

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 989 055**

51 Int. Cl.:

H04L 43/0829 (2012.01)

H04L 43/0823 (2012.01)

H04L 41/0816 (2012.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **04.10.2018** **E 18198688 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **31.07.2024** **EP 3633392**

54 Título: **Concepto para el análisis de un sistema de radiocomunicación**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
25.11.2024

73 Titular/es:
**FRAUNHOFER-GESELLSCHAFT ZUR
FÖRDERUNG DER ANGEWANDTEN
FORSCHUNG E.V. (100.0%)
Hansastr. 27c
80686 München, DE**

72 Inventor/es:
**WETZKER, ULF;
FROTZSCHER, ANDREAS y
NEUHAUS, PRIYANKA**

74 Agente/Representante:
ARIZTI ACHA, Monica

ES 2 989 055 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

Concepto para el análisis de un sistema de radiocomunicación

5 La presente solicitud se refiere a conceptos de análisis de sistemas de radiocomunicación.

10 Los sistemas de radiocomunicación son omnipresentes en muchos ámbitos, como por ejemplo en la automatización industrial para la conexión desde el punto de vista de la técnica de datos de subsistemas móviles y desplazables a sistemas de nivel superior, en grandes espacios públicos como por ejemplo en estaciones de ferrocarril, aeropuertos, salas de exposiciones, hospitales y, sobre todo, en la vida cotidiana de los usuarios privados. Muchos de los sistemas de radio empleados usan bandas de frecuencia libres de licencia, como las bandas de frecuencia ISM (Industrial, Scientific and Medical Band) o las bandas de frecuencia UNII (Unlicensed National Information Infrastructure).

15 Sin embargo, la transmisión de datos por radio se ve influida por diversos factores perturbadores. Por ejemplo, por pérdidas de trayectoria, interferencias con otros nodos de radio o emisores perturbadores, efectos de sombreado, desvanecimiento rápido y lento (ingl.: fading) debido a la propagación por trayectorias múltiples y al movimiento del emisor, del receptor o de los objetos del entorno, así como a defectos de hardware o software en el nodo emisor o receptor.

20 Los solapamientos temporales y espaciales en el uso de una banda de frecuencias pueden conllevar un perjuicio considerable de las radiocomunicaciones. Esto ocurre sobre todo si el medio radioeléctrico no es coordinado por una instancia central. La distribución espacial de los usuarios de la red y las posibles fuentes de interferencia agravan este problema, ya que la señal emitida por un usuario de radio solo puede recibirse a una distancia espacial limitada. Esta característica da lugar al conocido "problema del nodo oculto" y al "problema del nodo expuesto". En este sentido, en función de la posición y de otros factores de influencia, como las características de radiación de la antena, la potencia de emisión o las propiedades de reflexión y atenuación del entorno, se producen situaciones en las que las influencias perturbadoras dentro de una red pueden variar mucho en función de la ubicación.

30 El ejemplo de la figura 1 muestra a modo de ejemplo en una representación esquemática cómo la posición y la potencia de emisión de tres nodos de radio pueden causar diferentes condiciones de interferencia en una red. En este sentido, el nodo AP se encuentra en el área de influencia del nodo de radio A y del nodo de radio B. Los nodos de radio A y B solo se encuentran en el área de influencia del nodo AP, pero respectivamente no en el área de influencia del otro nodo de radio.

35 Adicionalmente, en la recepción de un paquete emitido también influyen las interferencias específicas de cada aparato, por lo que también en redes de radio muy densas, se forman patrones de error muy individuales de los nodos individuales.

40 La movilidad de los usuarios de la red y de los objetos en su entorno, como personas y vehículos, en combinación con influencias ambientales, como por ejemplo cambios de temperatura y fluctuaciones de humedad del aire, hacen que la calidad de las radiocomunicaciones individuales dependa en gran medida del tiempo.

45 Debido a esta dependencia espacial, temporal y específica del aparato de las interferencias, no pueden hacerse afirmaciones sobre el estado y la fiabilidad de las redes de radio sobre la base de estimaciones realizadas durante la fase de planificación. La pluralidad y la dinámica de los factores de influencia descritos pueden dar lugar a desviaciones muy grandes entre el estado de la red pronosticado en la fase de planificación y el estado real de la red en el ciclo de vida.

50 En la actualidad, los componentes de radio no disponen de suficientes posibilidades para supervisar el estado de la red de radio, ya que sus recursos de hardware disponibles son muy limitados. En caso de fallos de transmisión, los componentes de radio no son capaces de identificar por su cuenta la causa de los fallos de transmisión e iniciar una reacción correctiva o informar al usuario.

55 Los sistemas de supervisión externos, que tienen los recursos de hardware necesarios, como observadores, a su vez no forman parte de la comunicación a analizar y tampoco deberían influir activamente en ella. El uso de componentes de supervisión externos conlleva en este sentido diferencias en las condiciones de recepción e interferencia con respecto a la red que debe supervisarse. Estas diferencias complican y dado el caso falsean los resultados de los análisis pretendidos, como por ejemplo los análisis de la calidad de transmisión, la estabilidad, la fiabilidad y la disponibilidad de todas las radiocomunicaciones.

60 El ejemplo mínimo representado en la figura 2 muestra la comunicación entre un punto de acceso AP y una estación o nodo STA. La radiocomunicación consta en este sentido de dos enlaces unidireccionales (en inglés: links). En el enlace $L_{AP \rightarrow STA}$, el AP emite paquetes de radio que son recibidos por STA. El enlace $L_{STA \rightarrow AP}$ representa la dirección opuesta de la comunicación, en la que los paquetes son emitidos por STA y recibidos por AP.

En este ejemplo, el sistema de supervisión comprende un nodo de supervisión o monitor. En una aplicación real con varios usuarios de la red, el sistema de supervisión comprendería generalmente varios nodos de supervisión para mejorar la cobertura de la zona.

5

Los nodos de supervisión reciben señales de radio de su entorno y las procesan. El procesamiento puede distinguirse, entre otros, en los dos tipos siguientes. Por un lado, puede realizarse un análisis espectral de la señal de recepción. En segundo lugar, la señal de recepción puede demodularse para extraer la información digital transmitida en los paquetes de radio. A continuación se usan las siguientes denominaciones para una descripción unívoca. Como resultado del análisis espectral, se dispone de información espectral para cada paquete de radio recibido. Tras haberse realizado con éxito la demodulación de la señal de recepción, se dispone del contenido de los paquetes de radio recibidos, el denominado "contenido del paquete". También es posible una combinación del análisis espectral y de la demodulación.

10

15 Un nodo de supervisión solo puede observar los paquetes de radio emitidos respectivamente por el nodo de radio AP y STA. Estos dos enlaces unidireccionales se denominan a continuación LSTA → Monitor y LAP → Monitor.

Debido a las diferencias de recepción por razones espaciales y temporales o específicas del aparato entre los nodos de radio AP y STA, así como el nodo de supervisión, las señales de recepción en AP, STA y nodo de supervisión son muy diferentes unos de otros. Esto significa que las situaciones de recepción pueden variar mucho.

20

La información que puede extraerse de la señal de recepción del nodo de supervisión, como por ejemplo la información espectral y el contenido de los paquetes, puede diferir significativamente de la de las radiocomunicaciones observadas LAP → STA y LSTA → AP.

25

En la figura 3, las comunicaciones individuales para la red a modo de ejemplo de la figura 2 se desglosan en función de los paquetes de radio emitidos y respectivamente recibidos. Los paquetes de radio que no pudieron demodularse correctamente en el receptor debido a diversos factores perturbadores están representados con una línea discontinua. Algunos paquetes de radio del nodo AP o del nodo STA no son recibidos correctamente por el receptor deseado, es decir, STA o AP, y son descartados como incorrectos, mientras que el nodo de supervisión recibe estos paquetes. Por el contrario, hay situaciones en las que el receptor propiamente dicho recibe los paquetes correctamente, pero el nodo de supervisión no detecta estos paquetes de radio.

30

El efecto que se acaba de describir, que también podría describirse como un problema de observación, da lugar a una base de datos incompleta en el sistema de supervisión y, por tanto, a una posible interpretación errónea del estado de comunicación de la radiocomunicación observada. Por supuesto, se intenta minimizar este problema en la medida de lo posible, por ejemplo seleccionándose la posición de los nodos de supervisión en función de la máxima relación señal/ruido con respecto al receptor propiamente dicho, aunque esto no siempre es posible o al menos puede suponer un gran esfuerzo.

35

40

El documento EP 2 352 236 A1 describe un procedimiento para reducir las interferencias intercelulares en redes inalámbricas. El documento muestra dos células vecinas en las que se encuentran dos terminales móviles. Un terminal móvil está situado en una célula y el otro en la otra. La señal de un terminal móvil a la estación base se ve perturbada por la señal enviada por el terminal móvil en principio a la otra estación base. Por lo tanto, el documento propone medir una parte de la señal emitida por el otro terminal móvil desde la estación base no direccionada y extraer a partir de esta una señal para la compensación de interferencias.

45

El objetivo de la presente invención es, por lo tanto, crear un concepto que permita analizar con mayor eficacia un sistema de radiocomunicación.

50

Este objetivo se consigue mediante los objetos de las reivindicaciones independientes.

Una idea esencial de la presente invención es que es posible hacer más eficaz un análisis de un sistema de radiocomunicación si la versión de una señal de radio emitida por un primer nodo del sistema de radiocomunicación recibida en el nodo pasivo se somete adicionalmente a una especie de preprocesamiento, concretamente para detectar desviaciones de esta versión recibida en el nodo pasivo de una versión recibida en un segundo nodo, que es el receptor propiamente dicho de la señal de radio emitida y usar a continuación las desviaciones detectadas para generar una señal para el análisis. La señal puede generarse, por ejemplo, de tal manera que comprende una base de evaluación como sustituto de la segunda versión con el fin de evaluar una comunicación entre el primer y el segundo nodo. Las desviaciones detectadas pueden usarse en este caso para modificar la versión recibida del nodo pasivo con ayuda de las desviaciones y/o para proveer la versión recibida del nodo pasivo de información adicional relativa a las desviaciones con el fin de obtener así la base de evaluación. Esta última puede servir como sustituto de la versión de la señal de radio recibida por el receptor propiamente dicho para realizar en ella una evaluación de la comunicación del primer nodo al segundo nodo, desviándose la base de evaluación menos de la versión recibida del receptor

55

60

5 propiamente dicho que de la versión recibida del nodo pasivo o, en otras palabras, generando la base de evaluación con respecto a la versión recibida del nodo pasivo menos desviaciones de evaluación con respecto a una evaluación de la comunicación entre los dos nodos del sistema de radiocomunicación con ayuda de la versión realmente recibida en el receptor propiamente dicho de la señal de radio que una evaluación de la comunicación directamente con ayuda de la versión recibida del nodo pasivo. Dicho a su vez en otras palabras, un descubrimiento de la presente invención es que, a pesar de la falta de acceso a la versión no perturbada, es decir, la señal de radio realmente emitida, y a la versión tal como la recibe el nodo receptor real del sistema de radiocomunicación, es posible detectar muchas desviaciones de la versión recibida del nodo pasivo con respecto a la versión realmente recibida por el nodo receptor real. Si bien es posible que las partes no recibidas en la versión recibida en el nodo pasivo no puedan reconstruirse perfectamente, tampoco es necesaria una reconstrucción, siempre que sea posible reducir el grado en que la no recepción en el nodo pasivo influye en una evaluación posterior de la comunicación entre el nodo emisor y el nodo receptor del sistema de radiocomunicación gracias a la modificación o la añadidura de información adicional. A la inversa, también es posible reconocer partes en la versión recibida en el nodo pasivo que por el contrario en principio no se han recibido en el nodo receptor real del sistema de radiocomunicación, de modo que puede reducirse la influencia de tales partes en la versión recibida en el nodo pasivo en una evaluación posterior de la comunicación entre el nodo emisor y el nodo receptor gracias a la modificación o la añadidura de información adicional. Las consideraciones correspondientes también se aplican a las diferencias o desviaciones en la versión recibida en el nodo pasivo con respecto a la corrección de la recepción en contraposición a la recepción o no recepción. Además, la señal generada para analizar la red de comunicación con ayuda de las desviaciones detectadas puede comprender adicional o alternativamente una evaluación de una posición de observación del nodo pasivo. Esta última evaluación permite crear una base fiable para el establecimiento de nodos pasivos con el fin de analizar un sistema de radiocomunicación existente, pudiendo comprender la evaluación señalada de una posición de observación posiblemente también información para mejorar una posición de observación deteriorada.

25 Otros aspectos y configuraciones son objeto de las reivindicaciones adjuntas. A continuación se explican con mayor detalle ejemplos de realización de la presente solicitud haciendo referencia a los dibujos. Muestran:

30 La figura 1 un diagrama esquemático para ilustrar las condiciones de interferencia dependientes del espacio dentro de una red de radio;

la figura 2 un diagrama esquemático para ilustrar las comunicaciones o enlaces entre dos nodos de una red de radiocomunicación y un monitor para ilustrar una observación externa de una red de radio;

35 la figura 3 una representación esquemática de paquetes enviados y recibidos en las comunicaciones o enlaces individuales de la figura 2, usando el ejemplo de una transmisión de paquetes de datos para explicar una manifestación específica del aparato de los errores de recepción;

40 la figura 4 un diagrama esquemático para ilustrar las comunicaciones o enlaces entre dos nodos de una red de radiocomunicación y un monitor con un dispositivo para ilustrar una observación externa y una evaluación de una red de radio;

la figura 5 un diagrama esquemático de bloques de la adquisición de datos y del procesamiento de datos de un sistema de supervisión;

45 la figura 6 un diagrama esquemático de bloques del preprocesamiento de datos de un sistema de supervisión; y

la figura 7 un espectro y espectrograma de una conexión por Bluetooth.

50 La figura 4 muestra un recorte de un sistema de radiocomunicación, concretamente dos nodos del mismo, como ejemplo de un entorno en el que pueden usarse ventajosamente los ejemplos de realización de la presente invención. En particular, la figura 4 muestra un ejemplo de realización de un dispositivo 10 para generar una señal para un análisis de un sistema de radiocomunicación con ayuda de una evaluación de la versión de una señal de radio recibida de un nodo pasivo en comparación con una versión realmente recibida de un nodo receptor del sistema de radiocomunicación, así como un dispositivo 12 que comprende o usa este dispositivo para evaluar la comunicación entre nodos del sistema de radiocomunicación. Esto significa, por ejemplo, como se aclarará más adelante, que, según algunos ejemplos de realización, el dispositivo 10 lleva a cabo una especie de preprocesamiento de datos en la versión de la señal de radio recibida del nodo pasivo, lo que conduce a un procesamiento/una mejora de los datos, que a continuación se usan en la evaluación de la comunicación dentro del dispositivo 12.

60 En particular, la figura 4 muestra un nodo emisor 14 y un nodo receptor 16 del sistema de radiocomunicación 18, indicándose naturalmente que los dos nodos 14 y 16 son posiblemente nodos emisores/receptores que comunican bidireccionalmente entre sí. A este respecto, la designación del nodo 14 como nodo emisor y la designación del nodo 16 como nodo receptor se refiere al hecho de que el dispositivo 12 está diseñado, en términos de su funcionamiento, tal como se describe a continuación, para evaluar la comunicación del nodo 14 al nodo 16, aunque debe señalarse

que la siguiente descripción naturalmente no ha de entenderse limitativa, y que el dispositivo 12 podría, por supuesto, evaluar adicionalmente también la comunicación del nodo 16 al nodo 14, de la misma manera que se describe a continuación, así como las comunicaciones entre otros nodos o a/de otros nodos que el sistema de radiocomunicación 18 presenta posiblemente de manera adicional.

5

La figura 4 muestra adicionalmente un nodo pasivo 20. Este último nodo está posicionado dentro del alcance del nodo emisor 14. Este "cambia", por así decirlo, y recibe una versión 22 de la señal de radio que el emisor 14 ha dirigido en principio al nodo receptor 16. La versión 22 recibida por el nodo pasivo 20 puede diferir de la versión 24 realmente emitida de la señal de radio debido a pérdidas de recepción y similares. No obstante, en particular, puede diferir la versión 22 recibida en el nodo pasivo 20 de la versión 26 recibida por el destinatario real, es decir, el nodo 16.

10

El dispositivo de evaluación 12 recibe a través del nodo pasivo 20 la versión 22 de la señal de radio recibida por éste para evaluar la comunicación del nodo 14 al 16 o la comunicación del nodo 14 al nodo 16. Aunque la figura 4 representa el caso en el que el dispositivo 12 está dispuesto externamente al nodo pasivo 20, por supuesto también sería posible que el dispositivo 12 estuviera integrado en el nodo pasivo 20. Sin embargo, adicionalmente sería posible que el dispositivo 12 estuviera acoplado a más de un nodo pasivo 20, de lo que se hablará más adelante.

15

El dispositivo de evaluación 12 comprende en particular un evaluador o equipo 28 para llevar a cabo la evaluación propiamente dicha de la comunicación. Sin embargo, como ya se ha mencionado, la versión 22 recibida por el nodo pasivo 20 difiere posiblemente de la versión 26 recibida por el destinatario real o el nodo 16. Para compensar estas desviaciones y conseguir que el resultado de la evaluación realizada por el equipo 28 se vea afectado lo menos posible por estas desviaciones, el dispositivo 10 realiza un preprocesamiento para obtener una señal que contenga una base de evaluación mejorada. Esta última representa una especie de reconstrucción o versión reconstruida de la versión 26 recibida en el destinatario real 16 y es creada por el dispositivo 10 con ayuda de la versión 22 recibida por el nodo pasivo 20. Para ello, el dispositivo 10 comprende un equipo de detección 30 y un generador de señales 32. En particular, el cometido del equipo de detección 30 es detectar en la versión 22 recibida por el nodo pasivo 20 las desviaciones de esta versión de la versión que puede ser recibida por el receptor 16 propiamente dicho. El generador de señales 32 usa o recibe estas desviaciones detectadas y modifica la versión 22 para obtener la señal 34 para el análisis del sistema de radiocomunicación 18, que en el presente caso contiene en particular una base de evaluación mejorada para su posterior evaluación en el equipo 28, a saber, una versión reconstruida. Para generar la base de evaluación mejorada, el generador de señales 32 somete a la versión 22, por ejemplo, a una modificación para compensar las desviaciones detectadas y/o añade a la versión 22 información adicional relativa a las desviaciones. La base de evaluación mejorada en la señal 34 se transmite al evaluador 28 para realizar la evaluación.

20

25

30

35

La base de evaluación mejorada 34, tal como se obtiene del dispositivo 10, influye positivamente en la precisión de evaluación del dispositivo de evaluación 12. Si no estuviera presente el dispositivo 10, el equipo de evaluación 28 evaluaría la versión 22 recibida en el nodo pasivo 20 y llegaría a un resultado de evaluación que diferiría del resultado de evaluación que resultaría si el equipo de evaluación 28 fuera realmente capaz de evaluar la comunicación con ayuda de la versión 26, debido a las desviaciones de la versión 22 de la versión 26 que podría recibir el nodo receptor real 16. El dispositivo 10 hace ahora que el equipo de evaluación 28 lleve a cabo la comunicación que ha de ser evaluada en una versión reconstruida o una base de evaluación mejorada, que en comparación con la versión 22 recibida en el nodo pasivo 20 es modificada y/o provista de información adicional de tal manera que la evaluación obtenida se aproxima más a la que se habría obtenido con ayuda de la versión 26 que podría haberse recibido realmente. A continuación se describen ejemplos de realización de cómo pueden llevarse a cabo la detección por parte del equipo de detección 10 y las modificaciones y/o la añadidura de información adicional en el generador de señales 32 para obtener la base de evaluación mejorada que reduce las desviaciones del resultado de la evaluación como se acaba de mencionar.

40

45

50

Antes de continuar con la descripción de posibles detalles, cabe mencionar lo siguiente. En particular, ha de señalarse que si bien el dispositivo 10 se muestra en este caso en uso dentro del dispositivo 12, el dispositivo 10 también podría usarse o comercializarse posiblemente de forma individual. En relación con esto cabe mencionar que la señal generada por el dispositivo 10 para el análisis del sistema de radiocomunicación contiene adicional o alternativamente a la base de evaluación mejorada o la versión reconstruida de la señal del receptor real una evaluación de la posición de observación. Esta última información podría ser usada por el personal del operador del dispositivo de evaluación 12 para facilitar la ubicación del nodo pasivo y/o podría ser usada por el evaluador 28 para proporcionar un resultado de evaluación emitido por el dispositivo 12 relativo al sistema de radiocomunicación con una información adicional que se refiere, por ejemplo, a una calidad de la posición de observación. Por consiguiente, todos los detalles que se describen a continuación con respecto a la generación de la base de evaluación mejorada con ayuda de las desviaciones detectadas, por un lado, y con respecto a la generación de la evaluación de la posición de observación con ayuda de las desviaciones detectadas, por otro lado, deben considerarse transferibles o aplicables a la presente descripción individualmente o en combinación, aunque para simplificar los siguientes ejemplos de realización se parte de que la señal 34 contiene la evaluación de la posición de observación únicamente de forma opcional, dado el caso adicionalmente a la base de evaluación mejorada. Como se menciona aquí, también podría ser al revés: La señal 34 también podría contener únicamente la evaluación de la posición de observación.

55

60

En otras palabras, los dispositivos 10 y 12 permiten gracias a la detección de errores y el procesamiento de datos reducir errores en la evaluación resultante que, de otro modo, surgirían debido a los problemas de detección de los sistemas de supervisión pasivos de las redes de radio. A tal efecto, se remite de nuevo brevemente a la figura 5, que debe explicar el problema que tendrían o tienen en caso contrario los sistemas de supervisión que se usan para la observación pasiva de sistemas de radio. La figura 5 muestra un sistema de supervisión de comparación con una antena 50 para la recepción pasiva de una señal de radio, es decir, por así decirlo, para la recepción de una versión 22. El sistema de supervisión comprende internamente una conexión en serie de los siguientes componentes: un módulo de alta frecuencia 52 para recibir la señal analógica de antena de la antena 50 y para procesarla o amplificarla, seguido de un módulo de adquisición de datos 54, en el que puede tener lugar por ejemplo una digitalización, seguido a su vez de un módulo de análisis de datos, que realiza la evaluación propiamente dicha, es decir, que actúa como equipo de evaluación. La banda de radiofrecuencia que debe analizarse se detecta con ayuda de un nodo de supervisión o de varios nodos de supervisión conectados en red (sistema distribuido). El sistema de supervisión realiza un análisis de los datos de medición registrados en este sentido. El flujo de datos representado esquemáticamente dentro del sistema de supervisión en la figura 5 corresponde a la estructura de un receptor de radio digital típico. La señal observada es recibida en este sentido por la antena 50 y pasa en primer lugar por una serie de módulos analógicos de alta frecuencia para el procesamiento de la señal, como un amplificador y/o un filtro. A continuación, tiene lugar una adquisición de datos en el módulo de adquisición de datos 54, donde se realiza por ejemplo un análisis espectral o una demodulación específica según el estándar de radio, posiblemente incluida una digitalización de la señal. A continuación, los datos detectados se someten en el módulo 56 al análisis propiamente dicho. Sin embargo, los errores que se producen por desviaciones en la posición de recepción, es decir, por una desviación de la posición de la antena 50 de una antena correspondiente del nodo receptor propiamente dicho, no se tienen en cuenta en esta cadena de procesamiento de la información. Los componentes de hardware y software usados en la figura 5 están diseñados generalmente para su uso directo en la relación de comunicación del emisor al receptor y no tienen en cuenta las particularidades de un sistema de supervisión pasivo. Esto representa una desventaja considerable para el análisis automatizado de datos, ya que la información que falta o la información adicional en la base de datos falsea los resultados de los algoritmos posteriores o empeora su relevancia.

En otras palabras, si en la figura 4 se usara el sistema de supervisión representado en la figura 5 en lugar de la combinación del nodo pasivo 20 y del dispositivo 12, el resultado sería exactamente el deterioro del resultado de la evaluación ya descrito con respecto a la figura 4 debido a las desviaciones de la versión 22 de la versión 26 que en principio debería evaluarse.

Por lo tanto, los ejemplos de realización de la presente solicitud usan una detección y evaluación de desviaciones dentro de los datos de medición adquiridos, es decir, dentro de la versión 22 recibida en el nodo pasivo 20, que surgen debido a la posición del sistema de supervisión o debido a la desviación de la ubicación del nodo pasivo 20 del nodo receptor 16 propiamente dicho. La figura 6 muestra una posibilidad de implementación con respecto a la figura 4 o un ejemplo de realización más detallado de la presente solicitud como complemento del sistema de supervisión de la figura 5 añadiéndose un módulo de preprocesamiento de datos, que está montado entre el módulo de adquisición de datos 54 y el módulo de análisis de datos 56 y está provisto del signo de referencia 60. El módulo de preprocesamiento de datos 60 representa un ejemplo de realización del dispositivo 10 de la figura 4, mientras que el módulo de análisis de datos 56 corresponde al equipo de evaluación 28 de la figura 4 o sirve como ejemplo de implementación del mismo. El sistema de supervisión de la figura 5 forma por lo tanto un ejemplo de implementación para el dispositivo de evaluación 12 de la figura 4. El módulo de análisis de datos 56 de la figura 6 difiere posiblemente del de la figura 5 en su capacidad de usar la información adicional que dado el caso es generada por el módulo de preprocesamiento de datos 60 para advertir las desviaciones de la versión real 26 que puede ser recibida realmente en el nodo receptor 16.

A continuación, se describen detalles o posibles ejemplos de implementación para el preprocesamiento en el dispositivo 10 y la evaluación en el dispositivo de evaluación 12 con el trasfondo del ejemplo de realización de la figura 6, en el que, como se ha mencionado, el módulo de preprocesamiento de datos 60 actúa como dispositivo de preprocesamiento 10 y todo el sistema de supervisión actúa como dispositivo de evaluación 12, aunque, por supuesto, todos estos detalles deben entenderse naturalmente también directamente transferibles a la descripción de la figura 4.

Antes de entrar en detalles, cabe señalar que, de forma similar a lo ya mencionado con respecto a la figura 4, el análisis realizado por el sistema de supervisión de la figura 6, podría llevarse a cabo directamente en un hardware del nodo pasivo, es decir, en el lugar de recepción de la versión 22, o bien más allá de este, por ejemplo en un servidor central. Además, cabe señalar que toda la evaluación por parte del sistema de supervisión o del dispositivo de evaluación 12 podría llevarse a cabo en directo o en tiempo real o en realtime mediante un análisis por streaming, o alternativamente el análisis también podría tener lugar fuera de línea, por ejemplo mediante grabación de la versión 22 y evaluación de la misma en un momento posterior.

Continuando con la descripción de la figura 6, queda claro que la integración del módulo de preprocesamiento de datos 60 y su modo de funcionamiento en el sistema de supervisión podría llevarse a cabo posiblemente de forma

completamente transparente en un sistema de supervisión existente, como se muestra por ejemplo en la figura 5. Sin embargo, como se ha mencionado, también es posible que el módulo de análisis de datos 56, que efectivamente actúa como el equipo de evaluación 28, incluya información obtenida del preprocesamiento de datos 60 relativa a los errores de recepción relacionados con la posición en su análisis de datos o evaluación con el fin de mejorar los resultados de análisis obtenidos.

El preprocesamiento de datos realizado por el módulo 60 puede estar vinculado al proceso previo de la adquisición de datos en el módulo 54, por lo que resulta ventajoso adaptar o ajustar los pasos del preprocesamiento de datos a medida al proceso de la adquisición de datos. Dependiendo del tipo de datos detectados o del tipo de sistema de radiocomunicación 18, pueden resultar posiblemente diferencias en los algoritmos en los que se basa el preprocesamiento de datos del módulo 60. Por ejemplo, los valores medidos detectados en el análisis espectral, dentro de un proceso de detección o corrección de errores, pueden procesarse algorítmicamente de forma diferente a los paquetes demodulados de un protocolo de radio. No obstante, la estructura de los distintos pasos de procesamiento dentro del procedimiento descrito sigue siendo la misma, independientemente de la adquisición de datos y del estándar de radio tenido en cuenta.

Antes de continuar con la descripción, se describe la estructura interna del módulo de preprocesamiento de datos 60 de la figura 6. El módulo de preprocesamiento de datos 60 comprende un módulo de detección 62, que corresponde al equipo de detección 30 o sirve como ejemplo de implementación del mismo. Además, el módulo de preprocesamiento de datos 60 de la figura 6 comprende un clasificador 64 para clasificar las desviaciones detectadas por el equipo de detección 62, así como un módulo de corrección 66 para corregir partes de una versión 22 recibida en un nodo pasivo 20, que si bien se han recibido en el nodo pasivo 20 han sido detectadas como incorrectas, mientras que han sido recibidas correctamente en la señal 26 recibida en el nodo receptor propiamente dicho, así como un módulo de interpolación 68 para insertar partes en la versión 22 recibida en el nodo pasivo, que han sido identificadas como tales por el equipo de detección 62, que faltan en la versión 22, aunque probablemente estén incluidas en la versión 26.

Además, el módulo de preprocesamiento de datos 60 de la figura 6 también presenta un módulo 70 que está previsto para proporcionar al usuario del sistema de supervisión o del dispositivo de evaluación 12 una evaluación de si la posición de ubicación del nodo pasivo 20 es adecuada para el cometido de evaluación o si deberían realizarse eventuales cambios en la configuración de supervisión actual.

Los cometidos individuales de los módulos 62-70 dentro del módulo de preprocesamiento de datos 60 se explican a continuación con más detalle. Como ya se ha mencionado, todos estos detalles son posibles ejemplos de implementación para los equipos 30 y 32 o 10 y 12 de la figura 4. En particular, los módulos 64, 66, 68 y 70 asumen a este respecto el cometido del generador de señales 30 de la figura 4, es decir, sirven como ejemplo de implementación de este último, realizando los módulos 64, 66, 68 una modificación de la señal 22 recibida en el nodo pasivo 22 con ayuda de las desviaciones detectadas y/o una añadidura de información adicional a la misma relativa a las desviaciones y realizando el módulo 70 una evaluación de la posición del nodo pasivo, haciéndose nuevamente referencia a la observación anterior con respecto a la figura 4 con respecto a la posibilidad de que el generador de señales 32 realice únicamente la evaluación de la posición sin la generación de la base de evaluación o viceversa.

En el equipo de detección 62, los valores medidos proporcionados por la adquisición de datos 54 del nodo pasivo 20 se examinan en busca de patrones llamativos, que indican, por ejemplo, una desviación relacionada con la posición correspondiente al problema de observación. La característica de los datos de medición del nodo pasivo 20 en la figura 4 determina el algoritmo del procedimiento de detección del equipo de detección 30 de la figura 4 o 62 de la figura 6 y especifican si la detección puede realizarse por ejemplo por fecha o si debe proporcionarse por ejemplo un historial de datos de medición. La adquisición de datos 54 de la figura 6 puede registrar los valores medidos en forma de un sistema en directo en tiempo real o ponerlos a disposición como grabación desde una base de datos o un archivo.

El siguiente módulo 64 clasifica y marca las desviaciones detectadas por el equipo de detección 10 de la figura 4 o 62 de la figura 6. En cuanto se detecte una desviación, ésta se indica y se comunica, por lo tanto, a los módulos montados a continuación, como el módulo de corrección 66, el módulo de interpolación 68 y el módulo de evaluación 70. Además de la existencia de una anomalía, de la parte anterior de detección 62 o 30 de la figura 4 de la desviación relacionada con la posición, también puede deducirse otra información que permite una clasificación por parte del módulo de clasificación 64. Las posibles clases pueden ser en este sentido el tipo de desviación, como paquetes que faltan o paquetes adicionales, la frecuencia, como por ejemplo una desviación individual o "ráfaga", o la causa según las características de detección, como por ejemplo colisión de paquetes, atenuación o distorsión de la señal. El "marcaje" de las desviaciones de los datos de medición originales 24 de la figura 4, enviados por el primer nodo 14 y las "clasificaciones" según el tipo de desviación, se añaden a la comunicación interna del sistema de supervisión y no están sujetos a ningún requisito especial.

Los módulos posteriores, como por ejemplo el módulo de corrección 66 y el módulo de interpolación 68, pueden realizar una modificación de la señal 22 recibida en el nodo pasivo 20 con ayuda de la clasificación o el marcaje.

Los valores medidos detectados como incorrectos por el módulo de detección 62 pueden añadirse parcialmente a la información relevante de la base de datos para los análisis posteriores mediante una corrección total o parcial. Con ayuda del módulo de corrección 66 pueden compensarse parcialmente los efectos del problema de observación. La corrección no se refiere en este sentido necesariamente a toda la información dentro de un valor medido, sino que se concentra en la información relevante para los análisis posteriores. Al igual que ocurre con la detección inicial de errores, una corrección parcial o completa generalmente se beneficia de la consideración de un historial de valores medidos y consigue en este sentido un mejor resultado. En otras palabras, el módulo de corrección 66 puede realizar, por ejemplo, una corrección parcial, por ejemplo en la señal 22 recibida del nodo pasivo 20 en los puntos marcados por el clasificador 64 como incorrectas en comparación con la versión 26, en la que solo o principalmente solo se corrigen los encabezados de los paquetes (packet header) y los datos útiles adoptan un papel secundario y pueden dejarse posiblemente.

El módulo de interpolación 68 ofrece otra posibilidad de modificación. La interpolación de los valores medidos clasificados como ausentes en el nodo pasivo 20 es otra forma de mejorar la base de datos. Las interferencias graves o las malas condiciones de recepción entre el primer nodo del sistema de radiocomunicación y el nodo pasivo 20 de la figura 4 pueden hacer que los mensajes de la conexión observada entre el primer y segundo nodo del sistema de radiocomunicación no se reconozcan y se pierdan. En este sentido, el objetivo es conseguir una representación de la comunicación observada entre el primer y el segundo nodo del sistema de radiocomunicación lo más fiel posible al original. Si se detecta una laguna en la información de la conexión en el nodo pasivo 20, es posible determinar una parte de la información necesaria para los siguientes análisis sobre el curso anterior de los valores medidos detectados en el nodo pasivo 20 de la figura 4. A diferencia de los resultados de la corrección del módulo de corrección 66, la información obtenida en este sentido no tiene un momento fijo, ya que éste no ha podido determinarse debido a las condiciones de recepción desfavorables. Por el contrario, se asocia un intervalo de tiempo a los valores interpolados. Los resultados de una interpolación del módulo de interpolación 68 pueden corresponder en función del número de valores medidos no detectados a valores concretos, como por ejemplo la dirección del emisor y receptor de un mensaje, o a parámetros estadísticos, como por ejemplo un mínimo, un máximo y un valor estimado de los mensajes transmitidos. En otras palabras, el módulo de interpolación 68 puede recuperar en parte los valores medidos que faltan de la señal 22 recibida en el nodo pasivo 20 de la figura 4 con ayuda de información existente, como por ejemplo el número de valores medidos no adquiridos, la dirección del emisor/receptor, como por ejemplo el encabezado del paquete.

Además de mejorar la base de datos, la evaluación de la posición de observación es otra parte importante del preprocesamiento de datos. El módulo de evaluación 70 proporciona al usuario información sobre la integridad de los valores medidos con respecto al intercambio de datos observado entre el primer nodo y el segundo nodo 16 del sistema de radiocomunicación 18. Una evaluación automatizada de la posición de observación, así como una evaluación del tipo de desviación detectada dentro de la clasificación representan en este sentido la base de una instrucción de actuación necesaria, como por ejemplo un cambio de posición, la selección de una antena con otra característica direccional o un mayor número de nodos de supervisión.

Es posible y en algunos casos también razonable, por ejemplo en el caso de un software, llevar a cabo los pasos individuales del procedimiento del dispositivo 12 en paralelo e integrar un intercambio mutuo de información. Por lo tanto, la secuencia predeterminada no ha de considerarse necesariamente rígida y un fuerte acoplamiento de los algoritmos individuales puede conducir a un mejor rendimiento. Además, es posible que el procedimiento de medición determinado y la característica de los datos de medición de la señal 22 recibida en el nodo pasivo 20 impidan una corrección de los datos de medición.

En resumen, el valor añadido del procedimiento descrito consiste en la minimización de los nodos de supervisión 20 de la figura 4 que se usan para una observación pasiva de una red de radio 18. Para ello, el dispositivo 12 puede detectar y compensar los problemas que se producen debido a la posición de observación externa (problemas de observación). El dispositivo 12 descrito comprende los siguientes puntos para realizarlo:

1. Los valores medidos adquiridos en el nodo pasivo 20 de la señal 22 recibida se analizan en busca de una desviación de una comunicación conforme a las reglas de dos nodos de radio 14 y 16 de la figura 4 con ayuda del módulo de detección 62 de la figura 6. Esta detección de las desviaciones relacionadas con la posición se realiza por regla general sobre la base de patrones de datos espectrales y/o datos demodulados o paquetes de radio.

2. Las desviaciones detectadas por el módulo de detección 30 o 62 son marcadas como tales por el módulo de clasificación 64 y clasificadas según sus propiedades características. Este paso aumenta el contenido de información y favorece de este modo la compensación de las desviaciones detectadas por el módulo de detección 30 o 62.

3. Para compensar la desviación detectada, se aplica uno de los siguientes pasos en función del tipo de problema:

a) El módulo de corrección 66 intenta compensar los datos recibidos como incoherentes o incorrectos.

b) Los datos no recibidos y detectados como ausentes pueden reconstruirse mediante una interpolación del módulo de interpolación 68.

5

4. Sobre la base de las desviaciones reconocidas por el módulo de detección 30 o 62, complementadas por los resultados del módulo de corrección 66 y la interpolación del módulo de interpolación 68, el módulo de evaluación 70 realiza una evaluación de la posición de observación actual del nodo pasivo 20 de la figura 4. En este sentido, se estiman los efectos de la posición de observación del nodo pasivo 20 en relación con los análisis posteriores, como por ejemplo los análisis de estado, los análisis de causa o los análisis de calidad de enlace, con el fin de incentivar al usuario dado el caso a actuar.

10

A continuación, se explican posibles detalles de los ejemplos de realización anteriores para el caso de que el sistema de radiocomunicación 18 sea una red WLAN y comprenda una demodulación en la recepción de señales de los nodos participantes y, por lo tanto, también en el nodo pasivo.

15

En particular, ahora se explicará cómo pueden usarse los ejemplos de realización anteriormente descritos en relación con un sistema de radio que usa un protocolo determinado. En un análisis de protocolo se analizan a este respecto, por ejemplo, los paquetes de radio ya demodulados de una señal de recepción. En otras palabras, el preprocesamiento de datos 60 o 10 recibe por ejemplo unos paquetes de radio ya demodulados de este tipo. Para un caso así pueden usarse por ejemplo tarjetas receptoras WLAN, ZigBee, LoRa, etc. para el módulo de AF 52 y la adquisición de datos 54. Las siguientes explicaciones pueden usarse en particular si una red WLAN, como por ejemplo del tipo IEEE 802.11, se somete a una observación o una evaluación para el sistema de radio 18, debiendo entenderse estas referencias, no obstante, únicamente a modo de ejemplo y pudiendo transferirse también a otros protocolos de red.

20

25

Los paquetes de radio ya demodulados de una señal de recepción 22 se analizan dentro de un análisis de protocolo. Los sistemas pasivos de análisis de protocolos para WLAN constan al menos de un receptor WLAN 50 de la figura 5, que está en modo "supervisión" o en modo "promiscuo". Esto permite al nodo pasivo 20, conocido como "sniffer WLAN", recibir todos los paquetes de radio WLAN emitidos en su alcance de recepción. Esta adquisición de datos por sniffer WLAN está limitada por los parámetros configurados en la tarjeta WLAN, como por ejemplo la frecuencia y el ancho de banda del canal de transmisión, y las características de recepción de la antena 50. Si la relación señal/ruido en el nodo de supervisión 22 es demasiado baja, por ejemplo debido a una fuerte atenuación de la señal, a una fuente de parásitos local o a problemas de recepción específicos del aparato, se producirán errores de transmisión independientemente de los mecanismos de protección exhaustivos de la capa de transmisión física. Si el paquete no se recibe o se descarta ya muy pronto, esto puede reconocerse como una desviación con ayuda de la secuencia de los números de secuencia que contiene. Los paquetes que faltan, que no usan números de secuencia, por ejemplo ACK, RTS, CTS, etc., pueden ser detectados por el equipo de detección 30 mediante una comprobación de la secuencia lógica de paquetes, como por ejemplo una infracción de las reglas de una gramática establecida o diagramas de estado extendidos para una pila de protocolos. Si la capa de transmisión física procesa una señal 22 defectuosa y la transmite a la capa MAC, estos datos pueden seguir conteniendo errores. El procedimiento de comprobación usado en el marco de una transmisión de datos WLAN sirve para detectar estos errores de bits. En este sentido se controla si la suma de comprobación contenida en el paquete coincide con la suma de comprobación calculada para los datos recibidos en el nodo pasivo 20. La detección del equipo de detección 30 mediante uno de los métodos descritos incluye información adicional para clasificar la desviación de la secuencia de paquetes. La clasificación es realizada por el módulo de clasificación 64 en el generador de señales 32. El número de desviaciones consecutivas permite, por ejemplo, una clasificación en errores de paquete único, errores de ráfaga o errores de secuencia de paquetes. Para agrupar aún más los datos pueden usarse otros patrones dentro de las desviaciones detectadas por el equipo de detección 30, como por ejemplo una concentración asimétrica de paquetes faltantes de un interlocutor de comunicación o del segundo nodo. En el siguiente paso, los paquetes recibidos incorrectamente son corregidos parcial o totalmente por el módulo de corrección 66 del generador de señales 32. Generalmente se usa en este sentido como base para una corrección el historial de paquetes recibidos sin errores. Las técnicas como el emparejamiento difuso, los modelos ocultos de Markov, las métricas de distancia a información conocida o una comprobación de secuencias lógicas dentro de los protocolos usados ofrecen una buena posibilidad de recuperar la metainformación necesaria para los análisis posteriores. Es necesaria una interpolación por el módulo de interpolación 68 en el generador de señales 32 si un paquete se ha descartado o no se ha recibido. Dado que, a diferencia de una corrección, en este punto no se dispone de fragmentos de datos ni de la hora exacta de recepción, el módulo de interpolación 68 completa la información con ayuda del historial de paquetes con un mayor grado de imprecisión en el generador de señales 32. Para lagunas más largas en la recepción, las técnicas para una interpolación se amplían mediante el reconocimiento de patrones de paquetes y modelos estadísticos. Las lagunas y los patrones característicos en los números de secuencia, la cantidad de información que no puede interpolarse o corregirse, así como la progresión estadística de la intensidad de la señal pueden usarse para evaluar la posición de observación actual. La evaluación de la posición de observación actual es realizada por el equipo de evaluación 70. Una evaluación de la posición es especialmente importante si la corrección y la interpolación ya no permiten mejorar la base de datos debido a problemas de recepción. En este caso, las conexiones consideradas pueden marcarse como no evaluables.

30

35

40

45

50

55

60

El usuario también puede recibir instrucciones de actuación adicionales para mejorar el sistema de supervisión mediante un análisis de causas basado en patrones.

5 En el siguiente ejemplo de realización, la gama de frecuencias de una señal recibida 22 se analiza mediante análisis
espectral. En lo que respecta a la estructura esquemática de un nodo de supervisión 20, generalmente se usan
analizadores de espectro con capacidad de tiempo real basados en una SDR o "radio definida por software" (en inglés:
"software defined radio") para el módulo de AF 52 y el procesamiento de datos. La banda de frecuencias considerada
es registrada en este sentido por el módulo de AF en el dominio del tiempo y digitalizada en el procesamiento de datos
o en la adquisición de datos 54, así como transformada en el dominio de la frecuencia a través de una FPGA mediante
10 el procesamiento digital de señales o adquisición de datos 54. El resultado de esta transformación representa la
energía o amplitud para la respectiva parte de frecuencia de la señal, como se muestra en la figura 7. Para detectar
cada paquete de datos transmitido, la adquisición debe realizarse en el dominio del tiempo con una frecuencia de
muestreo muy alta. Para reducir la cantidad de datos generados en este sentido, las propiedades características de
15 los sistemas de radio individuales o nodos del sistema de radiocomunicación 18 y las fuentes de interferencia se
detectan por ejemplo mediante la detección de patrones, como la forma de la señal con respecto al ancho de banda y
la duración. Por lo tanto, los análisis posteriores disponen de información espectral abstracta, lo que reduce en gran
medida los requisitos de hardware de las unidades de procesamiento posteriores. Las desviaciones de los patrones
específicos del estándar de radio son evaluadas por el equipo de detección 30 como fuente de interferencia
20 desconocida. Sin embargo, también se producen desviaciones de la señal debido a la observación pasiva de una
radiocomunicación entre el primer y segundo nodo 14 y 16 del sistema de radiocomunicación 18. Por lo tanto, la
detección de las desviaciones relacionadas con la posición por parte del equipo de detección 30 se refiere en el análisis
espectral generalmente a las señales no clasificables. Los patrones específicos del estándar de radio, como por
ejemplo el ancho de banda de una señal, por ejemplo, ya no pueden asociarse correctamente debido a una mayor
25 atenuación de la señal, es decir, solo el pico de la señal destaca sobre el ruido de fondo. En el caso de señales fuertes,
también una amplificación excesiva en el módulo de AF 52 provoca una sobreexcitación y, por lo tanto, distorsiones
atípicas. El uso de un control automático de ganancia (automatic gain control) del amplificador de recepción mejora
en este sentido la recepción de señales potentes de nodos de radio vecinos, pero suprime al mismo tiempo las señales
de los nodos más alejados. La detección de desviaciones amplía a este respecto la funcionalidad de la detección de
30 patrones añadiendo la identificación de características específicas de atenuación y distorsión. La clasificación en el
módulo de clasificación 64 del generador de señales 32 usa esta información y determina adicionalmente la duración
y la frecuencia de las desviaciones. Además, con una consideración estadística de la intensidad de recepción se
realiza una asociación aproximada de las señales recibidas en el nodo pasivo 20 según el número de nodos emisores
en el sistema de radiocomunicación 18. Las relaciones de comunicación se determinan con cierto grado de imprecisión
35 mediante una observación a largo plazo de la secuencia de señales y ofrecen la base para detectar condiciones de
recepción asimétricas. En función del tipo de desviación, el módulo de corrección 66 en el generador de señales 32
realiza una corrección de la señal que no puede asociarse unívocamente. El dispositivo de preprocesamiento 10
reconstruye en este sentido la influencia de una atenuación de la señal o distorsión de la señal y realiza una adaptación
de la señal de recepción 22 o del patrón de detección. Adicionalmente, puede crearse una gramática o un diagrama
40 de estado para secuencias específicas de protocolo mediante las longitudes de señal características dentro del
historial de datos de medición. Estas gramáticas o diagramas de estado soportan la corrección de señales
parcialmente recibidas y permiten una interpolación por parte del módulo de interpolación 68 en el generador de
señales 32 en caso de fuertes interferencias o fallos en la recepción. El equipo de evaluación 70 del generador de
señales 32 realiza una evaluación de la posición de observación actual con ayuda de la progresión estadística de la
45 intensidad de la señal y del número de señales que no pueden interpolarse o corregirse. El usuario puede recibir
instrucciones de actuación para mejorar el sistema de supervisión mediante un análisis de causas basado en patrones.

Los ejemplos de realización anteriormente descritos permiten obtener diversas ventajas. Algunas de estas ventajas se analizarán a continuación por separado.

50 Los ejemplos de realización anteriormente indicados permiten por ejemplo una realización con una detección
automatizada de desviaciones relacionadas con la posición. Como se ha descrito anteriormente, unos patrones
característicos de las desviaciones relacionadas con la posición, es decir, las desviaciones de la señal recibida en el
nodo pasivo de la versión recibida por el nodo receptor real, pueden detectarse automáticamente dentro de los datos
adquiridos en el nodo pasivo. Se pueden marcar y clasificar. Los resultados permiten tener en cuenta las desviaciones
55 detectadas en el análisis posterior, que posiblemente también podría ser realizado manualmente por el usuario.
Anteriormente se ha descrito un análisis automático en el siguiente módulo de análisis de datos. En general es posible
reducir el número de información falsa de un sistema de supervisión de este tipo.

60 Además, con los ejemplos de realización anteriormente indicados es posible mejorar la base de datos. Si una
desviación detectada tiene determinadas propiedades características, la base de datos puede ser corregida e
interpolada. Gracias a estos pasos de procesamiento no se pierde la información necesaria para los análisis
posteriores. Esto permite usar un menor número de nodos de supervisión o nodos pasivos manteniendo el valor
informativo de los resultados del análisis. En este sentido resulta que los sistemas de supervisión pasivos pueden
integrarse fácil y económicamente en una red de radio ya existente.

Además, los ejemplos de realización descritos permiten realizar una evaluación de la estructura del sistema de supervisión. Además de la detección de desviaciones relacionadas con la posición, también se han analizado los datos adquiridos por el nodo pasivo continuamente con respecto a la calidad de la posición de observación, es decir, la posición del nodo pasivo, como por ejemplo en el módulo de evaluación 70 de la figura 6. En caso de preverse esta evaluación adicional opcional, se obtiene un indicador del valor informativo de los valores medidos recibidos o de la señal recibida en el nodo pasivo y, por lo tanto, también de la evaluación de la comunicación obtenida a partir de ello. Adicionalmente, como se ha descrito anteriormente, es posible realizar un análisis de las causas de las desviaciones, lo que, en caso de que la posición del observación sea desfavorable, permite consejos prácticos sobre cómo reestructurar el sistema de supervisión.

En particular, los ejemplos de realización anteriormente indicados permiten minimizar el número de nodos de supervisión o nodos pasivos. Sin las ventajas que ofrecen los ejemplos de realización anteriormente indicados, también existiría el riesgo de una cobertura excesiva de la red a observar, en la que cada nodo de la red sería observado por varios nodos pasivos. Además, los ejemplos de realización anteriormente descritos permiten dejar la red a observar tal y como está. No es necesaria una integración directa de los componentes de supervisión en cada nodo de radio. Una integración de este tipo también sería muy costosa con un número creciente de nodos de red, y el esfuerzo de filtrar los valores medidos recibidos dos veces sería muy grande.

Además, cabe señalar con respecto a los ejemplos de realización anteriormente descritos que el preprocesamiento de datos que se describe allí como un proceso separado también podría llevarse a cabo parcialmente en partes individuales en otros bloques del flujo de datos. Así, la detección de desviaciones podría llevarse a cabo por ejemplo al menos parcialmente en el módulo de adquisición de datos (véase la figura 6) o incluso adicional o alternativamente al menos parcialmente en el hardware del receptor o nodo pasivo.

En general, los ejemplos de realización anteriormente descritos pueden usarse para la supervisión pasiva de sistemas de radiocomunicación industriales, redes inalámbricas de empresas o también redes domésticas en las instalaciones del cliente final como por ejemplo en el marco de un análisis de estado o diagnóstico de fallos. Con el mayor uso de bandas de frecuencias libres de licencia, los ejemplos de realización anteriormente descritos podrían constituir la base de una gestión de frecuencias para todos los estándares de radio.

A pesar de que algunos aspectos que se han descrito en relación con un dispositivo, se entiende que estos aspectos pueden representar también una descripción del correspondiente procedimiento, de modo que un bloque o un componente de un dispositivo ha de entenderse también como un paso de procedimiento correspondiente o como una característica de un paso de procedimiento. De modo análogo a ello, los aspectos descritos en relación con uno o más de un paso de procedimiento, representan también una descripción de un correspondiente bloque o detalle o característica de un correspondiente dispositivo. Algunos o todos los pasos de procedimiento pueden ser llevados a cabo por un aparato de hardware (o usándose un aparato de hardware), como, por ejemplo, un microprocesador, un ordenador programable o una conmutación electrónica. En el caso de algunos ejemplos de realización pueden llevarse a cabo algunos o varios de los pasos de procedimiento más importantes mediante un aparato de este tipo.

En dependencia de determinados requisitos de implementación pueden haber implementados ejemplos de realización de la invención en hardware o software. La implementación puede llevarse a cabo mediante el uso de un medio de memoria digital, por ejemplo, un disquete, un DVD, un disco Blu-ray, un CD, una ROM, una PROM, una EPROM, una EEPROM o una memoria FLASH, un disco duro u otra memoria magnética y óptica, en la cual hay memorizadas señales de control legibles electrónicamente, las cuales pueden interactuar o interactúan de tal modo con un sistema de ordenador programable, que se lleva a cabo el correspondiente procedimiento. Por ello el medio de memoria digital puede ser legible por ordenador.

Algunos ejemplos de realización de acuerdo con la invención comprenden por lo tanto un soporte de datos, el cual presenta señales de control legibles electrónicamente, que son capaces de interactuar de tal modo con un sistema de ordenador programable, que se lleva a cabo uno de los procedimientos que se describen en el presente documento.

En general ejemplos de realización de la presente invención pueden estar implementados como producto de programa de ordenador con un código de programa, siendo eficaz el código de programa para llevar a cabo uno de los procedimientos cuando el producto de programa de ordenador se ejecuta en un ordenador.

El código de programa puede estar, por ejemplo, también memorizado en un soporte legible por máquina.

Otros ejemplos de realización comprenden el programa de ordenador para llevar a cabo uno de los procedimientos descritos en el presente documento, estando memorizado el programa de ordenador en un soporte legible por máquina.

Dicho con otras palabras, un ejemplo de realización del procedimiento de acuerdo con la invención es de este modo

un programa de ordenador, el cual presenta un código de programa para llevar a cabo un procedimiento descrito en el presente documento, cuando el programa de ordenador se ejecuta en un ordenador.

5 Otro ejemplo de realización del procedimiento de acuerdo con la invención es por lo tanto un soporte de datos (o un medio de memoria o un medio legible por ordenador), en el cual está grabado el programa de ordenador para llevar a cabo uno de los procedimientos descritos en el presente documento. El soporte de datos, el medio de memoria digital o el medio legible por ordenador son típicamente tangibles y/o no perecederos o no temporales.

10 Otro ejemplo de realización del procedimiento de acuerdo con la invención es por lo tanto un flujo de datos o una secuencia de señales, el cual o la cual representa o representan el programa de ordenador para llevar a cabo uno de los procedimientos descritos en el presente documento. El flujo de datos o la secuencia de señales puede o pueden estar configurados, por ejemplo, para ser transferidos a través de una conexión de comunicación de datos, por ejemplo, a través de Internet.

15 Otro ejemplo de realización comprende un equipo de procesamiento, por ejemplo, un ordenador o un componente lógico programable, que están configurados o adaptados para llevar a cabo uno de los procedimientos descritos en el presente documento.

20 Otro ejemplo de realización comprende un ordenador, en el cual está instalado el programa de ordenador para llevar a cabo uno de los procedimientos descritos en el presente documento.

25 Otro ejemplo de realización de acuerdo con la invención comprende un dispositivo o un sistema, el cual está configurado para transmitir un programa de ordenador para llevar a cabo al menos uno de los procedimientos descritos en el presente documento a un receptor. La transmisión puede producirse, por ejemplo, electrónicamente. El receptor puede ser, por ejemplo, un ordenador, un aparato móvil, un aparato de memoria o un dispositivo parecido. El dispositivo o el sistema puede comprender, por ejemplo, un servidor de archivos para la transmisión del programa de ordenador al receptor.

30 En algunos ejemplos de realización puede usarse un componente lógico programable (por ejemplo, una matriz de puertas programable en campo, una FPGA) para llevar a cabo algunas o todas las funcionalidades de los procedimientos descritos en el presente documento. En algunos ejemplos de realización una matriz de puertas programable en campo puede interactuar con un microprocesador para llevar a cabo uno de los procedimientos descritos en el presente documento. En general se llevan a cabo los procedimientos en algunos ejemplos de realización por parte de un dispositivo de hardware cualquiera. Éste puede ser un hardware de uso universal, como
35 un procesador de ordenador (CPU) o hardware específico para el procedimiento, como, por ejemplo, un ASIC.

40 Los dispositivos que se describen en el presente documento pueden implementarse, por ejemplo, mediante el uso de un aparato de hardware, o mediante el uso de un ordenador, o mediante el uso de una combinación de un aparato de hardware y de un ordenador.

Los dispositivos que se describen en el presente documento o cualesquiera componentes de los dispositivos que se describen en el presente documento pueden estar implementados al menos parcialmente en hardware y/o en software (programa de ordenador).

45 Los procedimientos que se describen en el presente documento pueden implementarse, por ejemplo, mediante el uso de un aparato de hardware, o mediante el uso de un ordenador, o mediante el uso de una combinación de un aparato de hardware y de un ordenador.

50 Los procedimientos que se describen en el presente documento o cualesquiera componentes de los procedimientos que se describen en el presente documento pueden ejecutarse al menos parcialmente mediante hardware y/o mediante software.

55 Los ejemplos de realización que se han descrito arriba representan únicamente una ilustración de los principios de la presente invención. Se entiende que modificaciones y variaciones de las disposiciones y detalles descritos en el presente documento resultarán evidentes para otros expertos en la materia. Por lo tanto, se pretende que la invención esté limitada únicamente por el alcance de la protección de las siguientes reivindicaciones y no por los detalles específicos, los cuales se han presentado en el presente documento mediante la descripción y la explicación de los ejemplos de realización.

REIVINDICACIONES

1. Dispositivo (12) para evaluar una comunicación entre un primer nodo (14, A, STA) y un segundo nodo (16, B, AP) de un sistema de radiocomunicación (18) que presenta las siguientes características:

5

un dispositivo (10) para generar una señal (34) que contiene una base de evaluación para evaluar la comunicación entre el primer nodo (14, A, STA) y el segundo nodo (16, B, AP) del sistema de radiocomunicación (18) con ayuda de una primera versión (22, L_{STA} → Monitor) recibida de un nodo pasivo (20) a posicionar dentro del alcance del primer nodo de una señal de radio (24, L_{STA} → Monitor, L_{STA} → AP) enviada del primer nodo (14, A, STA) al segundo nodo (16, B, AP) que difiere de una segunda versión (26) realmente recibida en el segundo nodo debido a una desviación de la posición del nodo pasivo del segundo nodo, y

10

un equipo (28) para realizar la evaluación de la comunicación entre el primer y el segundo nodo con ayuda de la señal;

15

presentando el dispositivo para generar la señal (34)

un equipo (30, 62) para detectar desviaciones de la primera versión de la señal de radio de la segunda versión (26) de la señal de radio recibida del segundo nodo (16, B, AP); y

un equipo (32) para generar la señal con ayuda de las desviaciones;

20

y

estando diseñado el equipo (30, 62) para detectar, sin acceso a la señal de radio enviada y a la versión (26) realmente recibida en el segundo nodo, las desviaciones de la primera versión de la señal de radio de la segunda versión (26) de la señal de radio recibida por el segundo nodo (16, B, AP), a saber

25

mediante la detección de paquetes que faltan en la primera versión en comparación con la segunda versión mediante la detección de omisiones en los números de secuencia en una secuencia de paquetes en la primera versión y/o

30

mediante la detección de paquetes que faltan en la segunda versión en comparación con la primera versión que no usan números de secuencia, mediante la comprobación de una secuencia lógica de paquetes para detectar una infracción de las reglas del protocolo,

estando diseñado el equipo (32) para generar para obtener la señal que contiene la base de evaluación mediante modificación de la primera versión de la señal de radio con ayuda de las desviaciones y/o añadidura de una información adicional relativa a las desviaciones a la misma, de modo que la evaluación con ayuda de la señal se aproxima más a la que realmente se habría obtenido con ayuda de la segunda versión 26 recibida del segundo nodo (16, B, AP).

35

2. Dispositivo según la reivindicación 1, en el que el equipo para detectar está diseñado para realizar la detección mediante análisis espectral para obtener información espectral.

40

3. Dispositivo según la reivindicación 1 o 2, en el que el equipo para detectar está diseñado para realizar la detección mediante demodulación para obtener contenidos de paquetes.

45

4. Dispositivo según una de las reivindicaciones anteriores, que presenta además un equipo (64) para clasificar las desviaciones a fin de obtener una clasificación de las desviaciones, estando diseñado el equipo para generar para usar la clasificación de las desviaciones en la modificación y/o la añadidura.

50

5. Dispositivo según la reivindicación 4, en el que el equipo para clasificar está diseñado para realizar la clasificación mediante una evaluación de secciones incorrectas de la primera versión de acuerdo con una corrección de errores hacia adelante de la primera versión.

6. Dispositivo según la reivindicación 4 o 5, distinguiendo la clasificación entre clases que presentan una o varias de las siguientes clases:

55

un paquete recibido en la primera versión y que falta en la segunda versión,

un paquete recibido en la segunda versión y que falta en la primera versión,

una frecuencia con la que un paquete existe en una de la primera y segunda versión, pero no en la otra primera y segunda versión,

60

una asociación a una causa de desviación de una pluralidad de causas de desviación.

7. Dispositivo según una de las reivindicaciones anteriores, en el que el equipo (30) para generar está diseñado para someter a una corrección, en el marco de la modificación, primeras partes de la primera versión recibidas incorrectamente según las desviaciones de la segunda versión.

8. Dispositivo según la reivindicación 7, en el que el equipo para generar está diseñado para transformar, en el marco de la corrección, un paquete recibido incorrectamente en la primera versión mediante una evaluación de paquetes recibidos anteriormente sin errores en la primera versión.
- 5 9. Dispositivo según una de las reivindicaciones anteriores, en el que el equipo para generar está diseñado para insertar por interpolación, en el marco de la modificación de la primera versión, en lugar de segundas partes de la primera versión que faltan según las desviaciones en comparación con la segunda versión, una versión reconstruida de la segunda parte en la primera versión.
- 10 10. Dispositivo según la reivindicación 9, en el que el equipo para generar está diseñado para generar la versión reconstruida de la segunda parte independientemente de la exactitud de datos útiles de la señal enviada.
11. Dispositivo según la reivindicación 8 o 9, en el que el equipo para generar está diseñado para realizar la inserción en el tiempo en momentos seleccionados mediante reglas predeterminadas para compensar ambigüedades de los momentos.
- 15 12. Dispositivo según una de las reivindicaciones anteriores, en el que el equipo para generar está diseñado de tal manera que la señal comprende una base de evaluación como sustituto de la segunda versión con el fin de una evaluación de una posición de observación del nodo pasivo, y está diseñado para determinar la evaluación de la posición de observación del nodo pasivo con ayuda de las desviaciones.
- 20 13. Dispositivo según una de las reivindicaciones anteriores, que está diseñado para evaluar señales de radio procedentes de más de un nodo (14, 16) de la red de radiocomunicación.
- 25 14. Dispositivo según una de las reivindicaciones anteriores, que está diseñado para evaluar primeras versiones de la señal de radio de más de un nodo pasivo.
15. Dispositivo según una de las reivindicaciones anteriores,
- 30 realizando el equipo para realizar la evaluación la misma de tal manera que la evaluación es insensible o más insensible a al menos algunas desviaciones de la base de evaluación de la señal de radio enviada que se refieren a datos útiles en la señal de radio enviada que a las desviaciones que se refieren a encabezados de paquetes, y estando diseñado el equipo para generar, que está diseñado para modificar la primera versión y/o añadir información adicional a la misma, para someter a una corrección, en el marco de la modificación de la primera versión, partes más allá de los datos útiles de la primera versión, que se han recibido incorrectamente según las desviaciones de la segunda versión.
- 35 16. Procedimiento para evaluar una comunicación entre un primer nodo (14, A, STA) y un segundo nodo (16, B, AP) de un sistema de radiocomunicación (18), que presenta los siguientes pasos:
- 40 generar una señal (34) que contiene una base de evaluación para evaluar la comunicación entre el primer nodo (14, A, STA) y el segundo nodo (16, B, AP) del sistema de radiocomunicación (18) con ayuda de una primera versión (22, L_{STA → Monitor}) recibida de un nodo pasivo (20) a posicionar dentro del alcance del primer nodo de una señal de radio (24, L_{STA → Monitor}, L_{STA → AP}) enviada del primer nodo (14, A, STA) al segundo nodo (16, B, AP) que difiere de una segunda versión (26) realmente recibida en el segundo nodo debido a una desviación de la posición del nodo pasivo del segundo nodo, y
- 45 evaluar la comunicación entre el primer y el segundo nodo con ayuda de la señal, estando caracterizada la generación de la señal (34) por
- 50 la detección de desviaciones de la primera versión de la señal de radio de la segunda versión (26) de la señal de radio recibida del segundo nodo (16, B, AP); y por la generación de la señal con ayuda de las desviaciones
- y
- 55 realizándose la detección sin acceso a la señal de radio enviada y a la versión (26) realmente recibida en el segundo nodo, en el que
- 60 la detección de paquetes que faltan en la primera versión en comparación con la segunda versión se realiza mediante la detección de omisiones en los números de secuencia en una secuencia de paquetes en la primera versión, y/o la detección de paquetes que faltan en la segunda versión en comparación con la primera versión, que no usan números de secuencia, se realiza mediante la comprobación de una secuencia lógica de paquetes para detectar una infracción de las reglas del protocolo;

comprendiendo la generación de la señal una obtención de la señal que contiene la base de evaluación mediante modificación de la primera versión de la señal de radio con ayuda de las desviaciones y/o añadidura de una información adicional relativa a las desviaciones a la misma, de modo que la evaluación con ayuda de la señal se aproxima más a la que realmente se habría obtenido con ayuda de la segunda versión 26 recibida del segundo nodo (16, B, AP).

17. Programa de ordenador con un código de programa para llevar a cabo el procedimiento según la reivindicación 16 cuando el programa se ejecuta en un ordenador.

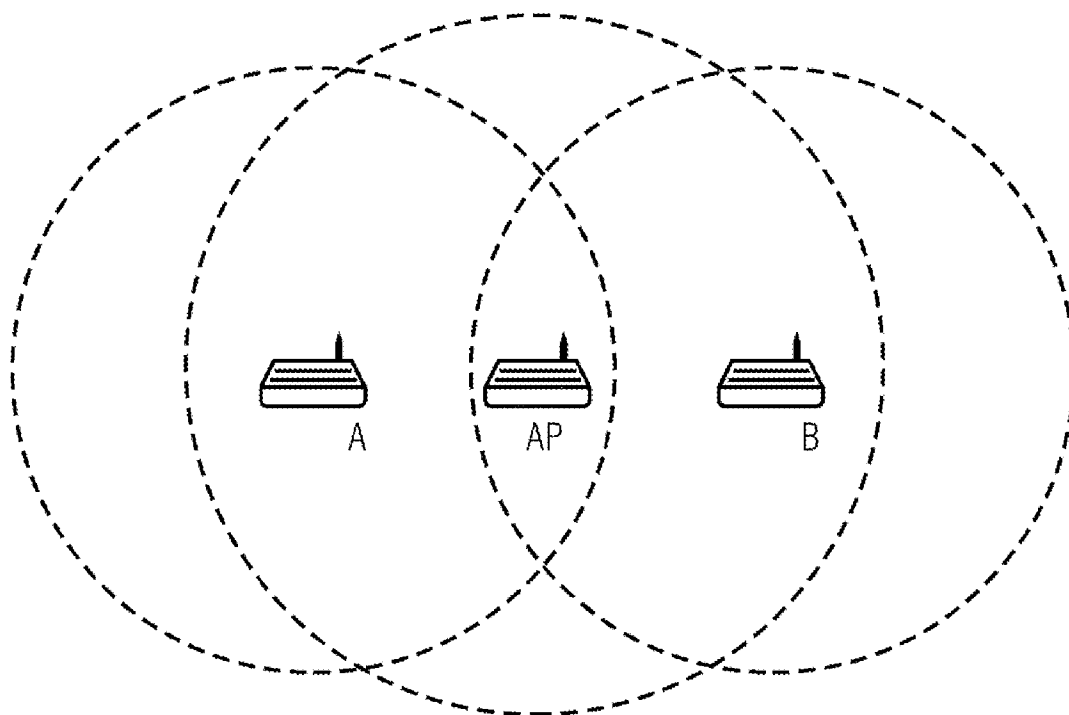


Fig. 1

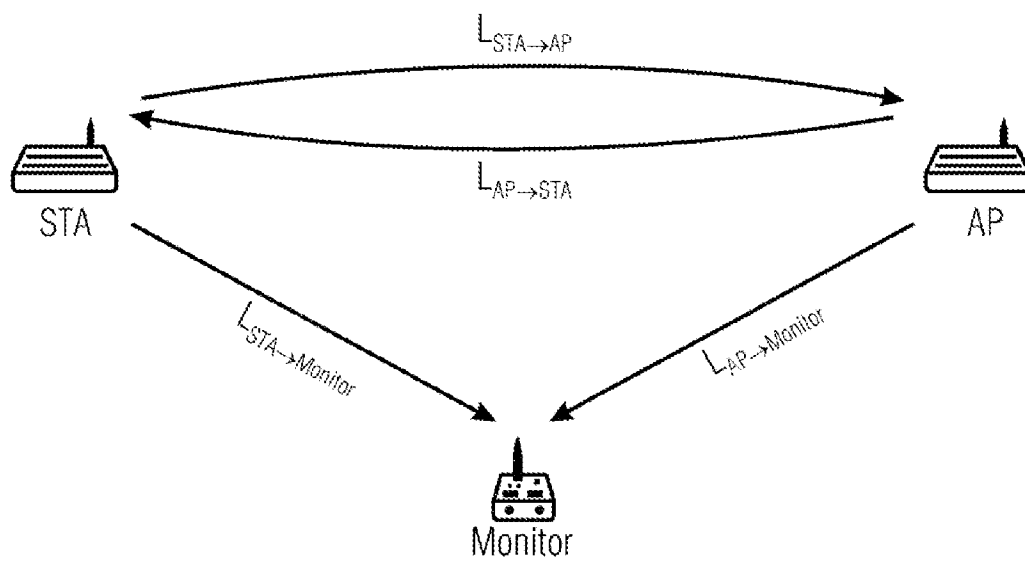


Fig. 2

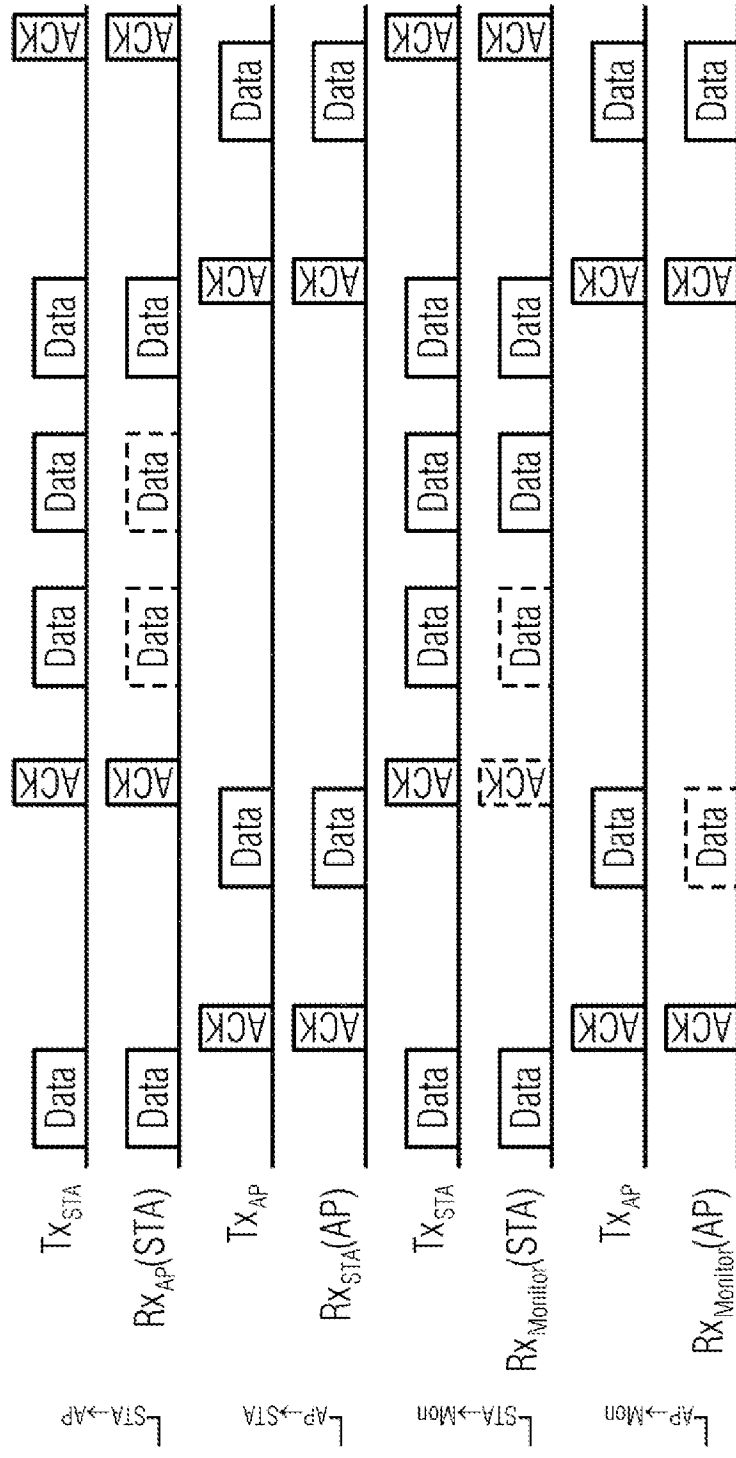


Fig. 3

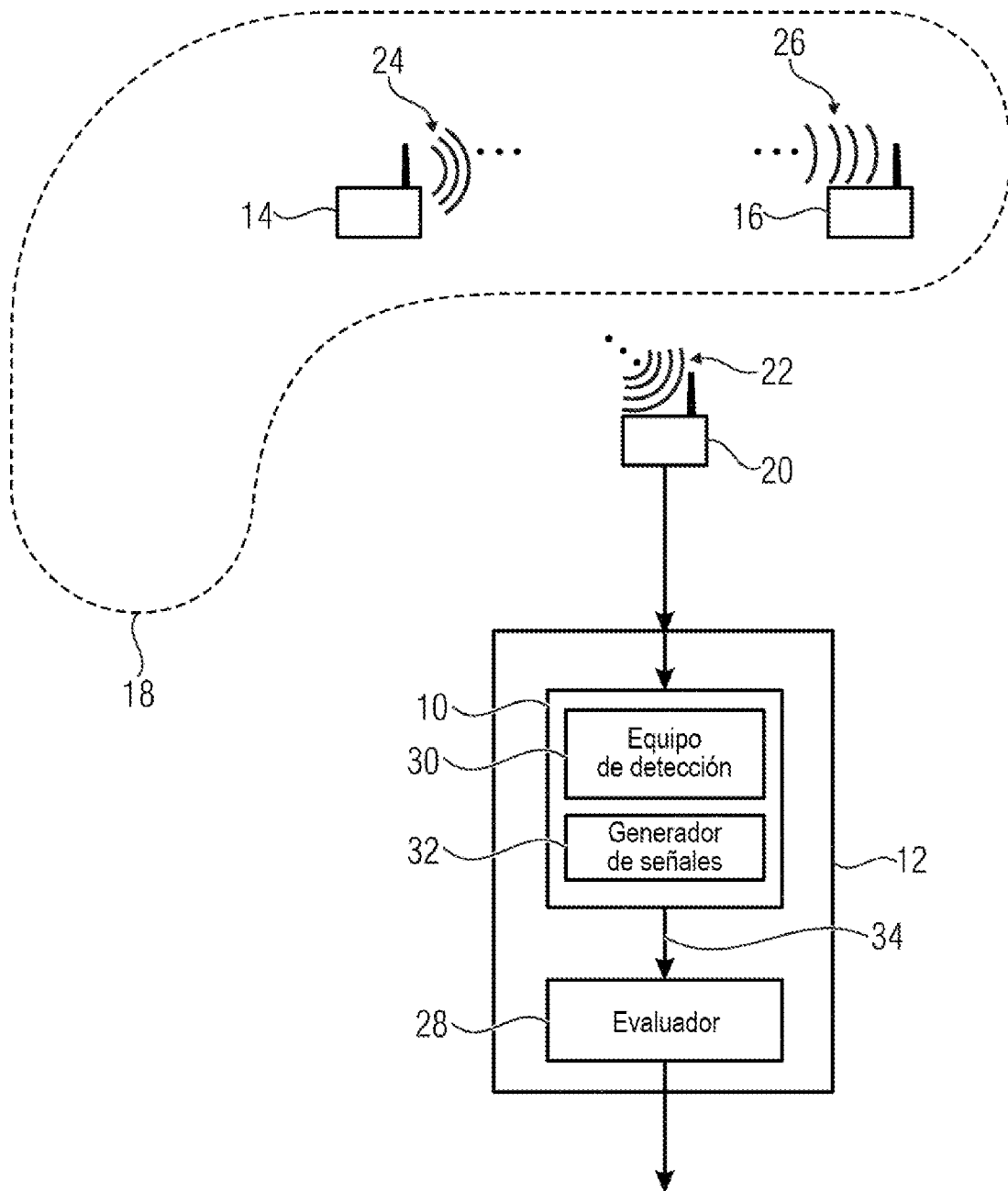


Fig. 4

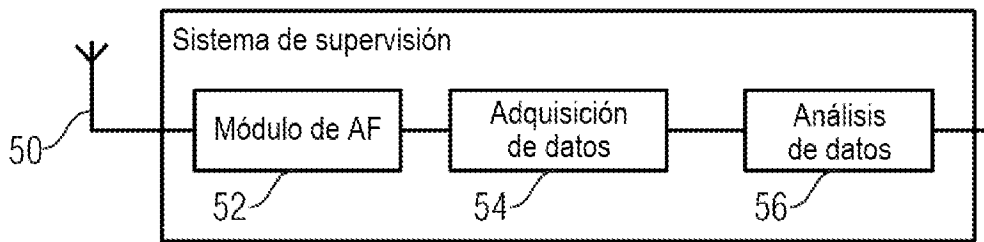


Fig. 5

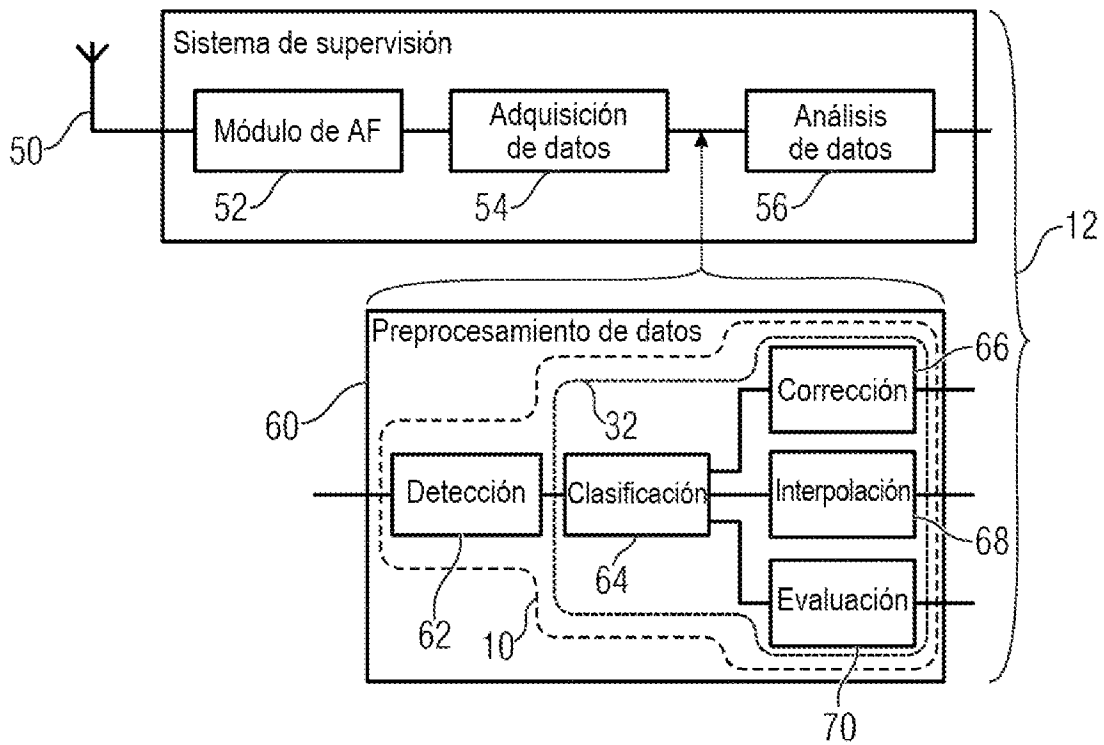


Fig. 6

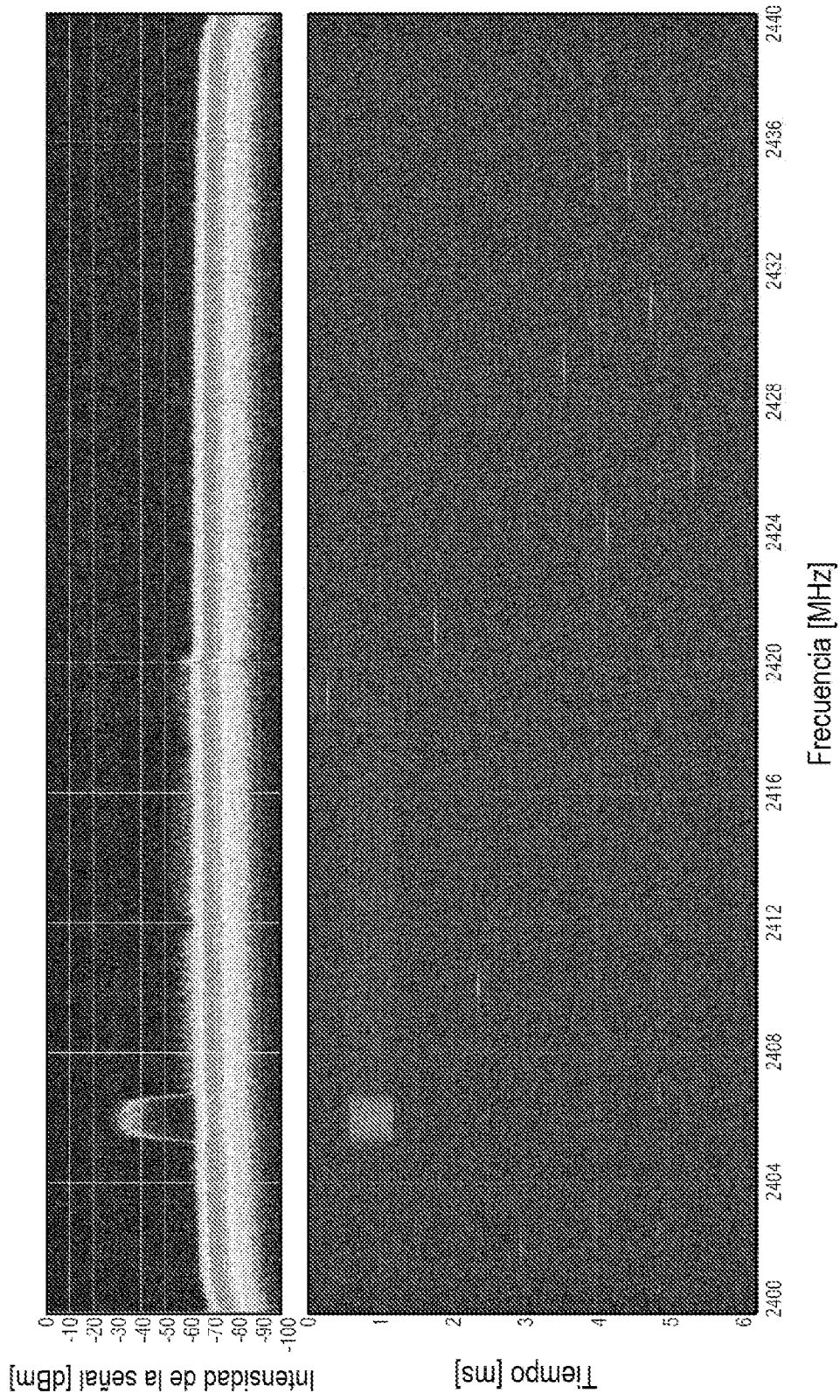


Fig. 7