiente etapa 303 se captan y registran tanto los equipos de nodo $A_1 - A_{13}$ como también los equipos de arista $B_1 - B_{14}$ de la red eléctrica 100.
- 25 En la siguiente etapa 304 se asigna a cada par de nodos $n_p - n_q$, es decir, de una combinación de dos equipos de nodo n_p y n_q de la red eléctrica 100, un elemento de dirección (n_p, n_q) . El elemento de dirección (n_p, n_q) se dota de dos índices p, q , señalando cada uno de los dos índices p, q un respectivo equipo de nodo del par de nodos. Por ejemplo el par de nodos $n_p = A_1$ y $n_q = A_{13}$, tal como se muestra en la figura 1, es una combinación de los equipos de nodo A_1 y A_{13} , a la que está asignado el elemento de dirección (n_p, n_q) .
- 30 En una siguiente etapa 305 se asigna un elemento de contenido a cada elemento de dirección (n_p, n_q) . El elemento de contenido indica si existe o no un acoplamiento entre los equipos de nodo del par de nodos. El valor del elemento de contenido puede ser por ejemplo binario. El elemento de contenido puede representarse gráficamente en función de los equipos de nodo, cuyo acoplamiento es el contenido del elemento de contenido. De ello resulta una tabla bidimensional o una matriz, que reproduce una topología de la red, en particular de la red eléctrica 100. La tabla bidimensional se denomina por ejemplo nivel de topología.
- 35 La figura 4 muestra una vista esquemática de un nivel de topología 400, que muestra acoplamientos de equipos de nodo $A_1 - A_{13}$ de la red eléctrica 100 de la figura 1.
- 40 El nivel de topología 400 se indica en forma de una tabla bidimensional 400. En la dirección x y la dirección y se inscriben los correspondientes índices p, q , que están asociados a un respectivo equipo de nodo $A_1 - A_{13}$ de la red eléctrica 100, del correspondiente elemento de dirección. Las celdas rellenas de la tabla 400 indican que los correspondientes equipos de nodo $A_1 - A_{13}$ de la red eléctrica 100 están acoplados entre sí con ayuda de la correspondiente línea eléctrica $B_1 - B_{14}$ como equipo de arista.
- 45 La tabla 400 muestra así una topología de la red eléctrica 100. Las inscripciones, que corresponden a los elementos de contenido en la tabla 400, pueden ser binarias y presentar por ejemplo un valor de 0 ó 1. Por ejemplo tiene el elemento de contenido de la celda (A_7, A_{13}) el valor 1 e indica que los equipos de nodo A_7, A_{13} están acoplados entre sí. Es decir, un equipo de arista se encuentra entre los equipos de nodo A_7, A_{13} . La inscripciones en la tabla 400 pueden tener un valor de más bits (por ejemplo un valor de 8, 16, 32 ó 64 bits), para señalar una clase de acoplamiento. Las inscripciones pueden además ser asimétricas respecto a una diagonal de la tabla, en particular del nivel de topología y mostrar una dependencia de dirección de los acoplamientos entre los equipos de nodo $A_1 - A_{13}$. Entonces puede indicar por ejemplo el primer índice de la correspondiente inscripción un equipo de nodo inicial, mientras que el segundo índice indica el elemento de contenido de un equipo de nodo de destino.
- 50 En otra etapa más 306 se registran varios parámetros de operación para al menos un par de nodos n_p, n_q elegido o para un equipo de nodo $A_1 - A_{13}$ elegido. En particular se miden los parámetros de operación en los equipos de arista $B_1 - B_{14}$, es decir, entre dos equipos de nodo $A_1 - A_{13}$ acoplados, con ayuda de un dispositivo sensor, tal como se muestra en la figura 2. Por ejemplo capta el dispositivo sensor 222 una frecuencia de la corriente de alimentación como parámetro de operación.
- 60 El elemento de dirección asignado se inscribe en una etapa 307 en un equipo de banco de datos 110. El elemento de contenido se memoriza en una etapa 308 en función del elemento de dirección en el equipo de banco de datos 110. Los parámetros de operación se memorizan en otra etapa adicional 309 como otros elementos de contenido en función del correspondiente elemento de dirección.
- 65

Los elementos de dirección memorizados, así como los elementos de contenido, pueden estar archivados en una estructura de banco de datos multidimensional. La figura 5 muestra una vista esquemática de una estructura de banco de datos 510 - 530 multidimensional.

5

Los parámetros de operación registrados en los equipos de arista o de nodo se memorizan en una estructura de banco de datos 510 - 530 multidimensional como elementos de contenido en un equipo de banco de datos de la correspondiente red. Un bloque de equipos de nodo $n_1 - n_i$ corresponde tanto a una primera dimensión como también a una segunda dimensión de la estructura de banco de datos 510 - 530 multidimensional. Una tercera dimensión de la estructura de banco de datos 510 - 530 multidimensional resulta debido a los diversos tipos de parámetros de operación $m_1 - m_j$. Los tipos de parámetros de operación $m_1 - m_j$ incluyen por ejemplo una tensión, una frecuencia, un ángulo de fase y un estado de servicio de los equipos de nodo $n_1 - n_i$ de una red eléctrica. Una cuarta dimensión de la estructura de banco de datos 510 - 530 multidimensional viene dada por el tiempo global t , que está representado por un eje 501. Un tensor y por lo tanto una estructura de banco de datos tensorial se constituye mediante al menos tres dimensiones independientes linealmente entre sí. La estructura de banco de datos 510 - 530 multidimensional está constituida como una estructura de banco de datos tensorial. Los tensores 510 - 530 significan entonces la estructura de banco de datos tensorial en distintos instantes t , t_1 y t_2 . Para cada instante existe un tensor 510 - 530 con los parámetros de operación.

10

15

20

El nivel de topología 511, que indica una topología de la red, constituye un nivel en la estructura de banco de datos 510 - 530 multidimensional. Con preferencia es el nivel de topología 511 un primer nivel del correspondiente tensor 510 - 530, tal como se muestra en la figura 5. El nivel de topología 511 muestra si están acoplados entre sí los equipos de nodo $n_1 - n_i$ y cómo. Por ejemplo puede estar constituido el nivel de topología 511 según la tabla bidimensional 400, tal como se indica en la figura 4.

25

Los parámetros de operación captados se asocian en cada caso a un par de nodos, es decir, a un par de dos equipos de nodo $n_1 - n_i$ que están acoplados o pueden acoplarse entre sí. Cuando dos equipos de nodo n_1 y n_2 están acoplados entre sí, se realiza una inscripción correspondiente (por ejemplo "1") en las celdas n_{12} y n_{21} en el nivel de topología 511. Un primer tipo de parámetro de operación m_1 representa por ejemplo una tensión. La tensión captada entre los equipos de nodo n_1 y n_2 se inscribe en las celdas $m_{1,12}$ y $m_{1,21}$ en el nivel m_1 . Con preferencia están dispuestas las celdas $m_{1,12}$ y n_{12} del nivel de topología 511 correspondientemente y se encuentran en paralelo a las inscripciones en el nivel de topología 511 respecto a la tercera dimensión $m_1 - m_j$.

30

35

Otros elementos de contenido de los tipos de parámetros de operación $m_2 - m_j$ se inscriben correspondientemente en la estructura de banco de datos tensorial. En total se realiza la inscripción de los parámetros de operación en la estructura de banco de datos 510 - 530 tensorial en función de acoplamientos de los equipos de nodo $n_1 - n_i$ entre sí. Cuando no existe acoplamiento entre dos equipos de nodo $n_1 - n_i$ no se realiza inscripción alguna de los parámetros de operación $m_1 - m_j$. Por ello no es necesario llenar por completo las celdas de la estructura de banco de datos 510 - 530 tensorial. De esta manera puede aprovecharse mejor una capacidad de memoria de la estructura de banco de datos tensorial. Entonces se asocia el sello de tiempo global al correspondiente elemento de contenido y se memoriza con el mismo.

40

45

La figura 6 muestra una representación para describir una variante de la captación y memorización de elementos de contenido en una estructura de banco de datos tensorial 600.

Las flechas 601 - 605 simbolizan en cada caso la memorización de parámetros de operación que se captan en el correspondiente equipo de nodo $n_1 - n_5$ en el instante t_x en el tiempo global, como elementos de contenido en la estructura de banco de datos 600.

50

Cada uno de los equipos de nodo $n_1 - n_5$ está acoplado con al menos otro equipo de nodo de los equipos de nodo $n_1 - n_5$ con ayuda de un respectivo equipo de arista $k_{11} - k_{45}$. Por ejemplo acopla el equipo de arista k_{12} los equipos de nodo n_1, n_2 entre sí.

55

En la figura 6 se ha suprimido la segunda dimensión de la estructura de banco de datos tensorial 600 de la figura 5 para una representación tridimensional. Los equipos de nodo $n_1 - n_5$ captan un bloque de diversos parámetros de operación $m_1 - m_4$ en función del tiempo t . En el instante t_x se procesan los parámetros de operación $m_1 - m_4$ de los correspondientes equipos de nodo $n_1 - n_5$ para la inscripción en la estructura de banco de datos tensorial 601.

60

Los parámetros de operación $m_1 - m_4$, que se captan en el equipo de nodo n_1 en el instante t_x son parámetros de operación que se refieren al acoplamiento entre los equipos de nodo n_2 y n_3 . Lo correspondiente es válido para los parámetros de operación $m_1 - m_4$ captados en el equipo de nodo n_2 , procedentes del acoplamiento $n_1 - n_3$ entre los equipos de nodo $n_1 - n_3$. Los parámetros de operación $m_1 - m_4$ captados en el equipo de nodo n_3 se refieren a los acoplamientos k_{13}, k_{23}, k_{35} .

65

- 5 Los parámetros de operación $m_1 - m_4$ captados en el equipo de nodo n_5 se refieren a los acoplamientos k_{35} , k_{45} . El equipo de nodo n_4 está acoplado solamente con el equipo de nodo n_5 . Los parámetros de operación $m_1 - m_4$ captados en el equipo de nodo n_4 se refieren al acoplamiento k_{45} .
- 10 Los parámetros de operación $m_1 - m_4$ captados en el instante t_x en los equipos de nodo $n_1 - n_5$ bien se procesan localmente en los correspondientes equipos de nodo $n_1 - n_5$ o bien centralmente en elementos de contenido para la inscripción en la estructura de banco de datos tensorial 600. Para este fin se realizan un análisis y una abstracción de los parámetros de operación captados.
- 15 En particular se realiza una elaboración previa, una evaluación previa y un análisis previo de los parámetros de operación localmente mediante el correspondiente equipo de nodo $n_1 - n_5$. De esta manera puede reducirse una cantidad de datos de los elementos de contenido para la estructura de banco de datos tensorial 600. Entonces pueden utilizarse además una capacidad de cálculo local de los equipos de nodo $n_1 - n_5$.
- 20 En la estructura de banco de datos tensorial 600 se memorizan los elementos de contenido en función de acoplamientos de los equipos de nodo $n_1 - n_5$ entre sí, de los tipos de parámetros de operación y del tiempo. Los elementos de contenido de la estructura de banco de datos tensorial 601 pueden actualizarse continuamente, periódicamente y/o cuando tiene lugar una variación de los parámetros de operación.
- 25 Los parámetros de operación $m_1 - m_4$ captados pueden visualizarse localmente en cada uno de los equipos de nodo $n_1 - n_5$ y centralmente en un equipo de banco de datos con la estructura de banco de datos tensorial 601.
- 30 La figura 7 y la figura 8 muestran en cada caso la elaboración previa de datos en los equipos de nodo. La figura 7 muestra para ello una primera forma de ejecución 710 y la figura 8 una segunda forma de ejecución 720 de un procedimiento para la elaboración previa de parámetros de operación en elementos de contenido para una estructura de banco de datos tensorial.
- 35 La figura 7 muestra los equipos de nodo $n_1 - n_3$ que captan en cada caso un bloque de parámetros de operación $M'_1 - M'_3$. Los parámetros de operación captados en los equipos de nodo $n_1 - n_3$ son independientes entre sí y en algunos casos no adecuados para la memorización en la estructura de banco de datos tensorial. Por ello, tal como se muestra mediante la correspondiente flecha, tiene lugar una elaboración previa de los parámetros de operación captados en elementos de contenido $m_1 - m_4$ en la estructura de banco de datos tensorial. Entonces es $M_i = m_1 - m_4$.
- 40 En la figura 8 se elaboran previamente los parámetros de operación $M'_1 - M'_3$ captados en elementos de contenido $m_1 - m_4$ de la estructura de banco de datos tensorial, estando archivados los elementos de contenido $m_1 - m_4$ distribuidos localmente en equipos de nodo $n_1 - n_3$ acoplados entre sí. Se puede hablar de una memoria distribuida.
- 45 En determinadas formas de ejecución se utilizan procedimientos RDD (Resilient Distributed Datasets) conocidos para distribuir y memorizar eficientemente parámetros de operación. Puede pensarse también en memorizar tensores parciales, tal como los que se representan en la figura 5, distribuidos en la red.
- 50 La figura 9 muestra una representación de un nivel 800 de una estructura de banco de datos tensorial, como por ejemplo al operar la red eléctrica 100 de la figura 1.
- 55 Cada celda del nivel 800 corresponde a un acoplamiento de dos equipos de nodo de una red eléctrica, que están listados sobre un eje horizontal y un eje vertical. Un coloreado en cada una de las celdas corresponde a una correlación de un parámetro de operación específico, captado en los dos equipos de nodo a los que se refiere la celda correspondiente. Por ejemplo un coloreado fuerte significa una buena correlación de una frecuencia captada en los correspondientes equipos de nodo. La correlación puede entonces determinarse a partir de una función de correlación, una diferencia, un cociente y/o una combinación de los mismos.
- 60 La estructura de banco de datos tensorial posibilita una representación gráfica de un estado de servicio de la red en base a parámetros de operación de los equipos de nodo de la misma. Para ello está dotada por ejemplo una red de automatización de un dispositivo de visualización, que emite tales representaciones "heatmap" (mapa de calor) del estado de servicio de la red, tal como se muestra en la figura 9. De esta manera se facilita la operación y control, así como el análisis de faltas a posteriori y similares.
- 65 Cuando se presenta un evento reaccionan los parámetros de operación captados en los equipos de nodo en función de la distancia al evento de forma diferente. Las reacciones de los parámetros de operación se propagan a través de acoplamientos de equipos de nodo y pueden detectarse igualmente en los equipos

de nodo acoplados. Con ayuda del nivel 800 puede visualizarse una tal reacción en un panorama general. Así puede localizarse y analizarse el evento rápida y eficientemente.

- 5 Aún cuando la presente invención se ha descrito en base a ejemplos de ejecución, puede modificarse la misma de manera diversa. En particular pueden utilizarse la red 100, así como el procedimiento descrito, en otras redes con equipos de nodo y de arista. En particular puede ser la red 100 una instalación fabril, una red de suministro o una red logística. Los equipos de nodo de una red pueden ser aparatos de campo y/o puntos de medida. El concepto acoplamiento se refiere a la función de un equipo de arista.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Procedimiento para operar una red con varios equipos de nodo, que incluye:
 10 acoplamiento (301) de cada equipo de nodo ($A_1 - A_{13}$) con al menos otro equipo de nodo ($A_1 - A_{13}$)
 con ayuda de un equipo de arista ($B_1 - B_{14}$) correspondiente;
 fijación (302) de un tiempo global (t) para todos los equipos de nodo ($A_1 - A_{13}$) y equipos de arista ($B_1 - B_{14}$);
 15 registro (303) de los equipos de nodo ($A_1 - A_{13}$);
 registro (303) de los equipos de arista ($B_1 - B_{14}$);
 asignación (304) de un elemento de dirección (n_p, n_q) a cada par de nodos $n_p - n_q$ compuesto por dos
 equipos de nodo ($A_1 - A_{13}$) que pueden acoplarse entre sí con ayuda de un equipo de arista ($B_1 - B_{14}$);
 20 memorización (307) de los elementos de dirección (n_p, n_q);
 asignación (305) de un elemento de contenido ($M_1 - M_3$) a cada elemento de dirección (n_p, n_q),
 indicando el elemento de contenido la existencia o no existencia de un equipo de arista ($B_1 - B_{14}$)
 entre el par de nodos ($n_p - n_q$) al que está asignado el elemento de dirección (n_p, n_q);
 memorización (308) del elemento de contenido en función del correspondiente elemento de dirección
 (n_p, n_q), al que había sido asignado el elemento de contenido ($M_1 - M_3$);
 25 captación (306) de al menos un parámetro de operación ($m_1 - m_j$) para al menos un par de nodos
 ($n_p - n_q$) elegido o un equipo de nodo ($A_1 - A_{13}$) elegido y
 memorización (309) del parámetro de operación ($m_1 - m_j$), de los que al menos hay uno, como
 elemento de contenido ($M_1 - M_3$) adicional en función del correspondiente elemento de dirección ($n_p,$
 n_q), que había sido asignado al par de nodos ($n_p - n_q$) elegido o al equipo de nodo ($A_1 - A_{13}$) elegido;
 en el que al registrar (303) los equipos de arista ($B_1 - B_{14}$) y al registrar (306) el parámetro de
 operación ($m_1 - m_j$), de los que al menos hay uno, se registra a la vez un instante de tiempo global
 (t_x) correspondiente y se memoriza a la vez el correspondiente instante de tiempo global (t_x) al
 memorizar el elemento de contenido ($M_1 - M_3$) y/o el elemento de contenido ($M_1 - M_3$) adicional,
 30 **caracterizado porque** se realiza la memorización (307 - 309) del elemento de dirección (n_p, n_q), del
 elemento de contenido ($M'_1 - M'_3$) y del elemento de contenido ($M_1 - M_3$) adicional, de los que al
 menos hay uno, en un equipo de banco de datos (110) con una estructura de banco de datos tensorial
 (510).
- 35 2. Procedimiento según la reivindicación 1,
 en el que al menos una parte de los equipos de nodo ($A_1 - A_{13}$) o equipos de arista ($B_1 - B_{14}$)
 proporciona el parámetro de operación ($m_1 - m_j$), de los que al menos hay uno y el correspondiente
 instante del tiempo global según la estructura de banco de datos tensorial (510).
- 40 3. Procedimiento según una de las reivindicaciones precedentes,
que incluye además:
 el registro de un bloque de diversos parámetros de operación ($m_1 - m_j$) y
 la memorización de los diversos parámetros de operación como elementos de contenido adicionales
 ($M_1 - M_3$) en función del correspondiente elemento de dirección (n_p, n_q) al que están asignados los
 45 otros elementos de contenido ($M_1 - M_3$).
4. Procedimiento según una de las reivindicaciones precedentes,
 en el que el parámetro de operación ($m_1 - m_j$), de los que al menos hay uno, caracteriza un flujo de
 50 tráfico, un flujo de corriente, un flujo de material, un flujo de energía, un consumo de potencia y/o una
 vía de suministro.
5. Procedimiento según una de las reivindicaciones precedentes,
 en el que la captación del instante de tiempo global (t_x) se realiza con ayuda de satélites, en particular
 55 de un sistema GPS.
6. Procedimiento según una de las reivindicaciones precedentes,
 en el que al menos una parte de los equipos de nodo ($A_1 - A_{13}$) y/o equipos de arista ($B_1 - B_{14}$) mide
 y/o memoriza el parámetro de operación ($m_1 - m_j$), de los que al menos hay uno, en función del
 60 elemento de dirección (n_p, n_q) asignado.
7. Procedimiento según una de las reivindicaciones precedentes,
que incluye además el control de al menos una parte de los equipos de nodo ($A_1 - A_{13}$) y/o equipos
 de arista ($B_1 - B_{14}$) en función de los elementos de contenido ($M_1 - M_3$) memorizados.
- 65 8. Procedimiento según la reivindicación 7,
 en el que el control se realiza mediante una parte, de las que al menos hay una, de los propios
 equipos de nodo ($A_1 - A_{13}$) y/o equipos de arista ($B_1 - B_{14}$).

- 5 9. Procedimiento según una de las reivindicaciones precedentes, en el que el acoplamiento de cada equipo de nodo ($A_1 - A_{13}$) con al menos otro equipo de nodo ($A_1 - A_{13}$) se realiza en función de los elementos de contenido ($M_1 - M_3$) memorizados.
- 10 10. Procedimiento según una de las reivindicaciones precedentes, **que** incluye además:
 la determinación de un valor de referencia para uno de los parámetros de operación ($m_1 - m_j$), de los que al menos hay uno;
 el cálculo de un parámetro de operación ($m_1 - m_j$) relativo en función del parámetro de operación ($m_1 - m_j$) registrado y del correspondiente valor de referencia y
 la memorización del parámetro de operación relativo ($m_1 - m_j$) en función del elemento de dirección (n_p, n_q) al que está asignado el parámetro de operación ($m_1 - m_j$) registrado.
- 15 11. Red (100) con varios equipos de nodo ($A_1 - A_{13}$) que es adecuada para ejecutar el procedimiento según una de las reivindicaciones precedentes.
- 20 12. Red según la reivindicación 11, siendo la red adecuada para un transporte o una transmisión de recursos, material, corriente, energía y/o tráfico.
- 25 13. Red según la reivindicación 11 ó 12, **que** incluye:
 un equipo de banco de datos (110) para memorizar elementos de dirección (n_p, n_q) y al menos un parámetro de operación ($m_1 - m_j$) de pares de nodos ($n_p- n_q$) de dos equipos de nodo ($A_1 - A_{13}$) que pueden acoplarse entre sí con ayuda del respectivo equipo de arista ($B_1 - B_{14}$) y
 una unidad de cálculo (212) para asignar los elementos de contenido ($M_1 - M_3$) al correspondiente elemento de dirección (n_p, n_q) y para descargar el elemento de dirección (n_p, n_q) o los elementos de contenido ($M_1 - M_3$).
- 30 14. Red según la reivindicación 12 ó 13, **que** incluye además:
 una interfaz de usuario para mostrar el elemento de dirección (n_p, n_q) memorizado y el elemento de contenido ($M_1 - M_3$) memorizado para un operador de la red.
- 35

FIG 1

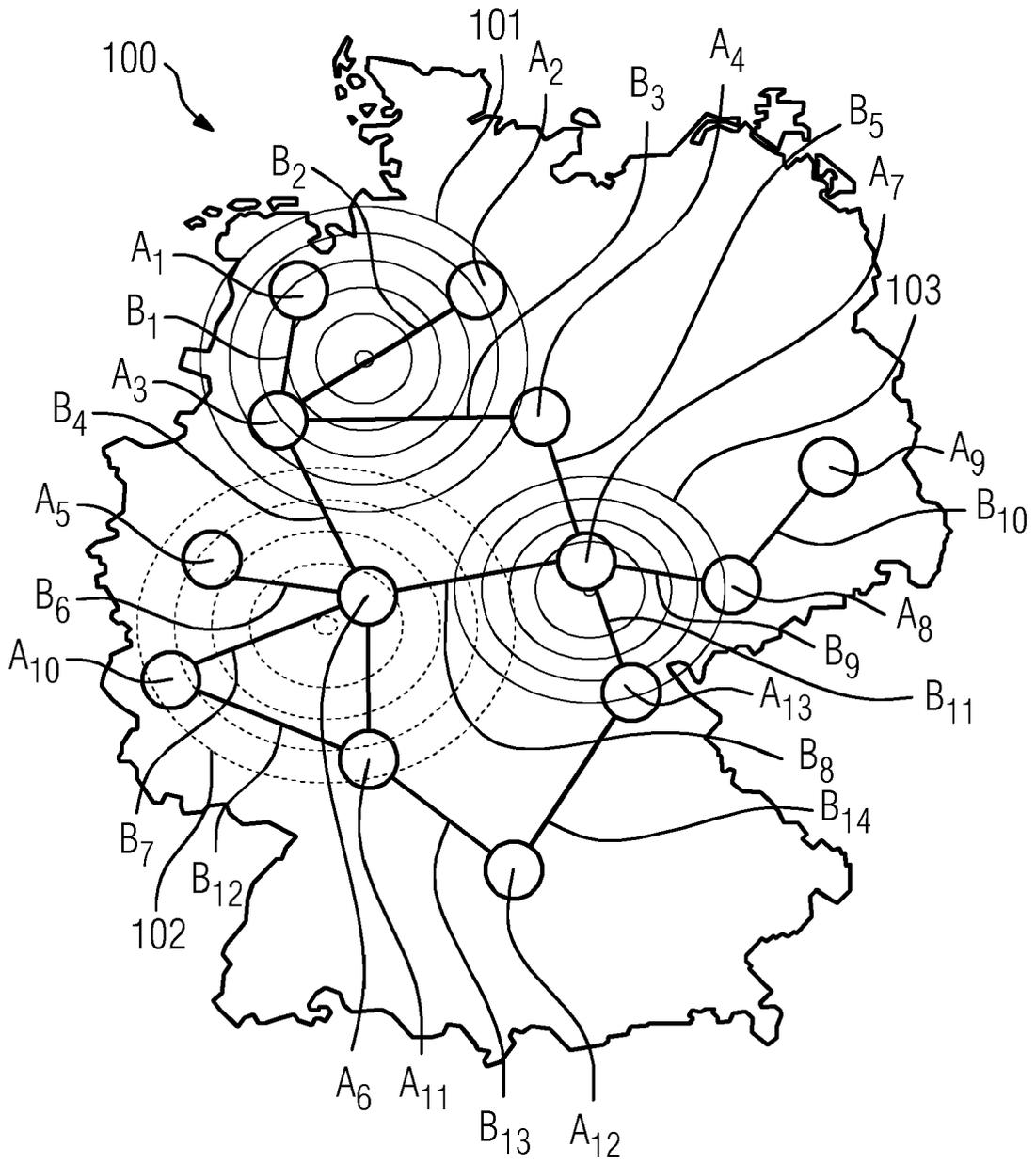


FIG 2

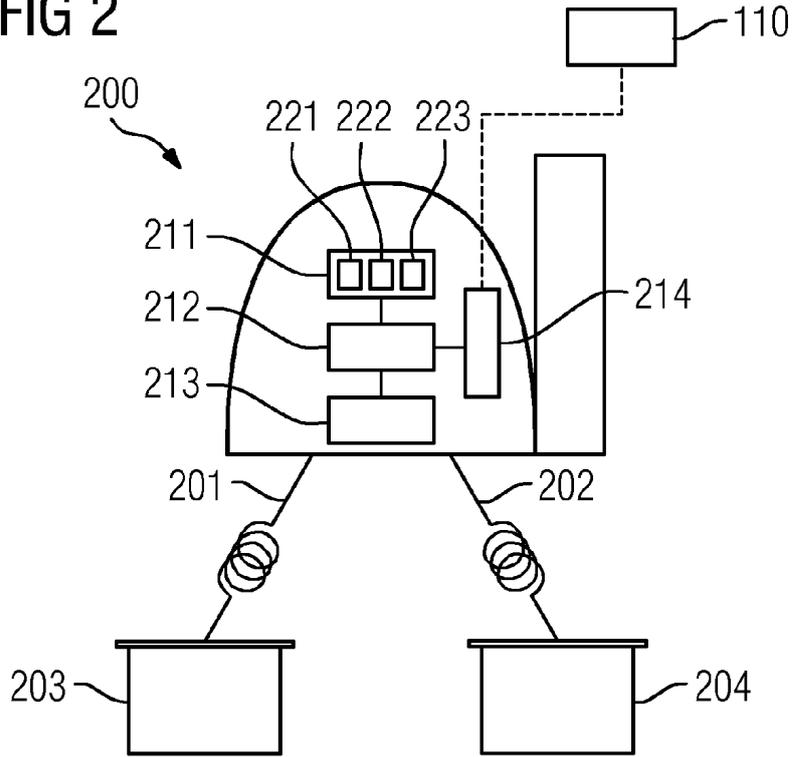


FIG 3

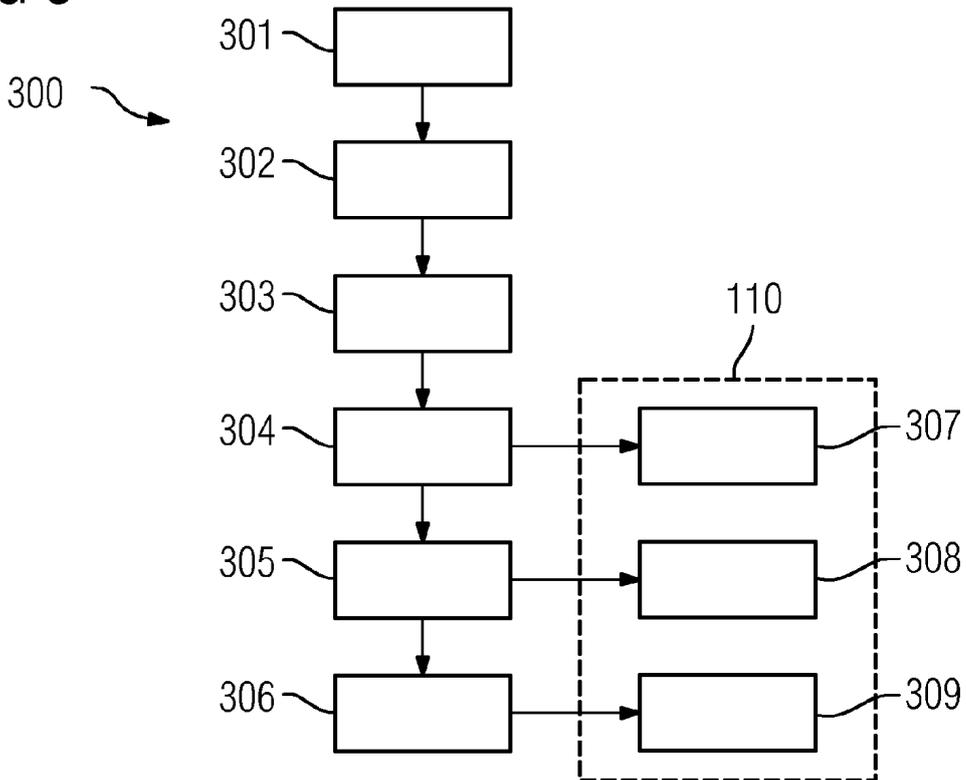


FIG 4

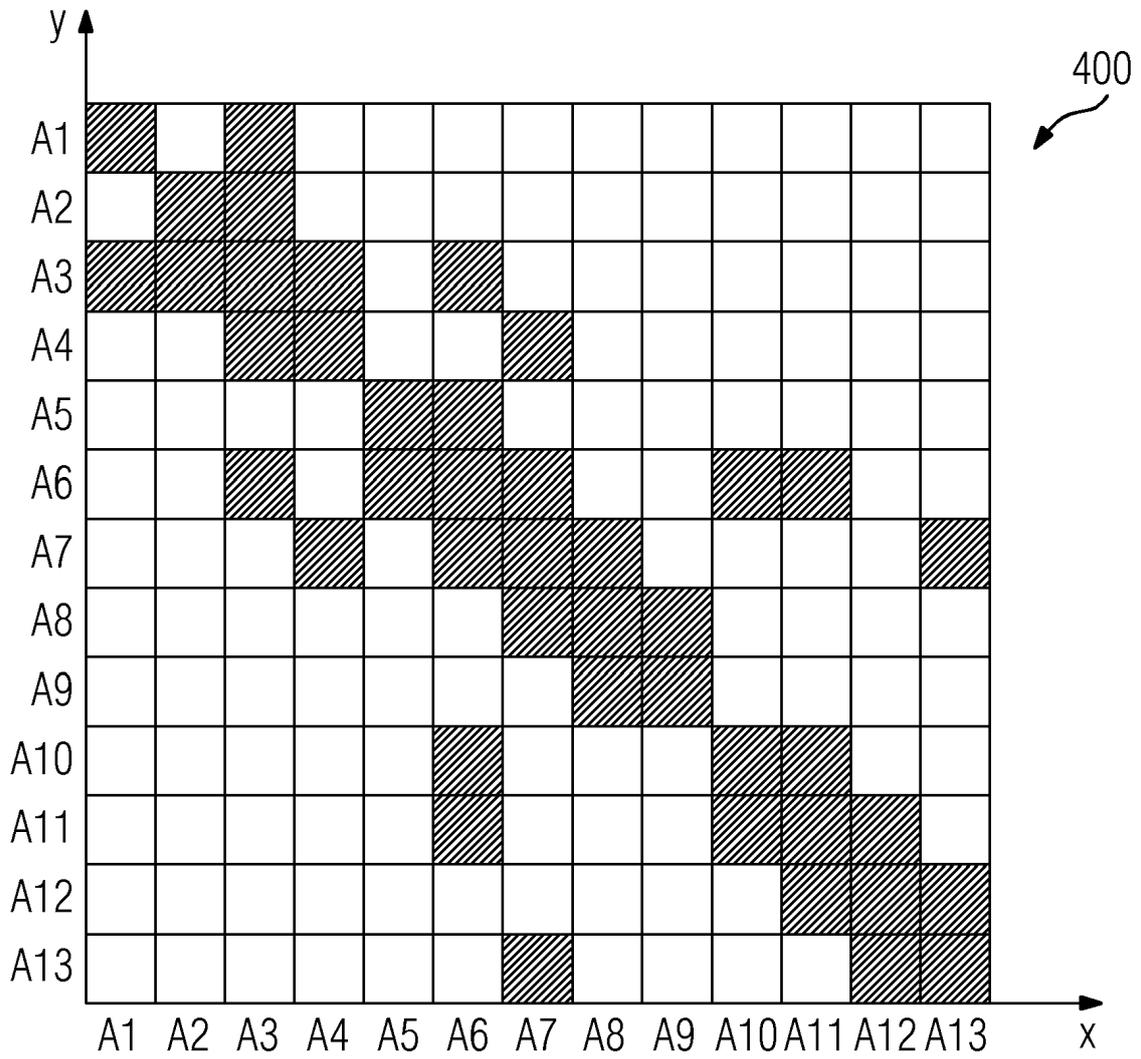


FIG 5

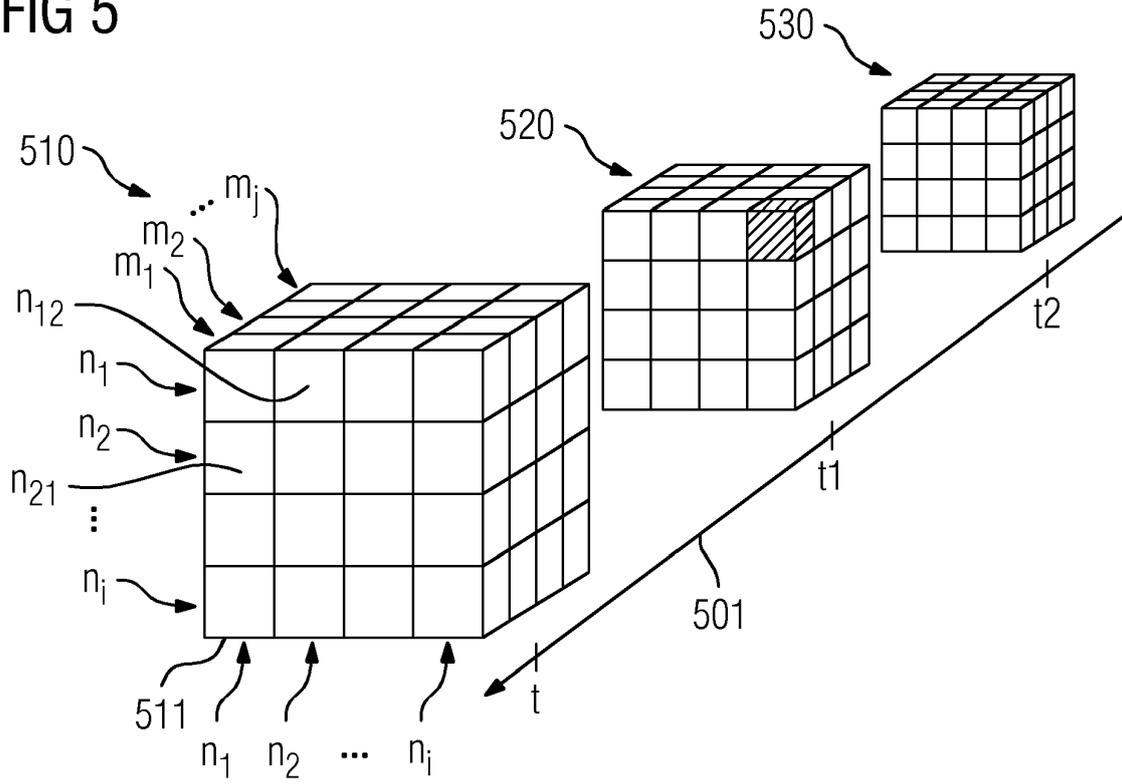


FIG 7

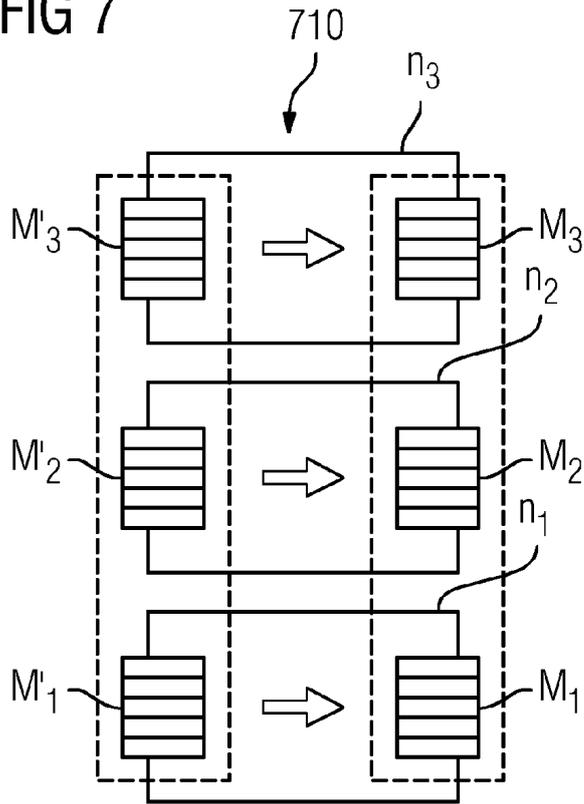


FIG 8

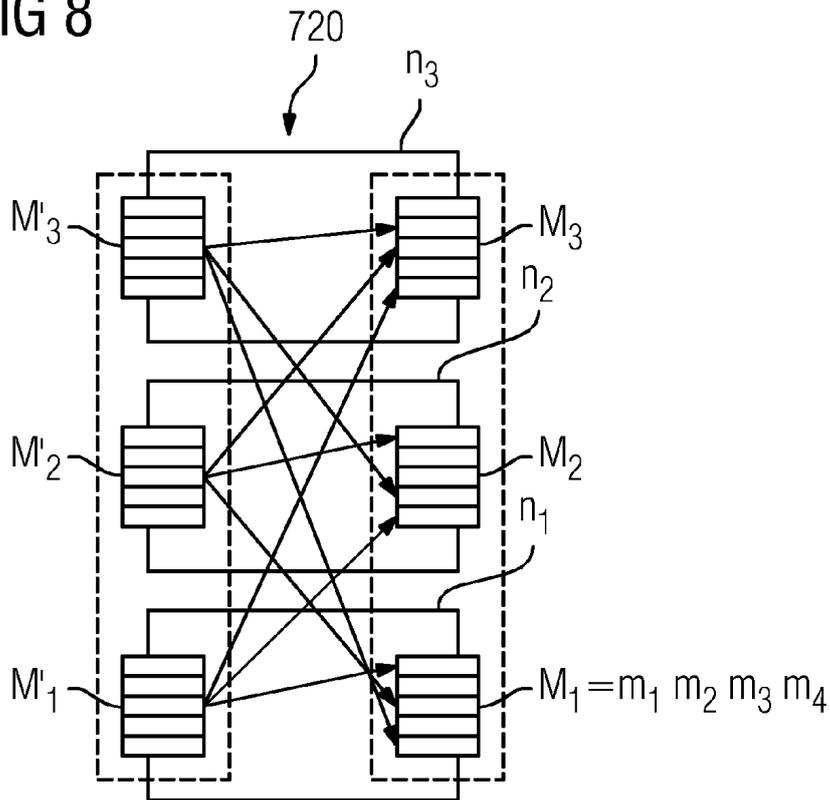


FIG 9

