

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 984 189**

51 Int. Cl.:

**H04L 41/14** (2012.01)

**H04W 16/22** (2009.01)

**H04W 24/06** (2009.01)

**H04W 24/08** (2009.01)

12

## TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **31.10.2019** **PCT/EP2019/079901**

87 Fecha y número de publicación internacional: **07.05.2020** **WO20089426**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **31.10.2019** **E 19794583 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **10.07.2024** **EP 3874685**

54 Título: **Procedimiento, sistema y nodo para una simulación del comportamiento y/o el rendimiento de un sistema de internet de las cosas (IoT)**

30 Prioridad:

**02.11.2018 EP 18204168**

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

**29.10.2024**

73 Titular/es:

**DEUTSCHE TELEKOM AG (100.0%)**  
**Friedrich-Ebert-Allee 140**  
**53113 Bonn, DE**

72 Inventor/es:

**RODRIGUEZ, MIGUEL y**  
**LEPPICH, MARCO**

74 Agente/Representante:

**ISERN JARA, Jorge**

ES 2 984 189 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

Procedimiento, sistema y nodo para una simulación del comportamiento y/o el rendimiento de un sistema de internet de las cosas (IoT)

- 5 Antecedentes
- 10 La presente invención se refiere a un procedimiento para una simulación, especialmente una simulación realista, del comportamiento y/o el rendimiento de un sistema de internet de las cosas y/o para determinar al menos un indicador de rendimiento de un sistema de internet de las cosas simulado, utilizando un entorno de simulación de internet de las cosas, el sistema de internet de las cosas simulado que comprende al menos una pluralidad de dispositivos de comunicaciones de internet de las cosas simulados en una red de comunicaciones que proporciona cobertura de radio en un área geográfica predeterminada.
- 15 Además, la presente invención se refiere a un sistema para una simulación, especialmente una simulación realista, del comportamiento y/o el rendimiento de un sistema de internet de las cosas y/o para determinar al menos un indicador de rendimiento de un sistema de internet de las cosas simulado, utilizando un entorno de simulación de internet de las cosas, el sistema de internet de las cosas simulado que comprende al menos una pluralidad de dispositivos de comunicaciones de internet de las cosas simulados en una red de comunicaciones que proporciona cobertura de radio en un área geográfica predeterminada.
- 20 Además, la presente invención se refiere a un nodo de simulación de un entorno de simulación de internet de las cosas o de un sistema para una simulación, especialmente una simulación realista, del comportamiento y/o el rendimiento de un sistema de internet de las cosas y/o para determinar al menos un indicador de rendimiento de un sistema de internet de las cosas simulado, utilizando un entorno de simulación de internet de las cosas, el sistema simulado de internet de las cosas que comprende al menos una pluralidad de dispositivos de comunicaciones simulados de internet de las cosas en una red de comunicaciones que proporciona cobertura de radio en un área geográfica predeterminada.
- 25 Además, la presente invención se refiere a un programa que comprende un código de programa legible por ordenador, y a un medio legible por ordenador que contiene instrucciones que, al ejecutarse, ayudan a llevar a cabo un procedimiento inventivo.
- 30 La comunicación de internet de las cosas (IoT) y/o máquina a máquina (M2M) se refiere a sistemas que típicamente comprenden una pluralidad de dispositivos o dispositivos de comunicaciones, conocidos como dispositivos de internet de las cosas o dispositivos de comunicaciones de internet de las cosas, que generalmente tienen conectividad de red que permite a los dispositivos de internet de las cosas recopilar, transmitir, recibir y/o intercambiar datos sobre activos gestionados. Los datos pueden ser utilizados ya sea en una entidad central o (al menos en lo que respecta a los dispositivos de comunicaciones de Internet de las cosas, que a menudo están geográficamente dispersos) en un nodo de servidor centralizado, o transmitidos desde dicha entidad centralizada o nodo de servidor hacia dispositivos clientes, como parte de un servicio o servicio de comunicación (servicio de Internet de las cosas) asociado al sistema de Internet de las cosas. A menudo, los dispositivos de Internet de las cosas solo están asociados opcionalmente con un usuario, y en su lugar típicamente representan un objeto físico y/o monitorean su comportamiento, como por ejemplo utilizando sensores y electrónica integrados.
- 35 Al configurar o diseñar un sistema de internet de las cosas que comprende al menos una pluralidad de dispositivos de comunicaciones de internet de las cosas en una red de comunicaciones (generalmente existente) que proporciona cobertura de radio en un área geográfica predeterminada, típicamente existen una gran cantidad de diferentes posibilidades de implementación. Esto se debe a la posibilidad de utilizar, para configurar realmente el sistema de internet de las cosas, muchas cientos, si no miles, de diferentes alternativas de hardware posibles con respecto, típicamente, a cada módulo o componente de los dispositivos de comunicaciones de internet de las cosas, como, por ejemplo, los tipos de sensores, actuadores, unidades de microcontroladores, conjuntos de chips, módulos de comunicaciones, unidades de batería o sus configuraciones, y unidades de energía. Esta amplia selección, típicamente a nivel de cada uno de estos componentes de hardware, crea un número aún mayor de posibilidades diferentes o combinaciones diferentes de cómo implementar un sistema de internet de las cosas, y, por lo tanto, la necesidad de invertir sustancialmente en el proceso de diseño y el proceso para definir una configuración de los dispositivos de comunicaciones de internet de las cosas que sea viable en la práctica, es decir, en un entorno de la vida real.
- 40 45 50 55 60 En el contexto general de la simulación de sistemas IoT, WO 2018/128598 A1 describe un entorno de prueba de IoT para detectar errores operativos y/o errores de salida, como conflictos de parámetros o uso de sensores o actuadores incorrectos. El documento US 2017/364612 A1 describe un entorno para simular la transmisión de mensajes desde dispositivos de IoT a un servidor en la nube.

## Sumario

Un objeto de la presente invención es proporcionar un procedimiento, un sistema para una simulación, especialmente una simulación realista, y un nodo de simulación, del comportamiento y/o el rendimiento de un sistema de internet de las cosas y/o determinar al menos un indicador de rendimiento de un sistema de internet de las cosas simulado; en el que mediante la simulación, especialmente la simulación realista, de al menos un aspecto o aspectos del sistema de internet de las cosas, o de sus dispositivos de comunicaciones de internet de las cosas, el proceso de diseño y/o el proceso para definir una configuración de los dispositivos de comunicaciones de internet de las cosas que sea técnicamente viable puede realizarse de manera más rápida y requiriendo menos recursos. Además, los objetos de la presente invención se relacionan con un programa que comprende un código de programa legible por ordenador, y con un medio legible por ordenador que contiene instrucciones que, al ejecutarse, ayudan a llevar a cabo un procedimiento inventivo.

El objeto de la presente invención se logra mediante un procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1.

De acuerdo con la presente invención, es ventajosamente posible definir fácilmente un sistema de internet de las cosas, que comprende dispositivos de comunicaciones simulados de internet de las cosas en una red de comunicaciones específica, y derivar, a partir de la simulación realista, un comportamiento realista y/o rendimiento del sistema de internet de las cosas simulado y/o al menos un indicador de rendimiento realista del sistema de internet de las cosas simulado. Por lo tanto, de acuerdo con la presente invención, es posible ventajosamente obtener de manera muy rápida y realista una estimación del comportamiento y/o del rendimiento del sistema simulado de internet de las cosas y/o de al menos un indicador de rendimiento realista, y, como consecuencia, poder modificar de manera comparativamente fácil y rápida la configuración del sistema (como, modificando características de componentes de hardware del sistema de internet de las cosas y/o servicios de comunicación de internet de las cosas) para optimizar el comportamiento estimado (es decir, simulado de manera realista) y/o el rendimiento del sistema simulado de internet de las cosas y/o los indicadores de rendimiento estimados. Un indicador de rendimiento especialmente importante se refiere a la vida útil estimada de la batería de los dispositivos de comunicaciones de internet de las cosas del sistema simulado de internet de las cosas.

De acuerdo con la presente invención, el comportamiento y/o el rendimiento del sistema simulado de internet de las cosas se simulan utilizando un entorno de simulación de internet de las cosas, que típicamente comprende una pluralidad de nodos de simulación. El entorno de simulación especialmente comprende o tiene acceso a una base de datos, que comprende especialmente una multitud de datos relevantes para evaluar y estimar el comportamiento y/o el rendimiento de dispositivos de comunicaciones de Internet de las cosas individuales de acuerdo con diferentes configuraciones. El sistema simulado de internet de las cosas comprende al menos una pluralidad de dispositivos de comunicaciones simulados de internet de las cosas, y la simulación asume que estos dispositivos de comunicaciones de internet de las cosas están ubicados en el área de cobertura de una red de comunicaciones. Es especialmente ventajoso de acuerdo con la presente invención que no solo se pueda asumir el uso de una red de comunicaciones arbitraria (o genérica) (que proporciona cobertura de radio en un área geográfica predeterminada) sino que también se pueda asumir el uso de una red de comunicaciones específica (ya existente) (que proporciona igualmente cobertura de radio en un área geográfica predeterminada de manera específica) como la red de comunicaciones anfitriona para los dispositivos de comunicaciones simulados de internet de las cosas del sistema simulado de internet de las cosas.

Normalmente en un sistema de internet de las cosas, mediante la transmisión de datos de carga de internet de las cosas desde los dispositivos de comunicaciones de internet de las cosas, respectivamente, a la red de comunicaciones y/o desde la red de comunicaciones a los dispositivos de comunicaciones de internet de las cosas, respectivamente, el sistema de internet de las cosas es capaz de proporcionar un servicio de internet de las cosas (es decir, al menos un servicio de internet de las cosas). Asimismo, de acuerdo con la presente invención, el entorno de simulación de internet de las cosas simula el sistema de internet de las cosas (que comprende los dispositivos de comunicaciones de internet de las cosas) y es capaz de simular y/o proporcionar un servicio de internet de las cosas (es decir, al menos un servicio de internet de las cosas). En el contexto de la presente invención, y en esta descripción, los términos sistema simulado de internet de las cosas y sistema de internet de las cosas (así como los términos dispositivo(s) de comunicación simulado(s) de internet de las cosas y dispositivo(s) de comunicación de internet de las cosas) se utilizan de manera más o menos sinónima; es evidente que el entorno de simulación, mientras simula un sistema (simulado) de internet de las cosas, comprende (solo) una representación (en el sentido de una estructura de datos, no físicamente incorporada) de un - potencial, realizado en el futuro, o existente - sistema real de internet de las cosas que está siendo simulado por o en el entorno de simulación y/o por o en su respectivo nodo de simulación.

Los datos utilizados para esta simulación (es decir, para que esta simulación sea una simulación realista) en relación con el comportamiento y/o el rendimiento y/o el indicador de rendimiento, especialmente en lo que respecta a la vida útil esperada de la batería o al consumo de energía (fuente) de los componentes del sistema, son datos simulados o datos de medición del mundo real (es decir, obtenidos mediante mediciones utilizando objetos físicos) o ambos, datos simulados y datos de medición del mundo real de una multitud de diferentes componentes de sistemas (hardware) utilizados en sistemas de internet de las cosas, especialmente componentes de dispositivos de comunicaciones de internet de las cosas. Por lo tanto, de acuerdo con la presente invención, el procedimiento comprende un paso preparatorio (primer paso) durante el cual, para al menos un tipo específico de una pluralidad de

diferentes tipos de dispositivos de comunicaciones de internet de las cosas, se determina y/o simula el comportamiento de dicho tipo específico de dispositivos de comunicaciones de internet de las cosas, y se almacenan los datos de rendimiento correspondientes en la base de datos del entorno de simulación de internet de las cosas.

5 En un segundo paso, posterior al primer paso, el sistema simulado de internet de las cosas se selecciona o determina mediante la selección de al menos un tipo específico de dispositivos de comunicaciones de internet de las cosas de entre la pluralidad de diferentes tipos de dispositivos de comunicaciones de internet de las cosas, y mediante la selección tanto de al menos un tipo específico de una pluralidad de diferentes posibilidades de acceso a la red de comunicaciones, como de al menos un tipo específico de una pluralidad de diferentes perfiles de comunicación. Por lo tanto, durante el segundo paso, se define la configuración del sistema de internet de las cosas que se va a simular.

10 En un tercer paso, posterior o al menos parcialmente durante el segundo paso, y con respecto al sistema de internet de las cosas seleccionado o determinado en el segundo paso, se simula de manera realista al menos parte del comportamiento y/o el rendimiento y/o se determina al menos un indicador de rendimiento, por el entorno de simulación de internet de las cosas, utilizando los datos de rendimiento almacenados en la base de datos del entorno de simulación de internet de las cosas. Es ventajosamente posible de acuerdo con la presente invención que el tercer paso proporcione estimaciones realistas para el comportamiento y/o el rendimiento del sistema simulado de internet de las cosas definido en el segundo paso y/o sus indicadores de rendimiento. Normalmente, estas estimaciones luego conducen, potencialmente, a la necesidad de modificar la configuración del sistema de internet de las cosas (es decir, llevando a cabo, después de haber realizado inicialmente el segundo paso, el segundo paso una vez más (iteración adicional de este), seleccionando así al menos un tipo específico de dispositivos de comunicaciones de internet de las cosas (típicamente un tipo específico adicional (diferente) de dispositivos de comunicaciones de internet de las cosas en comparación con el tipo específico de dispositivos de comunicaciones de internet de las cosas seleccionados en la primera iteración del segundo paso) de la pluralidad de diferentes tipos de dispositivos de comunicaciones de internet de las cosas), y llevar a cabo también el tercer paso una vez más (iteración adicional de este), lo que generalmente conduce a evaluaciones o estimaciones adicionales (es decir, diferentes) para el comportamiento y/o el rendimiento del sistema simulado de internet de las cosas definido en el segundo paso iterado y/o sus indicadores de rendimiento.

De acuerdo con la presente invención, además se prefiere que diferentes tipos de dispositivos de comunicaciones de internet de las cosas sean dispositivos de comunicaciones de internet de las cosas que tienen:

- 35 -- diferentes tipos de sensores y/o de actuadores y/o de unidades de microcontrolador y/o de conjuntos de chips y/o de módulos de comunicaciones y/o
- diferentes tipos de unidades de batería o configuraciones de estas y/o
- diferentes tipos de unidades de potencia de hardware.

40 Por lo tanto, es ventajosamente posible proporcionar una multitud de diferentes tipos de dispositivos de comunicaciones de internet de las cosas que podrían ser potencialmente simulados, es decir, utilizados en sistemas de internet de las cosas configurados de acuerdo con la presente invención.

45 De acuerdo con una modalidad adicional preferida de la presente invención, el comportamiento del tipo específico de dispositivos de comunicaciones de internet de las cosas, y el rendimiento y/o el indicador de rendimiento del sistema simulado de internet de las cosas, se determina y/o se simula teniendo en cuenta al menos uno de los siguientes:

- diferentes niveles de calidad de cobertura de radio en un área geográfica predeterminada donde se encuentra al menos una parte de los dispositivos de comunicaciones simulados de Internet de las cosas,
- 50 -- diferentes partes o segmentos de la red de comunicaciones y/o diferentes tecnologías de acceso proporcionadas por la red de comunicaciones,
- diferentes posibilidades de acceso a la red,
- diferentes perfiles de comunicación, especialmente en lo que respecta a diferentes patrones de transmisión de carga útil y/o diferentes protocolos utilizados y/o diferentes características de ahorro de energía,
- 55 -- la cobertura real de la red de comunicaciones en el área geográfica predeterminada,
- diferentes industrias verticales de aplicaciones o servicios de internet de las cosas que tienen perfiles de aplicación típicos, especialmente en lo que respecta a los requisitos de movilidad, requisitos de frecuencia de comunicación (es decir, los requisitos relacionados con la frecuencia del intercambio de datos de carga útil de internet de las cosas), requisitos de latencia y/o requisitos de seguridad
- 60 -- diferentes reglas con respecto a la comunicación de dispositivos de internet de las cosas con la red de comunicaciones y/o con respecto a la capacidad de comunicarse.

Por lo tanto, es ventajosamente posible de acuerdo con la presente invención proporcionar valores generales realistas con respecto al comportamiento y/o el rendimiento del sistema simulado de internet de las cosas y/o sus indicadores de rendimiento, es decir, se determinan y/o simulan el comportamiento y/o el rendimiento y/o los indicadores de rendimiento de diferentes componentes de hardware posibles (especialmente de dispositivos de

comunicaciones de internet de las cosas) para una multitud de situaciones diferentes, como diferentes niveles de calidad de cobertura de radio y/o para diferentes tecnologías de acceso proporcionadas por una red de comunicaciones específica y/o diferentes posibilidades de acceso.

Además, es ventajosamente posible de acuerdo con la presente invención que se verifique el cumplimiento de las reglas con respecto a soluciones viables en la configuración de sistemas de Internet de las cosas. Ejemplos de tales reglas son, por ejemplo, relacionadas con características de ahorro de energía, especialmente características de ahorro de energía de 3GPP, que pueden integrarse o realizarse dentro del sistema de internet de las cosas.

De acuerdo con la presente invención, el comportamiento y/o el rendimiento del sistema de internet de las cosas seleccionado o determinado corresponde a al menos uno de los siguientes:

- la vida útil esperada de la batería de los dispositivos de comunicaciones de internet de las cosas del sistema simulado de internet de las cosas, especialmente en función del nivel de cobertura real que están experimentando dichos dispositivos de comunicaciones de internet de las cosas,
- la fuente de consumo de energía de la batería dentro del dispositivo de comunicaciones de Internet de las cosas, y/o su porcentaje con respecto al consumo total de energía de la batería,
- el total de datos de carga útil de enlace ascendente y/o enlace descendente generados, y su idoneidad para ser transmitidos hacia y/o desde la red de comunicaciones.

Por lo tanto, de acuerdo con la presente invención, es posible proporcionar de manera ventajosa estimaciones precisas sobre la vida útil de la batería de los dispositivos de comunicaciones de internet de las cosas del sistema simulado de internet de las cosas.

De acuerdo con la presente invención, además se prefiere que, en un cuarto paso, posterior o al menos parcialmente durante el segundo y/o tercer paso, se muestre una interfaz gráfica de usuario, en el que la interfaz gráfica de usuario mostrada proporciona opciones de optimización para al menos un tipo específico de dispositivos de comunicaciones de internet de las cosas y/o para el tipo específico de posibilidades de acceso a la red y/o para el tipo específico de diferentes perfiles de comunicación.

De acuerdo con la presente invención, es posible de manera ventajosa modificar de forma flexible y relativamente fácil la configuración del sistema simulado de internet de las cosas, y así llevar a cabo repetidamente el segundo y tercer paso para optimizar la configuración del sistema simulado de internet de las cosas.

La presente invención también se refiere a un sistema para una simulación realista del comportamiento y/o el rendimiento de un sistema de internet de las cosas y/o para determinar al menos un indicador de rendimiento de un sistema de internet de las cosas simulado, utilizando un entorno de simulación de internet de las cosas,

el sistema simulado de internet de las cosas que comprende al menos una pluralidad de dispositivos de comunicaciones simulados de internet de las cosas en una red de comunicaciones que proporciona cobertura de radio en un área geográfica predeterminada, y - mediante la transmisión de datos de carga útil de internet de las cosas desde los dispositivos de comunicaciones de internet de las cosas, respectivamente, a la red de comunicaciones y/o desde la red de comunicaciones a los dispositivos de comunicaciones de internet de las cosas, respectivamente - el sistema de internet de las cosas proporciona un servicio simulado de internet de las cosas,

el sistema está configurado de manera que:

- para al menos un tipo específico de una pluralidad de diferentes tipos de dispositivos de comunicaciones de internet de las cosas, se determina y/o simula el comportamiento del tipo específico de dispositivos de comunicaciones de internet de las cosas, y se almacenan los datos de rendimiento correspondientes en una base de datos del entorno de simulación de internet de las cosas,
- el sistema simulado de internet de las cosas se selecciona o determina mediante la configuración de al menos un tipo específico de dispositivos de comunicaciones de internet de las cosas de la pluralidad de diferentes tipos de dispositivos de comunicaciones de internet de las cosas, y mediante la selección tanto de al menos un tipo específico de una pluralidad de diferentes posibilidades de acceso a la red, como de al menos un tipo específico de una pluralidad de diferentes perfiles de comunicación,
- en relación con el sistema de internet de las cosas seleccionado o determinado, al menos parte del comportamiento y/o el rendimiento se simula de manera realista y/o se determina al menos un indicador de rendimiento, por el entorno de simulación de internet de las cosas, utilizando los datos de rendimiento almacenados en la base de datos del entorno de simulación de internet de las cosas.

La presente invención además se relaciona con un sistema de acuerdo con la reivindicación 6.

Por lo tanto, se proporciona un sistema (o entorno de simulación de internet de las cosas) para realizar la simulación realista del comportamiento y/o el rendimiento del sistema de internet de las cosas y/o para determinar al menos un indicador de rendimiento del sistema de internet de las cosas simulado de acuerdo con la presente invención.

La presente invención también se refiere a un nodo de simulación de acuerdo con la reivindicación 7.

Además, la presente invención se refiere a un programa de acuerdo con la reivindicación 8 y a un medio legible por ordenador de acuerdo con la reivindicación 9.

Estas y otras características, características y ventajas de la presente invención se harán evidentes a partir de la siguiente descripción detallada, tomada junto con las figuras adjuntas, que ilustran, a modo de ejemplo, los principios de la invención. La descripción se proporciona únicamente a modo de ejemplo, sin limitar el alcance de la invención. Las figuras de referencia citadas a continuación hacen referencia a los dibujos adjuntos.

#### Breve descripción de las figuras

La Figura 1 ilustra esquemáticamente un sistema de internet de las cosas que comprende una red de comunicaciones, así como una pluralidad de dispositivos de comunicaciones de internet de las cosas.

La Figura 2 ilustra esquemáticamente un entorno de simulación de internet de las cosas o un sistema para una simulación realista del comportamiento y/o el rendimiento de un sistema de internet de las cosas y/o para determinar al menos un indicador de rendimiento de un sistema de internet de las cosas simulado.

#### Descripción detallada

La presente invención se describirá con respecto a modalidades particulares y con referencia a ciertas figuras, pero la invención no se limita a ello, sino solo por las reivindicaciones. Las figuras descritas son solo esquemáticas y no son limitantes. En las figuras, el tamaño de algunos de los elementos puede estar exagerado y no estar dibujado a escala con fines ilustrativos.

Donde se utiliza un artículo indefinido o definido al referirse a un sustantivo singular, por ejemplo, "un", "una", "el/la", esto incluye un plural de ese sustantivo a menos que se especifique algo diferente.

De acuerdo con la presente invención, se proporciona un procedimiento mejorado para una simulación realista del comportamiento y/o el rendimiento de un sistema de internet de las cosas y/o para determinar al menos un indicador de rendimiento de un sistema de internet de las cosas simulado, utilizando un entorno de simulación de internet de las cosas.

En la Figura 1, se muestra esquemáticamente un sistema de internet de las cosas (IoT) 200 (del mundo real o físico), que comprende una red de comunicaciones (física) 100, así como una pluralidad de dispositivos de comunicaciones de internet de las cosas (IoT) (del mundo real o físico) 20. La red de comunicaciones 100 es típicamente una red de comunicaciones celular 100, como una red móvil terrestre pública, y se representa esquemáticamente como que comprende una red de acceso 110 y una red central 130. A modo de ejemplo, se muestra una entidad de estación base 111 como parte de la red de acceso 110 de la red de comunicaciones 100. Además, se muestra esquemáticamente en la Figura 1 un área geográfica 120, esta área geográfica 120 puede entenderse como correspondiente a una celda de radio de la red de acceso de la red de comunicaciones 100, especialmente la celda de radio 120 que es atendida por la entidad de estación base 111, o, alternativamente, el área geográfica 120 puede entenderse como correspondiente al área geográfica total de cobertura de radio (que típicamente comprende una multitud de diferentes celdas de radio, a su vez atendidas por una multitud de diferentes entidades de estación base, no representadas en detalle en la Figura 1) de la red de comunicaciones 100. En cualquier caso, los dispositivos de comunicaciones de internet de las cosas 20 de un sistema de internet de las cosas del mundo real (o físico) 200 están "en" la red de comunicaciones 100 (o conectados a la red de comunicaciones 100), es decir, hay, al menos intermitentemente, un enlace de comunicación por radio operativo entre los dispositivos de comunicaciones de internet de las cosas 20 y la red de comunicaciones 100 (típicamente en forma de la red de acceso correspondiente 110, utilizando una entidad de estación base 111) para la transmisión de datos de carga de internet de las cosas desde los dispositivos de comunicaciones de internet de las cosas 20, respectivamente, a la red de comunicaciones 100 y/o desde la red de comunicaciones 100 a los dispositivos de comunicaciones de internet de las cosas 20, respectivamente.

De acuerdo con la presente invención, al menos aspectos (al menos una parte del comportamiento y/o el rendimiento y/o al menos una parte de los indicadores de rendimiento) de un sistema físico de internet de las cosas 200 se simula de manera realista utilizando un entorno de simulación de internet de las cosas, simulando un sistema de internet de las cosas simulado 200. En la Figura 2, se muestra esquemáticamente un entorno de simulación de internet de las cosas 500 (o un sistema 500 para una simulación realista del comportamiento y/o el rendimiento de un sistema de internet de las cosas y/o para determinar al menos uno de sus indicadores de rendimiento), que comprende un nodo de simulación 510 y una base de datos 550 que forma parte del entorno de simulación de internet de las cosas 500 (o del nodo de simulación 510) o que está asignada (o puede ser accedida por) el entorno de simulación de internet de las cosas 500 o el nodo de simulación 510.

La base de datos 550 del entorno de simulación de internet de las cosas 500 comprende datos simulados o datos de medición del mundo real (es decir, obtenidos mediante mediciones utilizando objetos físicos) o ambos tipos de datos, simulados y de medición del mundo real, de una multitud de diferentes componentes de sistemas (hardware) utilizados en sistemas de internet de las cosas 200, especialmente componentes de dispositivos de comunicaciones de internet de las cosas 20. Durante el primer paso de acuerdo con la presente invención (paso preparatorio), se determina y/o simula el comportamiento de cada uno de los tipos de dispositivos de comunicaciones de internet de las cosas 20, y se almacenan los datos de rendimiento correspondientes en la base de datos 550 del entorno de simulación de internet de las cosas 500.

En un sistema real de internet de las cosas 200, es posible utilizar muchos dispositivos de comunicaciones de internet de las cosas 20 diferentes, debido a la posibilidad de utilizar cientos, si no miles, de alternativas de hardware posibles con respecto, típicamente, a cada módulo o componente de los dispositivos de comunicaciones de internet de las cosas 20; una multitud de diferentes tipos 21, 22, 23 de dispositivos de comunicaciones de internet de las cosas 20 pueden ser utilizados en el sistema de internet de las cosas 200 para ser simulados. Por consiguiente, la base de datos 550 comprende datos de rendimiento correspondientes para cada uno de los diferentes tipos 21, 22, 23 de dispositivos de comunicaciones de internet de las cosas 20 que pueden ser simulados por el entorno de simulación de internet de las cosas 500. Esto significa que para cada configuración de hardware diferente de un dispositivo de comunicaciones de internet de las cosas 20 (es decir, para cada tipo diferente 21, 22, 23 de dispositivo de comunicaciones de internet de las cosas 20), la base de datos 550 comprende un conjunto de datos de simulación o rendimiento, representados en la Figura 2 mediante una representación de hoja diferente para cada uno de los tres tipos representados ejemplarmente 21, 22, 23 de dispositivo de comunicaciones de internet de las cosas 20.

Mediante el uso del contenido de la base de datos 550 del entorno de simulación de internet de las cosas 500, es posible, de acuerdo con la presente invención, simular de manera realista el comportamiento y/o el rendimiento del sistema de internet de las cosas (simulado) 200 y/o determinar al menos un indicador de rendimiento del sistema de internet de las cosas (simulado) 200. Después del paso preparatorio (primer paso), en el segundo paso, se selecciona (o se define o se determina) el sistema simulado de internet de las cosas 200 mediante la selección de al menos un tipo específico de dispositivos de comunicaciones de internet de las cosas 20 de entre la pluralidad de diferentes tipos 21, 22, 23 de dispositivos de comunicaciones de internet de las cosas 20, es decir, definiendo, en esencia, la configuración de hardware del dispositivo de internet de las cosas 20 a ser simulado.

De acuerdo con la presente invención, además de definir (o seleccionar o determinar) la configuración de hardware del dispositivo de internet de las cosas 20, también es necesario definir (o seleccionar o determinar), durante el segundo paso,

- al menos un tipo específico de una pluralidad de diferentes posibilidades de acceso a la red de comunicaciones (IoT de banda estrecha, LTE Categoría M1 (eMTC), LTE Categoría 1-5, GSM (2G/EGPRS), 5G, y
- al menos un tipo específico de una pluralidad de diferentes perfiles de comunicación (perfiles de comunicación centrados en enlace ascendente dominados por la comunicación iniciada por los dispositivos de Internet de las cosas 20, perfiles de comunicación centrados en enlace descendente dominados por la comunicación iniciada por la red de comunicaciones 100, así como la frecuencia del intercambio de datos de carga de Internet de las cosas entre los dispositivos de Internet de las cosas 20 y la red de comunicaciones 100, el volumen de datos de carga de Internet de las cosas utilizado, los protocolos utilizados o similares)

En el tercer paso, posterior o al menos parcialmente durante el segundo paso, y con respecto al sistema de internet de las cosas 200 seleccionado o determinado en el segundo paso, se simula de manera realista al menos parte del comportamiento y/o el rendimiento y/o se determina al menos un indicador de rendimiento, por el entorno de simulación de internet de las cosas 500, utilizando los datos de rendimiento almacenados en la base de datos 550 del entorno de simulación de internet de las cosas 500.

Los diferentes tipos 21, 22, 23 de dispositivos de comunicaciones de internet de las cosas 20 se definen por medio de sus diferentes componentes de hardware, es decir, típicamente diferentes tipos de sensores y/o actuadores y/o unidades de microcontrolador y/o chipsets y/o módulos de comunicaciones, además de diferentes tipos de unidades de batería o configuraciones de estas y/o diferentes tipos de unidades de alimentación de hardware. Normalmente, en una aplicación del mundo real o en un caso de uso de un dispositivo de comunicaciones de internet de las cosas que tiene una configuración específica de componentes de hardware, hay una interacción - en relación con el comportamiento y/o el rendimiento y/o los indicadores de rendimiento - entre los diferentes componentes de hardware que lleva a diferentes resultados, por ejemplo, en la fuente de consumo de energía de la batería y, por lo tanto, la vida útil esperada de la batería (u otros indicadores de rendimiento) del dispositivo de comunicaciones de internet de las cosas considerado (configuración de un). Por lo tanto, para cada una de esas diferentes configuraciones de hardware, los datos de rendimiento deben ser almacenados en la base de datos 550.

Sin embargo, no solo la configuración de hardware (de un dispositivo de comunicaciones de internet de las cosas considerado) podría influir en el comportamiento y/o el rendimiento y/o los indicadores de rendimiento del dispositivo

de comunicaciones de internet de las cosas, sino que también otros parámetros, especialmente los parámetros de uso podrían hacerlo. De acuerdo con la presente invención, por lo tanto, es especialmente preferible que el comportamiento y/o el rendimiento y/o el indicador de rendimiento del sistema de internet de las cosas 200 a ser simulado (es decir, seleccionado o determinado durante el segundo paso) sea determinado y/o simulado teniendo en cuenta al menos uno de los siguientes, pero preferiblemente teniendo en cuenta una pluralidad de los siguientes:

- diferentes niveles de calidad de cobertura de radio en un área geográfica predeterminada 120 donde se encuentra al menos una parte de los dispositivos de comunicaciones simulados de Internet de las cosas 20,
- diferentes partes o segmentos de la red de comunicaciones 100 y/o diferentes tecnologías de acceso proporcionadas por la red de comunicaciones 100,
- diferentes posibilidades de acceso a la red,
- diferentes perfiles de comunicación, especialmente en lo que respecta a diferentes patrones de transmisión de carga útil y/o diferentes protocolos utilizados (como, por ejemplo, NIDD (Entrega de Datos No-IP), MQTT-SN (Transporte de Telemetría de Colas de Mensajes para Redes de Sensores), MQTT (Transporte de Telemetría de Colas de Mensajes), TLS (Seguridad de la Capa de Transporte), DTLS (Seguridad de la Capa de Transporte de Datagramas), CoAP (Protocolo de Aplicación Restringida), el uso de HTTP TCP (Protocolo de Control de Transporte) o UDP (Protocolo de Datagramas de Usuario) de acuerdo con los protocolos IPv4 (versión 4 del protocolo de Internet) o IPv6 (versión 6 del protocolo de Internet), y/o diferentes funciones de ahorro de energía,
- la cobertura real de la red de comunicaciones 100 en el área geográfica predeterminada 120,
- diferentes industrias verticales de aplicaciones o servicios de internet de las cosas (como, por ejemplo, seguimiento de activos, monitoreo de condiciones, medidores, estacionamiento, iluminación de calles, gestión de residuos, agricultura, electrodomésticos, intercambio de objetos, medio ambiente, red inteligente, salud) que tienen perfiles de aplicación típicos, especialmente en lo que respecta a los requisitos de movilidad, frecuencia de comunicación, latencia y/o seguridad
- diferentes reglas con respecto a los patrones de comunicación y su frecuencia para los dispositivos de internet de las cosas 20 con la red de comunicaciones 100 y/o con respecto a la capacidad de comunicarse, especialmente en función de la industria vertical utilizada.

De acuerdo con la presente invención, es ventajosamente posible que se verifique el cumplimiento de las reglas con respecto a soluciones técnicamente viables en la configuración de sistemas de internet de las cosas. Ejemplos de tales reglas son, por ejemplo, relacionadas con características de ahorro de energía, especialmente características de ahorro de energía de 3GPP, que pueden integrarse o realizarse dentro del sistema de internet de las cosas. Ejemplos de tales características de ahorro de energía incluyen el TAU (Actualización de Área de Seguimiento) Largo Periódico, DRX Mejorado (Recepción Discontinuada), Modo de Ahorro de Energía y Asistencia de Liberación Temprana.

Por ejemplo, en una aplicación centrada en enlace ascendente (como, por ejemplo, estacionamiento inteligente, realizando un informe muy regular, o como, por ejemplo, informe climático por hora, realizando un informe regular, o como, por ejemplo, medición inteligente, realizando un informe irregular), el ahorro de energía de TAU periódico largo solo es beneficioso si el intervalo de informe es superior a 186 minutos, no se debe utilizar DRX mejorado, y el Modo de Ahorro de Energía, así como la Asistencia de Liberación Temprana, son posibles de ser utilizados.

Además, en una aplicación centrada en enlace descendente que realiza un informe muy regular (como, por ejemplo, control de acceso), el ahorro de energía de TAU periódico largo solo es beneficioso si el intervalo de informe es superior a 186 minutos, y no se deben utilizar DRX mejorado, Modo de Ahorro de Energía ni Asistencia de Liberación Temprana; en una aplicación centrada en enlace descendente que realiza un informe regular (como, por ejemplo, actuador de ventilación), el ahorro de energía de TAU periódico largo solo es beneficioso si el intervalo de informe es superior a 186 minutos, y se pueden utilizar DRX mejorado y Asistencia de Liberación Temprana, mientras que no se debe utilizar el Modo de Ahorro de Energía; y en una aplicación centrada en enlace descendente que realiza un informe irregular (como, por ejemplo, actuador de riego), el ahorro de energía de TAU periódico largo solo es beneficioso si el intervalo de informe es superior a 186 minutos, y se pueden utilizar DRX mejorado, Modo de Ahorro de Energía y Asistencia de Liberación Temprana.



## REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para una simulación del comportamiento y/o el rendimiento de un sistema de internet de las cosas

(200), utilizando un entorno de simulación de internet de las cosas (500), el sistema simulado de internet de las cosas (200) que comprende al menos una pluralidad de dispositivos de comunicaciones simulados de internet de las cosas (20) en una red de comunicaciones (100) que proporciona cobertura de radio en un área geográfica predeterminada (120), y - mediante la transmisión de datos de carga útil de internet de las cosas entre los dispositivos de comunicaciones de internet de las cosas (20), respectivamente, y la red de comunicaciones (100) - el sistema de internet de las cosas (200) proporciona un servicio simulado de internet de las cosas, en el que el procedimiento se caracteriza por que comprende los siguientes pasos:

-- en un primer paso, para al menos un tipo específico de una pluralidad de diferentes tipos (21, 22, 23) de dispositivos de comunicaciones de internet de las cosas (20), se determina y/o simula el comportamiento del tipo específico de dispositivos de comunicaciones de internet de las cosas (20), y se almacenan los datos de rendimiento correspondientes en una base de datos (550) del entorno de simulación de internet de las cosas (500),

-- en un segundo paso, posterior al primer paso, el sistema simulado de internet de las cosas (200) se selecciona o determina mediante la selección de al menos un tipo específico de dispositivos de comunicaciones de internet de las cosas (20) de la pluralidad de diferentes tipos (21, 22, 23) de dispositivos de comunicaciones de internet de las cosas (20), y mediante la selección tanto de al menos un tipo específico de una pluralidad de diferentes posibilidades de acceso a la red de comunicaciones (100), como de al menos un tipo específico de una pluralidad de diferentes perfiles de comunicación,

-- en un tercer paso, posterior o al menos parcialmente durante el segundo paso, y con respecto al sistema de internet de las cosas (200) seleccionado o determinado en el segundo paso, se simula al menos parte del comportamiento y/o el rendimiento y se obtiene una estimación del comportamiento y/o el rendimiento, en el que la simulación se lleva a cabo, por el entorno de simulación de internet de las cosas (500), utilizando los datos de rendimiento almacenados en la base de datos (550) del entorno de simulación de internet de las cosas (500),

en el que el comportamiento y/o el rendimiento del sistema de internet de las cosas (200) seleccionado o determinado corresponde a al menos uno de los siguientes:

-- la vida útil esperada de la batería de los dispositivos de comunicaciones de internet de las cosas (20) del sistema simulado de internet de las cosas (200),

-- la fuente de consumo de energía de la batería dentro del dispositivo de comunicaciones de internet de las cosas (20), y/o su porcentaje con respecto al consumo total de energía de la batería,

-- la cantidad total de datos de carga útil de enlace ascendente y/o enlace descendente generados, y su idoneidad para ser transmitidos hacia y/o desde la red de comunicaciones (100).

2. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1, en el que diferentes tipos de dispositivos de comunicaciones de internet de las cosas (20) son dispositivos de comunicaciones de internet de las cosas que tienen:

-- diferentes tipos de sensores y/o de actuadores y/o de unidades de microcontrolador y/o de conjuntos de chips y/o de módulos de comunicaciones y/o

-- diferentes tipos de unidades de batería o configuraciones de estas y/o

-- diferentes tipos de unidades de potencia de hardware

3. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, en el que se determina y/o simula el comportamiento del tipo específico de dispositivos de comunicaciones de internet de las cosas (20) teniendo en cuenta al menos uno de los siguientes:

-- diferentes niveles de calidad de cobertura de radio en un área geográfica predeterminada (120) donde se encuentra al menos una parte de los dispositivos de comunicaciones simulados de Internet de las cosas (20),

-- diferentes partes o segmentos de la red de comunicaciones (100) y/o diferentes tecnologías de acceso proporcionadas por la red de comunicaciones (100),

-- diferentes posibilidades de acceso a la red,

-- diferentes perfiles de comunicación, especialmente perfiles de comunicación relacionados con diferentes patrones de transmisión de carga útil y/o diferentes protocolos utilizados y/o diferentes características de ahorro de energía,

- la cobertura de red actual de la red de comunicaciones (100) en el área geográfica predeterminada (120),
- diferentes industrias verticales de aplicaciones o servicios de internet de las cosas que tienen perfiles de aplicación típicos, especialmente perfiles de aplicación con respecto a los requisitos de movilidad, requisitos de frecuencia de comunicación, requisitos de latencia y/o requisitos de seguridad,
- diferentes reglas con respecto a la comunicación de dispositivos de internet de las cosas (20) con la red de comunicaciones (100) y/o con respecto a la capacidad de comunicarse.

4. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, en el que el comportamiento y/o el rendimiento del sistema de internet de las cosas (200) seleccionado o determinado corresponde a la vida útil esperada de la batería de los dispositivos de comunicaciones de internet de las cosas (20) del sistema de internet de las cosas simulado (200), en función del nivel de cobertura real que están experimentando dichos dispositivos de comunicaciones de internet de las cosas (20).

5. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, en el que, en un cuarto paso, posterior o al menos parcialmente durante el segundo y/o tercer paso, se muestra una interfaz gráfica de usuario, en el que la interfaz gráfica de usuario mostrada proporciona opciones de optimización para al menos un tipo específico de dispositivos de comunicaciones de internet de las cosas (20) y/o para el tipo específico de posibilidades de acceso a la red y/o para el tipo específico de diferentes perfiles de comunicación.

6. Sistema para una simulación del comportamiento y/o el rendimiento de un sistema de internet de las cosas (200), utilizando un entorno de simulación de internet de las cosas (500), comprendiendo el sistema de internet de las cosas simulado (200) al menos una pluralidad de dispositivos de comunicaciones de internet de las cosas simulados (20) en una red de comunicaciones (100) que proporciona cobertura de radio en un área geográfica predeterminada (120), y - mediante la transmisión de datos de carga útil de internet de las cosas entre los dispositivos de comunicaciones de internet de las cosas (20), respectivamente, y la red de comunicaciones (100) - el sistema de internet de las cosas (200) proporciona un servicio de internet de las cosas simulado, en el que el sistema está caracterizado porque está configurado de manera que:

- para al menos un tipo específico de una pluralidad de diferentes tipos (21, 22, 23) de dispositivos de comunicaciones de internet de las cosas (20), se determina y/o simula el comportamiento del tipo específico de dispositivos de comunicaciones de internet de las cosas (20), y se almacenan los datos de rendimiento correspondientes en una base de datos (550) del entorno de simulación de internet de las cosas (500),

- el sistema simulado de internet de las cosas (200) se selecciona o determina mediante la configuración de al menos un tipo específico de dispositivos de comunicaciones de internet de las cosas (20) de la pluralidad de diferentes tipos (21, 22, 23) de dispositivos de comunicaciones de internet de las cosas (20), y mediante la selección tanto de al menos un tipo específico de una pluralidad de diferentes posibilidades de acceso a la red, como de al menos un tipo específico de una pluralidad de diferentes perfiles de comunicación,

- en relación con el sistema de internet de las cosas (200) seleccionado o determinado, se simula al menos parte del comportamiento y/o el rendimiento y se obtiene una estimación del comportamiento y/o el rendimiento, en el que la simulación se lleva a cabo por el entorno de simulación de internet de las cosas (500), utilizando los datos de rendimiento almacenados en la base de datos (550) del entorno de simulación de internet de las cosas (500), en el que el comportamiento y/o el rendimiento del sistema de internet de las cosas (200) seleccionado o determinado corresponde a al menos uno de los siguientes:

- la vida útil esperada de la batería de los dispositivos de comunicaciones de internet de las cosas (20) del sistema simulado de internet de las cosas (200),
- la fuente de consumo de energía de la batería dentro del dispositivo de comunicaciones de internet de las cosas (20), y/o su porcentaje con respecto al consumo total de energía de la batería,
- la cantidad total de datos de carga útil de enlace ascendente y/o enlace descendente generados, y su idoneidad para ser transmitidos hacia y/o desde la red de comunicaciones (100).

7. Nodo de simulación (510) de un entorno de simulación de internet de las cosas (500) o de un sistema para la simulación del comportamiento y/o el rendimiento de un sistema de internet de las cosas (200), utilizando un entorno de simulación de internet de las cosas (500),

el sistema simulado de internet de las cosas (200) que comprende al menos una pluralidad de dispositivos de comunicaciones simulados de internet de las cosas (20) en una red de comunicaciones (100) que proporciona cobertura de radio en un área geográfica predeterminada (120), y - mediante la transmisión de datos de carga útil de internet de las cosas entre los dispositivos de comunicaciones de internet de las cosas (20), respectivamente, y la red de comunicaciones (100) - el sistema de internet de las cosas (200) proporciona un servicio simulado de internet de las cosas, en el que el nodo de simulación (510) está caracterizado porque está configurado de manera que:

- 5 -- para al menos un tipo específico de una pluralidad de diferentes tipos (21, 22, 23) de dispositivos de comunicaciones de internet de las cosas (20), se determina y/o simula el comportamiento del tipo específico de dispositivos de comunicaciones de internet de las cosas (20), y se almacenan los datos de rendimiento correspondientes en una base de datos (550) del entorno de simulación de internet de las cosas (500),
- 10 -- el sistema simulado de internet de las cosas (200) se selecciona o determina mediante la selección de al menos un tipo específico de dispositivos de comunicaciones de internet de las cosas (20) de la pluralidad de diferentes tipos (21, 22, 23) de dispositivos de comunicaciones de internet de las cosas (20), y mediante la selección tanto de al menos un tipo específico de una pluralidad de diferentes posibilidades de acceso a la red, como de al menos un tipo específico de una pluralidad de diferentes perfiles de comunicación,
- 15 -- en relación con el sistema de internet de las cosas (200) seleccionado o determinado, se simula al menos parte del comportamiento y/o el rendimiento y se obtiene una estimación del comportamiento y/o el rendimiento, en el que la simulación se lleva a cabo por el entorno de simulación de internet de las cosas (500), utilizando los datos de rendimiento almacenados en la base de datos (550) del entorno de simulación de internet de las cosas (500),
- 20 en el que el comportamiento y/o el rendimiento del sistema de internet de las cosas (200) seleccionado o determinado corresponde a al menos uno de los siguientes:
- 25 -- la vida útil esperada de la batería de los dispositivos de comunicaciones de internet de las cosas (20) del sistema simulado de internet de las cosas (200),
- la fuente de consumo de energía de la batería dentro del dispositivo de comunicaciones de internet de las cosas (20), y/o su porcentaje con respecto al consumo total de energía de la batería,
- 30 -- la cantidad total de datos de carga útil de enlace ascendente y/o enlace descendente generados, y su idoneidad para ser transmitidos hacia y/o desde la red de comunicaciones (100).
8. Programa que comprende un código de programa legible por ordenador que, cuando se ejecuta en un ordenador o en un entorno de simulación de internet de las cosas (500) o en un nodo de simulación (510) de un entorno de simulación de internet de las cosas (500), hace que el ordenador o el entorno de simulación de internet de las cosas (500) o el nodo de simulación (510) del entorno de simulación de internet de las cosas (500) realice un procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 5.
- 35 9. Medio legible por ordenador que comprende instrucciones que, cuando se ejecutan en un ordenador o en un entorno de simulación de internet de las cosas (500) o en un nodo de simulación (510) de un entorno de simulación de internet de las cosas (500), hace que el ordenador o el entorno de simulación de internet de las cosas (500) o el nodo de simulación (510) del entorno de simulación de internet de las cosas (500) realice un procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 5.

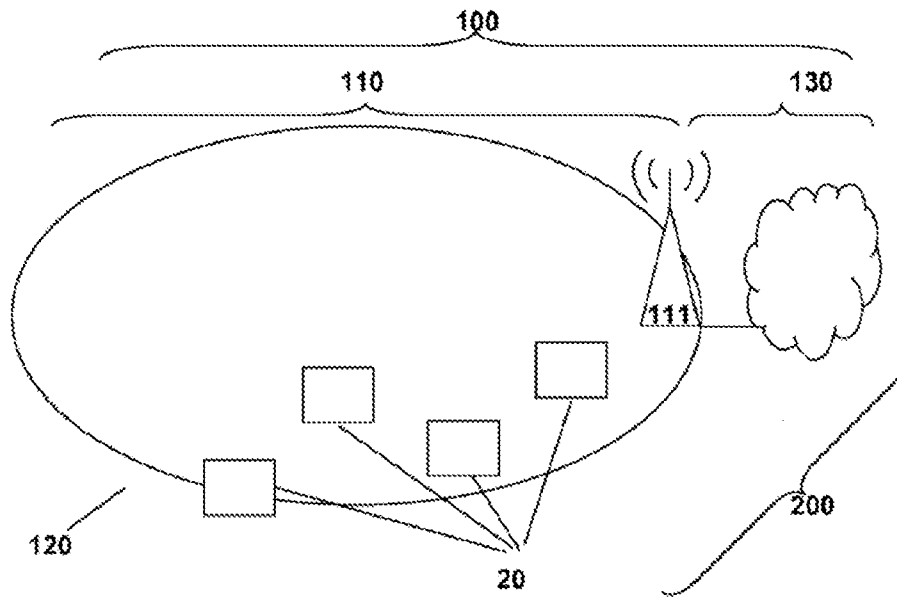


Figura 1

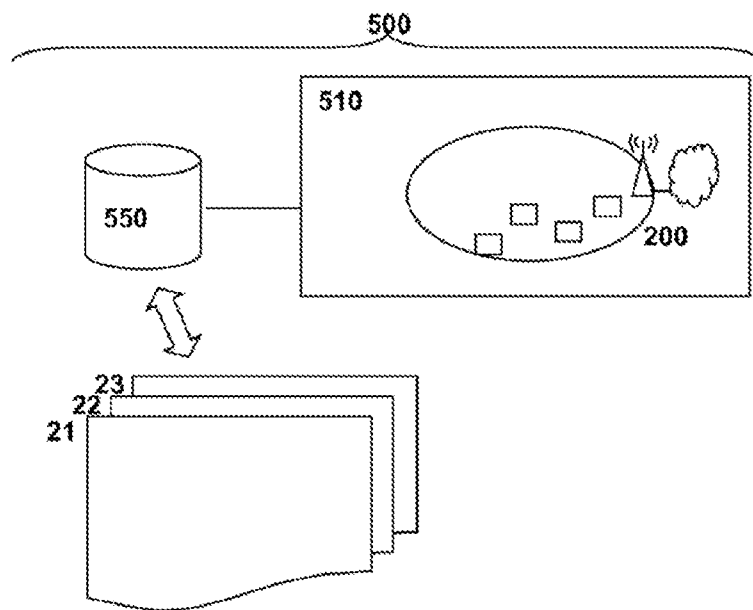


Figura 2