

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 966 035**

51 Int. Cl.:

G08B 25/00 (2006.01)

G08B 25/10 (2006.01)

G08B 29/24 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **11.12.2019** **E 19215371 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **22.11.2023** **EP 3836107**

54 Título: **Sistema de monitorización de seguridad**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
18.04.2024

73 Titular/es:
VERISURE SÀRL (100.0%)
Chemin Jean-Baptiste Vandelle 3/3A
1290 Versoix, CH

72 Inventor/es:
BLOMÉ, PER OLOF

74 Agente/Representante:
ELZABURU, S.L.P

ES 2 966 035 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

Sistema de monitorización de seguridad

Campo técnico

5 La presente invención se refiere a un sistema de monitorización de seguridad para monitorizar instalaciones, un nodo y una unidad central para tal sistema, y métodos para operar el nodo y la unidad central.

Antecedentes

10 Los sistemas de monitorización de seguridad para monitorizar instalaciones típicamente proporcionan un medio para detectar la presencia y/o acciones de personas en las instalaciones y reaccionar a eventos detectados. Comúnmente, tales sistemas incluyen sensores de diversos tipos para detectar la apertura y cierre de puertas y ventanas, o su intento de forzar o romper, detectores de movimiento para monitorizar espacios en busca de señales de movimiento, micrófonos para detectar sonidos tales como vidrios rotos y sensores de imágenes para capturar imágenes fijas o en movimiento de zonas monitorizadas. Tales sistemas pueden ser autónomos, con indicadores de alarma, tales como sirenas y luces intermitentes, que se pueden activar en caso de que se detecte una condición de alarma. Tales instalaciones incluyen típicamente una unidad central que está acoplada a los sensores, detectores, cámaras, etc. (a 15 los que se hace referencia generalmente en la presente memoria como "nodos"), y que procesa las notificaciones recibidas y determina una respuesta. La unidad central típicamente está vinculada a los diversos nodos de manera inalámbrica, en lugar de mediante cables, dado que esto facilita la instalación (haciéndola más rápida y, por lo tanto, potencialmente más barata) y también proporciona algunas salvaguardas contra sensores/detectores que se deshabilitan desconectándolos de la unidad central. De manera similar, para facilitar la instalación y mejorar la 20 seguridad, los nodos de tales sistemas típicamente tienen una fuente de alimentación autónoma, tal como una batería, en lugar de alimentación de red.

25 Alternativamente, un sistema de monitorización de seguridad puede incluir tal instalación en unas instalaciones, domésticas o comerciales, que esté vinculado a una Estación Central de Monitorización (CMS) donde operadores típicamente humanos gestionan las respuestas requeridas por diferentes tipos de alarmas y notificaciones. En tales sistemas monitorizados centralmente, la unidad central en la instalación de las instalaciones típicamente procesa las notificaciones recibidas de los nodos en la instalación y notifica a la Estación Central de Monitorización solo algunas de estas, dependiendo de la configuración del sistema y la naturaleza de los eventos detectados. En tal configuración, la unidad central de la instalación está actuando efectivamente como pasarela entre los nodos y la Estación Central de Monitorización.

30 Con conectividad inalámbrica entre los nodos y la unidad central, el área que se puede proteger mediante un sistema de monitorización de seguridad dependerá del alcance de las señales inalámbricas. A medida que las viviendas son cada vez más grandes y existe la necesidad de proteger también los anexos de los edificios, el alcance de las señales inalámbricas llega a ser en el factor limitante.

35 Tanto en los sistemas de monitorización de seguridad gestionados centralmente como en los autónomos, una de las cuestiones más importantes, desde una perspectiva práctica, es la duración de la batería de los nodos de la instalación, es decir, la duración de la batería de los diversos detectores, sensores, cámaras, etc. Obviamente, si la batería de un nodo pierde suficiente energía, el nodo puede ser incapaz de detectar un cambio de estado o contactar con la unidad central y, en consecuencia, la instalación de seguridad desarrolla un punto débil donde un intruso puede acceder a las instalaciones sin ser detectado. Para los sistemas gestionados de manera centralizada, normalmente es 40 responsabilidad de la empresa que gestiona el sistema, más que del propietario u ocupante de las instalaciones, cambiar las baterías y, obviamente, cuanto más corta sea la duración de las baterías en los nodos, más frecuentemente necesitan ser hechas las visitas al sitio y el mayor será el coste administrativo. En consecuencia, controlar el consumo de energía en los nodos es una alta prioridad.

45 Tanto en los sistemas de monitorización de seguridad gestionados centralmente como en los autónomos, también es deseable que los nodos y otros elementos del sistema tengan una larga vida útil, por ejemplo, de al menos 10 a 15 años, a pesar de que los osciladores controlados por cristal utilizados tanto en los nodos como en la unidad central se puede esperar que cambien significativamente su frecuencia de resonancia durante esta escala de tiempo.

Además de esto, es muy importante asegurar una entrega rápida y oportuna de notificaciones y alarmas desde el nodo a la CMS.

50 El documento EP2542011A1 se refiere a una técnica ágil de sincronización de radio de frecuencia de escuchar antes de hablar. Un sistema de comunicación por radiofrecuencia incluye un transmisor que selecciona un canal de frecuencia de entre múltiples canales de frecuencia disponibles para el transmisor y para un receptor, escucha para asegurarse de que un canal seleccionado no se utilice antes de transmitir y envía un preámbulo más largo en el tiempo que un tiempo de escaneo del receptor durante el cual el receptor está operativo para escanear todos los canales de frecuencia disponibles para el transmisor y el receptor para el preámbulo. Esto permite a los receptores escanear 55 todos los canales para encontrar el preámbulo y fijarse en el nuevo canal para recibir datos transmitidos posteriormente mientras que se está transmitiendo el preámbulo sin conocimiento previo de la nueva frecuencia del transmisor. En

un ejemplo adicional, los datos de preámbulo transmitidos comprenden datos codificados que los receptores pueden leer y reconocer como dirigidos al receptor previsto, asegurando que el transmisor restablezca un enlace de comunicaciones con el receptor o receptores previstos.

5 Se dice que el uso de radios de escaneo en un entorno de radio de escucha antes de hablar con frecuencia ágil permite que la radio de transmisión determine si un canal está ocupado o tiene un alto nivel de ruido o interferencia antes de cambiar las frecuencias, de manera que el transmisor pueda simplemente seleccionar otra frecuencia o canal y transmitir una vez que se haya determinado que un canal está disponible.

10 Se dice que una ventaja adicional de utilizar un enfoque de escuchar antes de hablar es que exime al transmisor de esta limitación del ciclo de trabajo, "ya que se supone que el sistema de escuchar antes de hablar impone cierta equidad en el uso del tiempo disponible en un espectro de frecuencia limitado. Esto hace que las radios de 868 MHz que emplean tecnologías de escuchar antes de hablar sean deseables en el sentido de que no están sujetas a las limitaciones del ciclo de trabajo impuestas para asegurar que otros dispositivos tengan la oportunidad de utilizar los mismos canales de frecuencia".

Compendio

15 La invención está definida por las reivindicaciones independientes 1, 7, 22 y 24. Según un primer aspecto, la presente invención proporciona una unidad central de un sistema de monitorización de seguridad, la unidad central que tiene al menos un transceptor de radiofrecuencia, y una unidad de control para controlar el al menos un transceptor de radiofrecuencia, la unidad central que está configurada para proporcionar un primer modo de comunicación de RF, para comunicación directa con un nodo del sistema de monitorización de seguridad, y un modo de comunicación alternativo de largo alcance para comunicación directa con el nodo, el primer modo de comunicación que soporta una tasa de bits máxima más alta que el modo de largo alcance, y el modo de largo alcance que soporta un rango de transmisión mayor que el primer modo, en donde el modo de comunicación de largo alcance se proporciona en un canal de comunicación de largo alcance que se compone de múltiples diferentes subcanales de radiofrecuencia, y en donde los múltiples subcanales de radiofrecuencia diferentes son subcanales virtuales contiguos dentro de un canal de comunicaciones de largo alcance que está definido por un par de bandas de guarda; la unidad de control que está configurada para: controlar un transceptor de radiofrecuencia de la unidad central para sintonizar uno de los múltiples subcanales de radiofrecuencia diferentes que juntos componen el canal de comunicación de largo alcance y escuchar un preámbulo transmitido por el nodo, y en el caso de que no se detecte ningún preámbulo dentro de un período predeterminado, controlar dicho transceptor de radiofrecuencia de la unidad central para sintonizar otro de los múltiples subcanales de radiofrecuencia diferentes para escuchar un preámbulo transmitido por el nodo, y repetir este procedimiento hasta que se hayan utilizado todos los múltiples subcanales de radiofrecuencia diferentes o se haya detectado un preámbulo; y, en el caso de que se detecte un preámbulo, escuchar una palabra de sincronización, y tras la detección de una palabra de sincronización válida hacer que un transceptor de radiofrecuencia de la unidad central transmita un acuse de recibo en una radiofrecuencia dentro de uno de los subcanales virtuales del canal de comunicación de largo alcance y, posteriormente, comunicarse con el nodo usando una radiofrecuencia dentro de uno de los subcanales virtuales del canal de comunicación de largo alcance.

En unidades centrales según el primer aspecto, la unidad de control de la unidad central se puede configurar para transmitir el acuse de recibo en el subcanal de radiofrecuencia en el que se recibió la palabra de sincronización válida.

40 Tales unidades centrales según el primer aspecto se pueden configurar, en base a la frecuencia en la que se recibió el preámbulo desde el nodo, para estimar la precisión de un oscilador de cristal del nodo, y si la precisión estimada es menor que un nivel predeterminado proporcionar una señal de realimentación al nodo, en base a esa estimación, permitir que el nodo compense la precisión del oscilador de cristal cuando se sintoniza un transceptor de radiofrecuencia del nodo.

45 Tales unidades centrales se pueden configurar para usar el mismo transceptor de radiofrecuencia para transmitir mensajes usando el primer modo de comunicación de RF y usando el modo de comunicación de largo alcance.

En tales unidades centrales, el transceptor de radiofrecuencia que se utiliza para sintonizar los múltiples subcanales de radiofrecuencia diferentes y para escuchar un preámbulo transmitido por el nodo se puede configurar para utilizar la Llegada de Señal Digital (DSA) para detectar un patrón de preámbulo válido.

50 Según un segundo aspecto, la presente invención proporciona un nodo de un sistema de monitorización de seguridad, el nodo que tiene un transceptor de radiofrecuencia de nodo configurado para proporcionar un primer modo de comunicación de RF, para comunicación directa con una unidad central del sistema de monitorización de seguridad, y un modo de comunicación de largo alcance alternativo para comunicación directa con la unidad central, el primer modo de comunicación que soporta una tasa de bits máxima más alta que el modo de largo alcance, y el modo de largo alcance que soporta un rango de transmisión mayor que el primer modo, en donde el modo de comunicación de largo alcance se proporciona en un canal de comunicación de largo alcance que está compuesto de múltiples subcanales de radiofrecuencia diferentes, y en donde los múltiples subcanales de radiofrecuencia diferentes son subcanales virtuales contiguos dentro de un canal de comunicaciones de largo alcance que está definido por un par de bandas de guarda; un controlador del nodo que se está configurando para:

intentar establecer comunicación con la unidad central utilizando el modo de comunicación de largo alcance:

transmitiendo un mensaje que comprende un preámbulo seguido de una palabra de sincronización en una frecuencia dentro de uno de los subcanales virtuales de un canal de comunicaciones de largo alcance, y

5 escuchando un acuse de recibo procedente de la unidad central en una frecuencia dentro del canal de comunicaciones de largo alcance;

y, en el caso de que se reciba un acuse de recibo de la unidad central en una de las múltiples frecuencias diferentes, comunicarse con la unidad central utilizando una frecuencia dentro del canal de comunicación de largo alcance; y, en el caso de que se reciba un acuse de recibo de la unidad central en uno de los múltiples subcanales de frecuencia diferentes, comunicarse con la unidad central utilizando una frecuencia dentro de uno de los subcanales virtuales del canal de comunicación de largo alcance.

10 Con el nodo del segundo aspecto, el controlador de nodo se puede configurar para controlar el transceptor del nodo para comunicarse con la unidad central utilizando la frecuencia en la que se recibió un acuse de recibo de la unidad central. El nodo del primer aspecto se puede configurar, al ser desencadenado inicialmente, para intentar establecer comunicación directa con la unidad central usando el primer modo de comunicación de RF y, si el nodo es incapaz de establecer comunicación directa con la unidad central usando la primera configuración, intentar establecer comunicación directa con la unidad central utilizando el modo de comunicación de largo alcance.

El nodo del segundo aspecto se puede configurar además, cuando se intenta establecer comunicación directa con la unidad central usando el primer modo de comunicación de RF, para intentar primero la comunicación usando la frecuencia en la que el nodo recibió por última vez un acuse de recibo de la unidad central.

20 El nodo se puede configurar además, al establecer comunicación directa con la unidad central para recibir un acuse de recibo de la unidad central para intercambiar claves de seguridad y configuraciones del sistema usando el modo de comunicación que fue utilizado por el nodo para establecer comunicación directa con la unidad central, y posteriormente comunicarse con la unidad central directamente utilizando ese modo de comunicación.

25 En tales nodos, el controlador de nodo se puede configurar para utilizar una señal de realimentación del oscilador de cristal procedente de la unidad central para compensar la inexactitud del oscilador de cristal cuando se sintoniza el transceptor de radiofrecuencia del nodo.

Según un tercer aspecto, se proporciona un sistema de monitorización de seguridad que comprende una unidad central según el primer aspecto y un nodo según el segundo aspecto.

30 Tal sistema permite que los nodos se comuniquen de manera fiable con la unidad central utilizando un canal de largo alcance y ancho de banda estrecho incluso cuando hay una deriva de frecuencia entre los nodos y la unidad central. Así, por ejemplo, incluso durante una vida útil de 10 a 15 años, durante la cual se espera un cambio significativo en la frecuencia de resonancia del cristal, es posible proporcionar una comunicación fiable de largo alcance a través de un canal de ancho de banda estrecho.

35 Preferiblemente, en los sistemas de monitorización de seguridad del primer aspecto, la unidad de control de la unidad central está configurada para transmitir el acuse de recibo en el subcanal de radiofrecuencia en el que se recibieron el preámbulo y la palabra de sincronización válida.

Preferiblemente, en los sistemas de monitorización de seguridad del primer aspecto, el controlador de nodo está configurado para controlar el transceptor del nodo para transmitir en la frecuencia central del canal de comunicaciones de largo alcance.

40 Preferiblemente, los múltiples subcanales de radiofrecuencia diferentes se proporcionan por al menos 6 subcanales virtuales de radio diferentes, por ejemplo 8 o 10 subcanales.

Cada uno de los subcanales puede abarcar un rango de frecuencia de no más de 5 kHz, por ejemplo cada uno de los subcanales puede abarcar un rango de frecuencia de entre 1,5 y 3 kHz.

45 En cualquiera de estos sistemas de monitorización de seguridad, el nodo se puede configurar para intentar establecer comunicación con la unidad central usando el primer modo de comunicación antes de intentar establecer comunicación con la unidad central usando el modo de comunicación de largo alcance, y solo al no establecer comunicación con la unidad central usando el primer modo de comunicación para intentar establecer comunicación con la unidad central usando el modo de comunicación de largo alcance.

50 En cualquiera de estos sistemas de monitorización de seguridad, la unidad central se puede configurar para usar el mismo transceptor de radiofrecuencia para transmitir mensajes usando el primer modo de comunicación de RF y usando el modo de comunicación de largo alcance.

En cualquiera de estos sistemas de monitorización de seguridad la unidad central se puede configurar, en base a la frecuencia en la que se recibió el mensaje del nodo, para estimar la precisión de un oscilador de cristal del nodo, y si

la precisión estimada es menor que un nivel predeterminado proporcionar una señal de realimentación al nodo, en base a esa estimación; y el controlador de nodo está configurado para utilizar la señal de realimentación proporcionada por la unidad central para compensar la precisión del oscilador de cristal cuando se sintoniza el transceptor de radiofrecuencia del nodo.

5 En cualquiera de estos sistemas de monitorización de seguridad, la unidad central se puede configurar para determinar el RSSI para las comunicaciones recibidas desde el nodo usando el modo de comunicación de largo alcance. En tal sistema de monitorización de seguridad, en el caso de que el RSSI determinado esté por encima de un umbral predeterminado, la unidad central se puede configurar para emitir una instrucción al nodo para cambiar del modo de comunicación de largo alcance al primer modo de comunicación.

10 En cualquiera de estos sistemas de monitorización de seguridad, los preámbulos transmitidos por el nodo en el modo de largo alcance pueden tener al menos 10 bytes de longitud, por ejemplo, al menos 12 bytes o al menos 15 o 16 bytes de longitud.

En cualquiera de estos sistemas de monitorización de seguridad, la tasa de datos del modo de comunicación de largo alcance puede ser del 20% o menos, por ejemplo, el 10%, de la tasa de datos del primer modo de comunicación de RF.

15 En cualquiera de estos sistemas de monitorización de seguridad, el modo de comunicación de largo alcance puede operar en la banda ISM g3 de 869,4-869,65 MHz, en la banda ISM de 869,65 a 869,7 MHz o en la banda ISM g4 de 869,7 a 870,0 MHz.

20 En cualquiera de estos sistemas de monitorización de seguridad, el primer modo de comunicación de RF puede operar en la banda ISMg1 de 868,0-868,6 MHz o en la banda ISM g2 de 868,7 a 869,2 MHz.

En cualquiera de estos sistemas de monitorización de seguridad, el transceptor de radiofrecuencia de la unidad central que se usa para sintonizar uno de los múltiples subcanales de radiofrecuencia diferentes y para escuchar un preámbulo transmitido por el nodo está configurado preferiblemente para usar Llegada de Señal Digital (DSA) para detectar un patrón de preámbulo válido. Esto permite que la unidad central reconozca patrones de preámbulo rápidamente, lo que significa que el bloqueo de frecuencia entre la unidad central y el nodo se puede lograr más rápidamente.

Según un cuarto aspecto, la presente invención proporciona un método de operación de una unidad central de un sistema de monitorización de seguridad, la unidad central que tiene al menos un transceptor de radiofrecuencia, y una unidad de control para controlar el al menos un transceptor de radiofrecuencia, la unidad central que está configurada para proporcionar un primer modo de comunicación de RF, para comunicación directa con un nodo del sistema de monitorización de seguridad, y un modo de comunicación de largo alcance alternativo para comunicación directa con el nodo, el primer modo de comunicación que soporta una tasa de bits máxima más alta que el modo de largo alcance, y el modo de largo alcance que soporta un mayor rango de transmisión que el primer modo, en donde el modo de comunicación de largo alcance se proporciona en un canal de comunicación de largo alcance que está compuesto de múltiples subcanales de radiofrecuencia diferentes, y en donde los múltiples subcanales de radiofrecuencia diferentes son subcanales virtuales contiguos dentro de un canal de comunicaciones de largo alcance que está definido por un par de bandas de guarda;

el método comprende: controlar un transceptor de radiofrecuencia de la unidad central para sintonizar uno de los múltiples subcanales de radiofrecuencia diferentes que juntos componen un canal de comunicación de largo alcance y escuchar un preámbulo transmitido por el nodo, y en el caso de que no se detecte ningún preámbulo dentro de un período predeterminado, controlar dicho transceptor de radiofrecuencia de la unidad central para sintonizar otro de los múltiples subcanales de radiofrecuencia diferentes y escuchar un preámbulo transmitido por el nodo, y repetir este procedimiento hasta que se hayan utilizado todos los múltiples subcanales de radiofrecuencia diferentes o se haya detectado un preámbulo; y, en el caso de que se detecte un preámbulo, escuchar una palabra de sincronización, y tras la detección de una palabra de sincronización válida, hacer que un transceptor de radiofrecuencia de la unidad central transmita un acuse de recibo en una radiofrecuencia dentro de uno de los subcanales virtuales del canal de comunicación de largo alcance, y, posteriormente comunicarse con el nodo usando una radiofrecuencia dentro de uno de los subcanales virtuales del canal de comunicación de largo alcance.

Opcionalmente, el método del cuarto aspecto comprende además que la unidad de control de la unidad central transmita el acuse de recibo en el subcanal de radiofrecuencia en el que se recibieron el preámbulo y la palabra de sincronización válida.

Según un quinto aspecto, la presente invención proporciona un método de operación de un nodo de un sistema de monitorización de seguridad, el nodo que tiene un transceptor de radiofrecuencia de nodo configurado para proporcionar un primer modo de comunicación de RF, para comunicación directa con una unidad central del sistema de monitorización de seguridad, y un modo de comunicación de largo alcance alternativo para comunicación directa con la unidad central, el primer modo de comunicación que soporta una tasa de bits máxima más alta que el modo de largo alcance, y el modo de largo alcance que soporta un rango de transmisión mayor que el primer modo, en donde el modo de comunicación de largo alcance se proporciona en un canal de comunicación de largo alcance que se

compone de múltiples subcanales de radiofrecuencia diferentes, y en donde los múltiples subcanales de radiofrecuencia diferentes son subcanales virtuales contiguos dentro de un canal de comunicaciones de largo alcance que está definido por un par de bandas de guarda; el método que comprende: intentar establecer comunicación con la unidad central usando el modo de comunicación de largo alcance:

- 5 transmitiendo un mensaje que comprende un preámbulo seguido de una palabra de sincronización en una frecuencia dentro de uno de los subcanales virtuales del canal de comunicación de largo alcance, y

escuchando un acuse de recibo procedente de la unidad central en una frecuencia dentro del canal de comunicación de largo alcance; y, en el caso de que se reciba un acuse de recibo de la unidad central en uno de los subcanales virtuales del canal de comunicación de largo alcance,

- 10 comunicarse con la unidad central usando una frecuencia dentro de uno de los subcanales virtuales del canal de comunicación de largo alcance.

En cualquiera del primer al quinto aspectos, el intento del nodo de comunicarse con la unidad central puede ser consecuencia de que el nodo se desencadene por un evento tal como detección de la apertura de una puerta o ventana, detección de movimiento, etc. Alternativamente, el intento del nodo de comunicarse puede ocurrir cuando se registra con la unidad central, por ejemplo, un registro periódico para actualizaciones o sincronización.

- 15

Breve descripción de los dibujos

Ahora se describirán realizaciones de la invención, solamente a modo de ejemplo, con referencia a los dibujos adjuntos, en los que:

- 20 La Figura 1 es una visión general de un sistema de monitorización de seguridad según un primer aspecto de la invención;

La Figura 2 es un dibujo esquemático que muestra con más detalle características de la pasarela o unidad central de la Figura 1; y

La Figura 3 es un dibujo esquemático que muestra características de un nodo del sistema de monitorización de seguridad según una realización de la invención.

25 Descripción detallada de realizaciones

De aquí en adelante, ciertas realizaciones se describirán más completamente con referencia a los dibujos adjuntos. Sin embargo, la invención se puede realizar de muchas formas diferentes y no se debería interpretar como limitada a las realizaciones expuestas en la presente memoria; más bien, estas realizaciones se proporcionan a modo de ejemplo de modo que esta descripción sea minuciosa y completa, y transmita plenamente el alcance de la invención, tal como se define en las reivindicaciones adjuntas, a los expertos en la técnica.

- 30

Descripción específica

Generalmente, en sistemas de alta seguridad, los nodos están en contacto bidireccional con la unidad central, siendo capaces de recibir información de, así como enviar información a, la Unidad Central. Por ejemplo, algunas instalaciones de monitorización de seguridad pueden operar de forma sincronizada, con cada uno de los nodos que tiene un reloj interno que se debe mantener sincronizado con el reloj maestro de la Unidad Central. Para mantener la sincronización, la unidad central puede enviar señales de baliza periódicas, y los nodos escuchan estas periódicamente y ajustan su sincronización de reloj según sea necesario. Tal sincronización puede ayudar a asegurar que varios nodos puedan comunicarse con la unidad central, en caso de detectar un incidente, sin que las transmisiones de los nodos colisionen. Típicamente, tales sistemas de radio de baja potencia hacen uso de canales de radio ISM y protocolos diseñados para reducir el consumo de energía.

- 35
- 40

Cuando no se escuchan las balizas de sincronización y cuando no se envía una notificación de evento, los radios de los nodos típicamente están en un estado de suspensión de bajo consumo de energía. Algunos detectores y sensores, tales como los interruptores magnéticos utilizados en puertas y ventanas y los detectores de PIR, prácticamente no consumen energía mientras esperan detectar un evento. Pero otros detectores, tales como las cámaras, necesitan tener una funcionalidad de alta potencia y apagarse para evitar consumir energía; típicamente, solamente siendo encendidas cuando se desencadena por la funcionalidad de batería baja del detector, o cuando ellas u otro sensor asociado detecta movimiento o cuando se le dan instrucciones para encenderse por la Unidad Central 110.

- 45

En general, los nodos pueden notificar eventos a la unidad central solamente con cantidades muy modestas de datos. Las principales excepciones son los sensores que proporcionan datos de imagen, los sensores de imagen - generalmente cámaras de algún tipo, y los que proporcionan datos de sonido -micrófonos, cada uno de los cuales puede producir cantidades significativas de datos. Aunque, por supuesto, es posible enviar cantidades tan grandes de datos a través de un canal de tasa de bits baja, esto requiere un tiempo considerable, lo que significa que el transceptor debe estar encendido al menos durante la duración de la transmisión y, en consecuencia, consume mucha energía. También, en muchas frecuencias existen regulaciones que controlan cuánto tiempo se le permite a un dispositivo

- 50

transmitir de manera inalámbrica dentro de un cierto período de tiempo. Si un evento se ha detectado por un sensor tal como un PIR o un sensor de apertura de puerta/ventana y hay, por ejemplo, una cámara de vídeo capaz de monitorizar una zona que incluye la ubicación del evento, sería deseable ser capaces de transferir imágenes utilizables y fotogramas de vídeo a la unidad central lo antes posible de modo que se pueda determinar la naturaleza y escala de la amenaza - y de modo que en un sistema monitorizado centralmente las imágenes/secuencia de vídeo se puedan reenviar a la CMS 200 para su análisis y acción.

Los sistemas de monitorización de seguridad generalmente incluyen muchos nodos. En general, cuando un nodo en un sistema detecta un incidente, la mayoría de los otros nodos en el sistema no detectan un incidente pero permanecen armados listos para detectar otro incidente. La unidad central recibe una señal del nodo que ha detectado un incidente y puede responder a esto señalando al nodo o nodos adyacentes, además de posiblemente comunicarse con la CMS 200. Pero es deseable que la unidad central continúe escuchando informes de otros incidentes de otros nodos, así como para señalando a los otros nodos para control y otros propósitos, mientras se intercambian comunicaciones con el nodo o nodos en el sitio del incidente reportado. Con este fin, en realizaciones de la invención, la unidad central incluye preferiblemente al menos dos transceptores para comunicación simultánea con los nodos del sistema de monitorización para proporcionar diversidad. Preferiblemente, cada uno de los al menos dos transceptores es sintonizable. Preferiblemente, uno de los transceptores está dedicado al modo de comunicación de largo alcance, mientras que otro de los transceptores está dedicado a proporcionar un canal de tasa de datos más alta (por ejemplo, un enlace de comunicación estándar).

La Figura 1 es una visión general de un sistema de monitorización de seguridad según un primer aspecto de la invención. La figura muestra una instalación doméstica estilizada 100 de un sistema de monitorización según una realización de la invención, y un centro de monitorización (Estación Central de Monitorización) 200 que soporta la instalación doméstica. La instalación 100 incluye una pasarela o unidad central, 110, a la que también se hace referencia como unidad de control, que está conectada al centro de monitorización 200 mediante una conexión de datos 150. La conexión de datos 150 se puede proporcionar a través de una línea telefónica, una conexión a Internet de banda ancha, Ethernet, una conexión de datos dedicada, o de manera inalámbrica, por ejemplo, usando una red de LTE o GSM, y en general existirán múltiples de estas opciones para cualquier instalación, de modo que haya seguridad y diversidad de conexión entre la pasarela 110 y el centro de monitorización 200. Para seguridad adicional, la unidad central 110, los sensores y nodos del sistema, y el centro de monitorización pueden estar todos dotados con medios para soportar una conexión de radio ISM, por ejemplo, en la banda de frecuencia europea de 863 a 870MHz, preferiblemente una configurado para resistir interferencias.

La instalación doméstica 100 implica una disposición típica donde las puertas exteriores 120 y ventanas 124 están equipadas con sensores 114, por ejemplo, sensores de contacto magnético, para detectar la apertura de la puerta o ventana, y/o sensores de contacto magnético y de choque (que también incluyen un acelerómetro, por ejemplo, para detectar intentos de romper la ventana o la puerta). Cada una de las habitaciones del edificio que tiene la instalación puede estar dotada con un detector combinado de fuego/humo 116. Además, varias habitaciones tienen detectores de movimiento 118, tales como detectores de infrarrojos pasivos (PIR), para detectar movimiento dentro de una zona observada dentro de la habitación. La puerta de entrada 120 del edificio conduce a un vestíbulo que también tiene puertas internas a varias habitaciones de la casa. El vestíbulo se monitoriza por una cámara de vídeo 125 que tiene un detector de movimiento asociado o integrado. De manera similar, la cocina a la que se entra por la puerta trasera 121 está monitorizada por una cámara de vídeo 126 que incluye un detector de movimiento. Cada uno de los sensores, detectores y cámaras de vídeo, a los que a lo largo de esta especificación se puede hacer referencia genéricamente como nodos, incluye una interfaz inalámbrica por medio de la cual puede comunicarse con la unidad central 110. La unidad central 110 incluye preferiblemente un primer y segundo transceptores (no mostrados) con antenas asociadas 130 y 132 para comunicación con los sensores, detectores y cámaras de vídeo. Además, la unidad central 110 puede incluir al menos un transceptor adicional con una antena 134 para comunicación inalámbrica con el centro de monitorización. Además, la unidad central 110 puede incluir una disposición de antena dedicada, y un transmisor/receptor o transceptor asociado, para Wi-Fi, por ejemplo, para conectarse a un punto de acceso de Wi-Fi doméstico 180. El punto de acceso Wi-Fi también puede proporcionar uno de los medios de acceso al centro de monitorización 200. Opcionalmente, la unidad central 110 puede funcionar en sí misma como un punto de acceso de Wi-Fi, con una conexión (por ejemplo, una conexión por cable) a un proveedor de servicios de Internet, para proporcionar cobertura de Wi-Fi dentro del edificio en lugar del punto de acceso de Wi-Fi 180. Uno o más de los nodos del sistema, por ejemplo, nodos que incluyen un sensor de imagen tal como una cámara de vídeo, también pueden incluir funcionalidad de Wi-Fi además de un transceptor ISM o similar.

Algunas instalaciones pueden incluir más de una unidad central (CU), por ejemplo, dos unidades centrales, para proporcionar una copia de seguridad a prueba de fallos. En general, en tales instalaciones de múltiples CU, las dos CU trabajan juntas en paralelo. Sin embargo, en algunas instalaciones las dos CU pueden trabajar en paralelo en comunicación con alguno de los nodos de la instalación doméstica e individualmente en comunicación con otros nodos de la instalación doméstica. Este último puede ser el caso cuando una CU se utiliza como extensor de alcance en instalaciones domésticas que cubren instalaciones más grandes. Es decir, si hay dos CU, funcionan en paralelo, pero un nodo solo está registrado en una de las CU a la vez, y esa CU es responsable de todas las comunicaciones con el nodo, mientras que la otra CU puede escuchar todas y comprender todas las comunicaciones entre los otros dos -si no se trata de un escenario de extensión de alcance.

En una instalación doméstica 100, la Unidad Central 110 típicamente tiene conocimiento de todos los nodos comprendidos en la instalación 100. Cada nodo puede tener un identificador de nodo único o un número de serie que se usa para identificar el nodo. Cada nodo puede tener diferentes funcionalidades asociadas con él, tales como, por ejemplo, capacidades de video, detección de movimiento, imágenes fijas, grabación de audio, velocidades de comunicación, etc. Algunas o todas las capacidades se pueden comunicar desde el nodo a la Unidad Central durante un procedimiento de inicio de sesión durante la configuración de la instalación 100. Alternativamente y/o además, algunas o todas las capacidades se pueden comunicar a la Unidad Central desde el nodo tras la solicitud de la Unidad Central 110. Alternativamente y/o además, algunas o todas las capacidades se pueden recuperar, por la Unidad Central 110, desde la CMS 200.

La Figura 2 es un dibujo esquemático que muestra con más detalle características de la pasarela o unidad central 110 de la Figura 1. La pasarela 110 incluye un primer transceptor 230 acoplado a la primera antena 130 y, opcionalmente, un segundo transceptor 232 acoplado a una segunda antena 132. Cada uno de los transceptores 230 y 232 puede tanto transmitir como recibir, pero un transceptor no puede tanto transmitir como recibir al mismo tiempo. De este modo, cada uno de los transceptores 230, 232 opera en semidúplex. Preferiblemente, un transceptor utilizará la misma frecuencia para transmitir y recibir (aunque, por supuesto, si los dos transceptores son para operar simultáneamente, pero en modos opuestos, operarán en frecuencias diferentes). Los transceptores 230, 232 se pueden disponer de manera que un transceptor 230 utilice una primera frecuencia para transmitir y recibir y el segundo transceptor 232 utilice la misma primera frecuencia para transmitir y recibir, es decir, los transceptores están dispuestos para operar en una disposición similar a la diversidad. Como alternativa, el segundo transceptor puede, dependiendo de la configuración, estar dispuesto para utilizar una segunda frecuencia para transmitir y/o recibir. Los transceptores 230 y 232 están acoplados a un controlador 250 mediante un bus. El controlador 250 también está conectado a una interfaz de red 260 por medio de la cual se puede dotar al controlador 250 con una conexión por cable a Internet y por lo tanto al centro de monitorización 200. El controlador 250 también está acoplado a una memoria 270 que puede almacenar datos recibidos de los diversos nodos de la instalación -por ejemplo, datos de eventos, sonidos, imágenes y datos de vídeo. La unidad central 110 también incluye un oscilador de cristal 251, que es preferiblemente un oscilador de cristal controlado por temperatura o controlado por horno. Este se utiliza para el reloj del sistema y también para el control de frecuencia de los transceptores. La pasarela 110 incluye una fuente de alimentación 262 que está acoplada a una fuente de alimentación doméstica, de la que la pasarela 110 generalmente deriva energía, y un paquete de baterías de respaldo 264 que proporciona energía a la pasarela en caso de fallo del suministro de energía principal. Opcionalmente, como se muestra, la unidad central 110 incluye un transceptor de Wi-Fi 240 y una disposición de antena 242 asociada, que se puede usar para comunicación con cualquiera de los nodos que esté habilitado para Wi-Fi. El nodo habilitado para Wi-Fi puede ser un control remoto o panel de control que, por ejemplo, puede estar ubicado cerca de la entrada principal del edificio para permitir al ocupante armar o desarmar el sistema desde cerca de la entrada principal, o puede, por ejemplo, ser un dispositivo de captura de imágenes, tal como una cámara de vídeo. De manera similar, opcionalmente se puede proporcionar una interfaz que permita la comunicación bidireccional a través de una Red Móvil Terrestre Pública (PLMN), tal como GSM o LTE. Opcionalmente, se puede proporcionar una tercera antena 134 y un transceptor ISM 234 asociado, por ejemplo, para comunicación con el centro de monitorización 200 a través de, por ejemplo, la banda de frecuencia europea de 863MHz a 870MHz.

Tanto el primer como el segundo transceptor pueden ser dispositivos ISM sintonizables, que operan, por ejemplo, en la banda de frecuencia europea de 863 MHz a 870 MHz o en la banda de 915 MHz (que puede abarcar 902-928 MHz o 915-928 MHz dependiendo del país). En particular, ambos dispositivos se pueden sintonizar, es decir, pueden ser sintonizables, a las frecuencias dentro de las subbandas acordadas reglamentariamente dentro de esta banda de frecuencia definida. Alternativamente, el primer transceptor y el segundo transceptor, si están presentes, pueden tener diferentes rangos de sintonización y, opcionalmente, existe alguna superposición entre estos rangos.

También, al menos el segundo transceptor 232 se puede usar para soportar un canal de largo alcance, que tenga una tasa de símbolos o una tasa de bits significativamente más baja que el otro, que no se ofrece por el primer transceptor -pero esto no requiere que el primer y segundo transceptores sean técnicamente diferentes, ya que pueden compartir las mismas capacidades técnicas inherentes. Pero el controlador de la pasarela está configurado para ofrecer uno o más canales de comunicación operados a través del segundo transceptor que pueden proporcionar un alcance más largo que el que se proporciona por los canales de comunicación operados a través del primer transceptor. Tenga en cuenta que el segundo transceptor también se puede usar como un transceptor de diversidad que opera en los mismos canales que se operan por el primer transceptor, pero en cualquier instante el primer y segundo transceptores operarán en frecuencias que son lo suficientemente diferentes como para no interferir unas con otras. En particular, el segundo transceptor se puede utilizar para soportar lo que se puede denominar un canal de largo alcance según una segunda configuración, mientras que el primer transceptor se utiliza para soportar un canal de alcance normal según una primera configuración. Si la unidad central solamente tiene un transceptor para comunicación con los nodos del sistema de monitorización de seguridad, ese transceptor se puede conmutar entre la primera y segunda configuraciones según se requiera, bajo el control de un controlador de la unidad central, como se explicará.

Con el fin de ayudar a comprender algunas realizaciones, las siguientes secciones describirán brevemente alguna información de antecedentes con respecto a la comunicación inalámbrica. Dentro de las comunicaciones inalámbricas existen varios parámetros que determinan la posibilidad de transmisión y recepción exitosa de un paquete. La posibilidad de que un paquete no se reciba y/o decodifique exitosamente se conoce como Tasa de Errores de Paquetes (PER) y la medida correspondiente a nivel de bits es la Tasa de Errores de Bits (BER). La PER y la ver son

ambas distribuciones estocásticas y un nivel específico, por ejemplo, una BER del 2,4% para GSM, se define como el límite de sensibilidad. El límite de sensibilidad puede ser diferente dependiendo del protocolo y el estándar. En el caso de comunicaciones ISM en la banda sub-GHz, la sensibilidad máxima permitida se especifica en el documento EN300 220-1 v3.1.1, del ETSI según la Ec. 1:

$$10 \cdot \log(RBW) \sim 117 \text{ dBm} \quad \text{Ec. 1}$$

En la Ec. 1, RBW es el ancho de banda del receptor. La sensibilidad máxima permitida aumentará con el aumento del ancho de banda del receptor y la razón de esto es que la potencia de ruido térmico N introducida en el receptor aumenta a medida que aumenta el ancho de banda del receptor, Ec. 2:

$$N = k \cdot T \cdot RBW \quad \text{Ec. 2}$$

Donde k es la constante de Boltzmann en julios por Kelvin (aprox. $1,381 \times 10^{-23}$ J/K) y T es la temperatura en Kelvin. Una señal recibida S, con la mayoría de las técnicas de modulación, tendrá que estar por encima del ruido térmico y una Relación Señal a Ruido, SNR, se define de acuerdo con la Ec. 3:

$$SNR = \frac{S}{N} \quad \text{Ec. 3}$$

Como se mencionó anteriormente, el receptor decodificará una señal recibida S en bits y la sensibilidad normalmente se define en BER. Una medida alternativa de la calidad de la señal recibida puede ser la energía recibida por bit E_b frente al ruido Ec. 5:

$$\frac{S_b}{N} \quad \text{Ec. 5}$$

La relación entre la BER y E_b/N es conocida en la técnica y se puede modelar con precisión, véase, por ejemplo, "Analyze BER Performance of Wireless FSK System", Hamood Shehab Hamid et al., Microwaves & RF; noviembre de 2009, vol. 48, número 11, p80.

Con el fin de maximizar el presupuesto de enlace de una comunicación inalámbrica, la fracción presentada en la Ec. 5 anterior tiene que ser maximizada. Esto se logra o bien aumentando la energía por bit E_b o bien disminuyendo el ruido N. Un enfoque sencillo sería aumentar la energía por bit E_b aumentando la potencia de transmisión, pero esto no siempre es posible debido a limitaciones regulatorias; por ejemplo, las regulaciones que rigen el uso de las bandas ISM en Europa especifican una potencia de transmisión máxima. La energía es potencia en el tiempo y si una ráfaga de transmisión de una potencia P consta de n bits y el tiempo de transmisión es t_{trans} , la energía por bit E_b se puede describir según la Ec. 6:

$$E_b = \frac{P \cdot t_{trans}}{n} \quad \text{Ec. 6}$$

Como se ve en la Ec. 6, aumentar el tiempo de transmisión t_{trans} es una forma alternativa de aumentar la energía por bit E_b . Esto se logra simplemente disminuyendo la tasa de bits de la transmisión, dado que hacerlo así requerirá un aumento de tiempo de transmisión t_{trans} con el fin de transferir el mismo número de bits n.

La Ec. 2 enseña que el ruido aumentará con el ancho de banda del receptor, RBW y la Ec. 6 enseña que disminuir la tasa de bits aumentará la energía por bit, E_b . En consecuencia, una tasa de bits baja recibida en un ancho de banda estrecho aumentará el presupuesto del enlace, aumentando por ello potencialmente el alcance del enlace.

Generalmente, los dispositivos electrónicos en general y los dispositivos electrónicos que comprenden circuitería de radiofrecuencia en particular, utilizan uno o más osciladores para generar frecuencias base utilizadas, por ejemplo, para aplicaciones de reloj interno. El oscilador típicamente está conectado a un sintetizador de frecuencia que se utiliza para generar señales de frecuencias relevantes para el dispositivo electrónico. En consecuencia, el oscilador típicamente es la fuente más significativa de errores de frecuencia en un dispositivo electrónico. La siguiente sección detallará esto y a partir de la explicación anterior queda claro que, independientemente de la terminología utilizada, por ejemplo, reloj, oscilador, etc., se refiere al mismo grupo básico de componentes y funciones.

Tener un ancho de banda de receptor estrecho hará el nodo de recepción más sensible a la deriva de frecuencia (tanto la propia como la del transmisor de la unidad central). La deriva de frecuencia surge de la inexactitud del oscilador que alimenta el sintetizador de la circuitería de RF. Típicamente, este es un oscilador de cristal, XO, o en dispositivos menos sensibles al precio, un oscilador de cristal con temperatura controlada, TCXO, o incluso un oscilador de cristal controlado por horno, OCXO. La frecuencia del oscilador tendrá un error inherente de unas primeras Partes Por Millón, PPM, una deriva de temperatura de unas segundas PPM y una deriva debido al envejecimiento de unas terceras PPM. El error de frecuencia en el peor de los casos es la suma de las primeras, segundas y terceras PPM. Si la frecuencia de operación es, por ejemplo, 869,5 MHz, la tasa de bits de 2,4 kbps (tal como se podría usar para un canal de largo alcance) y el ancho de banda del receptor es de 5 kHz (tal como también se podría usar para un canal de largo alcance), una inexactitud de la frecuencia del oscilador de poco más de 5 PPM sería suficiente para que el RBW se encuentre fuera de la banda de interés. Típicamente, la Unidad Central del sistema de monitorización de seguridad

comprende un oscilador (y por lo tanto un reloj) relativamente preciso, en comparación con el nodo, que típicamente se controla por temperatura o se controla por horno, pero con anchos de banda del receptor por debajo de 5 kHz será desafiante, o al menos costoso, para la Unidad Central tener un oscilador lo suficientemente preciso para asegurar una frecuencia de transmisión lo suficientemente precisa como para caer dentro de la ventana del receptor dado su ancho de banda del receptor (RBW) estrecho. El error de frecuencia, como entiende el experto, en el peor de los casos será la suma del peor error de frecuencia del nodo sumado al peor error de frecuencia de la Unidad Central (cuando las dos frecuencias se han separado). Para complicar aún más las cosas, las restricciones comerciales suponen que los nodos se deben producir a bajo coste, mientras que los osciladores de alta precisión son caros. Además, y de manera muy significativa, se espera típicamente que las instalaciones de sistemas de monitorización de seguridad tengan una vida útil instalada de 10 años o más, por ejemplo, 15 años. En este tipo de escala de tiempo, se puede esperar que incluso los osciladores controlados por cristal más caros presenten una deriva de frecuencia significativa, debido al envejecimiento del cristal, particularmente, por ejemplo, en instalaciones donde la calidad del aire es escasa. En consecuencia, durante la vida útil de diseño de una instalación, se necesita hacer algo para abordar la deriva de frecuencia del oscilador.

En consecuencia, se necesita hacer algo para abordar el problema de la deriva de frecuencia, especialmente la derivada del envejecimiento del cristal, en sistemas con anchos de banda de receptor estrechos, con el fin de permitir que los sistemas instalados funcionen de manera fiable durante una vida útil de entre 10 y 15 años.

La Figura 3 es un dibujo esquemático que muestra características de un nodo del sistema de monitorización de seguridad según una realización de la invención. En este caso, el nodo es una cámara de vídeo como la cámara de vídeo 126 que está montada en la cocina, como se muestra en la figura 1. El nodo incluye un transceptor de nodo de radiofrecuencia 340 acoplado a una antena 330. Un controlador 350 está acoplado al transceptor y también al sensor de imagen 310 de la cámara de vídeo. El controlador 350 está acoplado a un oscilador 360 controlado por cristal, que también puede estar acoplado al transceptor. El controlador también está acoplado a un sensor de movimiento integral 320 y a una memoria 370. Una batería 380 proporciona energía al nodo, en particular alimentando el controlador, el sensor de imagen y el detector de movimiento. La cámara de vídeo incluye una disposición de lente 315 para formar una imagen en el sensor de imagen 310. Opcionalmente, el nodo incluye una fuente de luz infrarroja 325 adecuada para iluminar imágenes detectables por el sensor de imagen. El transceptor de nodo 340 es sintonizable. En particular, el transceptor de nodo 340 se puede sintonizar a frecuencias para que coincidan con las transmitidas o recibibles por el primer y segundo transceptores de la pasarela 110.

En los sistemas de monitorización de seguridad según realizaciones de la invención, la unidad central es capaz de usar al menos dos modos de comunicación para comunicarse con los nodos del sistema -un protocolo de comunicación de alcance normal (con una primera configuración) y un protocolo de comunicación de largo alcance (con una segunda configuración). El protocolo de comunicación de alcance normal comprende uno o más canales de comunicación de alcance normal, y el protocolo de comunicación de largo alcance comprende uno o más canales de comunicación de largo alcance. Los sistemas de monitorización de seguridad según las realizaciones de la invención se pueden configurar para usar solamente uno de los canales de comunicación de alcance normal para el protocolo de comunicación de alcance normal y solamente uno de los canales de comunicación de largo alcance para el protocolo de comunicación de largo alcance. Los canales de comunicación de largo alcance definidos por el protocolo de comunicación de largo alcance tienen una tasa de bits más baja y un ancho de banda de receptor más pequeño que los canales de comunicación de alcance normal correspondientes definidos por el protocolo de alcance normal.

La forma más eficaz de mejorar el alcance es aumentar la sensibilidad. Si uno aspira a mejorar la sensibilidad por encima de la proporcionada por un estándar, por ejemplo, un canal de tasa de datos de 38,4 kbit/s en 10 dB, uno típicamente necesita reducir considerablemente la tasa de bits. Para obtener una mejora adecuada en la sensibilidad, generalmente se requerirá una tasa de bits baja de kilobits por segundo, por ejemplo, de 5 kbps o menos, por ejemplo, 2,4 kbps. Para darle a un receptor, tal como un receptor en la unidad central, una sensibilidad óptima, el índice de modulación se mantiene preferiblemente cerca de $h=1$, por lo que con una tasa de bits de 2,4 kbps la desviación se podría establecer en alrededor de 1,2 kHz. Esto da un ancho de banda ocupado bastante estrecho de aproximadamente 3,9 kHz.

Este ancho de banda bastante estrecho impone duros requisitos a la precisión de la sincronización del reloj entre los nodos y la unidad central. Usando 2,4 kbps necesitaríamos tener una precisión de 0,5-1 ppm o mejor que 600-900 Hz. Esto requeriría osciladores costosos y precisos y todavía existen desafíos reales para manejar el envejecimiento y la estabilidad a largo plazo. Más adelante también habrá una rápida disminución de la sensibilidad dependiendo de la capacidad del receptor para rastrear la portadora y ajustar los filtros.

Los problemas con los altos requisitos de sincronización del reloj significan que sería difícil o incluso imposible lograr la sincronización del reloj entre la unidad central y los nodos, incluso con los osciladores más precisos. Por tanto, parecería que se requiere un enfoque diferente.

Se definió un canal de banda estrecha estándar de 25 kHz y el BW ocupado aproximado de la señal se estableció en 4 kHz.

La solución adoptada para las realizaciones de la presente invención fue implementar una especie de salto de frecuencia automático asíncrono en un receptor de largo alcance (generalmente, por supuesto, esta es la función de receptor de un transceptor) en la unidad central. Se definió un cierto número de canales que se ciclarían constantemente. La tarea del receptor es encontrar rápidamente el canal que corresponde al desplazamiento de frecuencia entre el transceptor del nodo y el de la unidad central, sin ningún conocimiento previo distinto de la frecuencia central objetivo del canal de banda estrecha (a la que el transceptor del nodo se sintonizaría nominalmente). Haciendo el preámbulo lo suficientemente largo para captar el peor caso en el que simplemente se perdió el canal de transmisión, el esquema de salto asíncrono no debería perder ningún paquete.

Se estableció una frecuencia de canal objetivo en el centro del canal de largo alcance y, dependiendo de la precisión de la sincronización de reloj entre el reloj del nodo y el reloj de la unidad central, existe un desplazamiento de frecuencia desconocido. Este desplazamiento desconocido queremos trasladarlo a un subcanal conocido. Para lograr esto, el canal de largo alcance se divide en varios canales virtuales (virtuales en el sentido de que son subcanales analógicos contiguos que no están separados por bandas de guarda), en base a la resolución del canal necesaria para obtener una sensibilidad suficientemente buena. El modo de comunicación de largo alcance utiliza una señal modulada en frecuencia de banda estrecha. Los nodos del sistema típicamente utilizarán un cristal estándar y generalmente intentarán transmitir lo más cerca posible del centro del canal de largo alcance que se utiliza (por supuesto, determinado en base a la frecuencia de su propio oscilador de cristal).

El receptor (de largo alcance) de la unidad central buscará entonces continuamente preámbulos en los subcanales y tan pronto como haya un bloqueo en un preámbulo, la unidad central intentará encontrar una palabra de sincronización válida. Si el receptor (de largo alcance) de la unidad central tiene éxito al recibir el mensaje, enviará un acuse de recibo al nodo, preferiblemente en el mismo subcanal que se utilizó para recibir la palabra de sincronización válida. Este ack se puede enviar rápidamente y la suposición es que el oscilador de cristal del nodo será estable en este período de tiempo y el nodo debería ser capaz de recibir la confirmación (paquete) de la unidad central. Con el ancho de banda elegido para cubrir establecido en aproximadamente 20 kHz, se pueden usar 10 subcanales con una separación de canales de 2 kHz para cubrir todo el ancho de banda. Claramente, estos parámetros se pueden ajustar adecuadamente en base al sistema particular y al rendimiento del sistema requerido. Así, por ejemplo, se pueden utilizar menos de 10 subcanales, por ejemplo, 5, 6, 7, 8 o 9 subcanales. Igualmente se pueden proporcionar más de 10 subcanales, por ejemplo, se pueden proporcionar 11, 12, 13, 14 o 15 canales. De manera similar, la separación de canales no necesita ser de 2 kHz, sino que puede estar, por ejemplo, en cualquier punto del rango de 1,5 a 3 kHz.

De este modo, se controla la unidad central para escanear continuamente a través del conjunto de pseudocanales e intentar detectar el canal que está utilizando el nodo en base al desplazamiento individual y la inexactitud de su cristal. Cuando se encuentra un preámbulo válido, se detiene el ciclo de la unidad central a través de los canales, se realiza una sincronización de reloj y se comprueba la palabra de sincronización para ver si es un mensaje del sistema (es decir, se determina si la palabra de sincronización es una válida o no para el sistema). Tras la detección de un paquete válido, o de que el preámbulo, sincronización, + CRC son correctos, se envía un acuse de recibo, por ejemplo, de acuerdo con las regulaciones del ETSI, en la misma frecuencia y en el canal/frecuencia real del paquete recibido.

El mayor desafío aquí es que los canales no están bien definidos con bandas de guarda, sino que son simplemente una colección de canales analógicos dispersos por el canal discreto que hemos definido, y el receptor de la unidad central (largo alcance) tiene que decidir cuál es el canal más potente y ser capaz de bloquear el preámbulo de ese canal.

El desafío de este enfoque es el tiempo que lleva escanear todos los subcanales virtuales y determinar rápidamente si hay o no un preámbulo válido. Para resolver esto utilizamos la firma digital (a la que algunas veces se hace referencia como Llegada de Señal Digital, DSA) de un preámbulo válido para que el receptor solamente en dos bits pueda decidir si el preámbulo es válido o no, y si no lo es, el receptor debería saltar al siguiente subcanal. La falta de bandas de guarda es un desafío, pero mitigamos esto mediante la restricción de la dinámica para usar solamente largo alcance en señales débiles. Después de una detección de preámbulo válida, todavía tenemos suficientes bits de preámbulo para hacer una recuperación de reloj completa y una medición de desplazamiento de frecuencia.

Los canales de comunicación de alcance normal configurados se pueden utilizar por todos los nodos cuyos presupuestos de enlace permitan una comunicación de alcance normal. Esto será posible a menudo para aquellos nodos correspondientes al interior de unas instalaciones dadas, por ejemplo, una casa o un apartamento. Pero los nodos que están colocados demasiado lejos de la Unidad Central, o para los cuales es probable que la atenuación de la señal sea más alta de lo normal por otras razones (por ejemplo, como consecuencia de la atenuación por paredes/suelos, etc. entre la unidad central y el nodo relevante), para ser capaces de comunicarse utilizando el protocolo de comunicación de alcance normal se puede disponer comunicarse utilizando el canal de comunicación de largo alcance configurado. Este puede ser, por ejemplo, nodos montados en un garaje independiente o adosado, anexo, caseta de piscina, etc. También hay situaciones en las que, aunque la unidad central y todos los nodos de una instalación están a 10, 20 o 30 metros, uno o más de los nodos pueden estar ubicado de manera que las señales de RF entre el nodo y la unidad central sufran una atenuación considerablemente aumentada en comparación con las señales que pasan entre la unidad central y la mayoría de los otros nodos de la instalación. Por ejemplo, los nodos afectados pueden estar en otro piso de la unidad central, por ejemplo, en un sótano o ático, y la construcción del techo o techos/piso o pisos intermedios puede ser de manera que las señales de RF se atenúen significativamente al pasar

a través de los mismos. Típicamente, esto puede ocurrir cuando la construcción incluye estructuras metálicas o refuerzos, hormigón de alta densidad o similares. Pueden ocurrir problemas similares incluso entre habitaciones del mismo piso, o bien a través del uso de estructuras metálicas o refuerzos, hormigón de alta densidad o incluso que tienen paredes intermedias revestidas con libros o archivos, por ejemplo. También, puede haber casos de uso particulares para ciertos nodos que causan que el presupuesto del enlace se deteriore; un ejemplo no limitante podrían ser sensores colocados dentro de refrigeradores, congeladores u otros aparatos que tienen un efecto de pantalla contra las ondas de radio.

En los sistemas de monitorización de seguridad según realizaciones de la invención que tienen tanto un transceptor de largo alcance como un transceptor de alcance normal, la Unidad Central generalmente estará dispuesta para monitorizar continuamente el canal de comunicación de largo alcance configurado y el canal de comunicación de alcance normal configurado. (a menos que el transceptor pertinente esté transmitiendo en sí mismo). Esto significa que en tales sistemas hay al menos un receptor (generalmente un transceptor que opera en modo de recepción) de la Unidad o Unidades Centrales en el sistema de monitorización de seguridad que escucha cada canal configurado.

Cuando se instala un nuevo nodo en un sistema de monitorización de seguridad, típicamente necesita iniciar sesión en la Unidad Central del sistema. Un procedimiento de inicio de sesión típicamente comprende el intercambio de claves de seguridad y configuraciones del sistema, etc. El procedimiento de inicio de sesión típicamente se inicia por el nodo que desea iniciar sesión, el nodo que transmite, secuencialmente en cada uno de los canales de comunicación disponibles para el nodo, una baliza de inicio de sesión (un mensaje "SALUDO") que comprende un mensaje compuesto por un preámbulo, una palabra de sincronización y una carga útil. Después de que se difunda cada baliza de inicio de sesión, el nodo espera (en modo de recepción) una respuesta de la Unidad Central; si no se recibe respuesta, el nodo cambia el canal de comunicación y envía una nueva baliza de inicio de sesión. Si se recibe una respuesta de la Unidad Central, el nodo sigue con el procedimiento de inicio de sesión en el canal de comunicación en el que se recibió la respuesta.

El inicio de sesión inicial es, desde una perspectiva de frecuencia, de bucle abierto. El nodo no tiene ningún concepto de su frecuencia en relación con la Unidad Central más que quizás, por ejemplo, un desplazamiento calibrado de fábrica. Si el RBW del dispositivo de recepción está en la región por encima de 50 kHz, esto típicamente no es un problema importante, pero si el RBW está por debajo de 10 kHz, existe el riesgo de que la baliza de inicio de sesión se transmita a una frecuencia fuera del canal de comunicación previsto. Se debería señalar que no existe la necesidad que los transceptores del nodo y de la unidad central operen con el mismo ancho de banda del receptor. Por ejemplo, si la unidad central aumenta su potencia transmitida, el nodo puede reducir su RBW. Los presupuestos de enlace de Rx/Tx del nodo/CU deberían estar equilibrados con respecto a la cadena del receptor completa.

El inicio de sesión mediante un nodo en el canal de largo alcance configurado se puede intentar tras el fallo al iniciar sesión en los canales de alcance normal disponibles. Alternativamente, la Unidad Central puede dar instrucciones a un nodo (que ya ha iniciado sesión en la Unidad Central) que cambie al canal de comunicación de largo alcance configurado, en cuyo caso se puede comunicar una frecuencia o un desplazamiento de frecuencia con relación a la frecuencia actualmente ocupada desde la Unidad Central al nodo. Por ejemplo, la unidad central puede ordenar el cambio en base a instrucciones de la CMS. Por ejemplo, cuando un sistema de alarma sufre problemas recurrentes de supervisión con un nodo en particular (el nodo no logra comunicarse con la unidad central durante un cierto período de tiempo), esto se puede resaltar por el personal de servicio de la CMS y una posible solución sería ser cambiar a una configuración de largo alcance.

También, la CU puede tener una funcionalidad en sí misma para determinar si debería haber un cambio de protocolo. En particular, la unidad central se puede configurar para determinar el RSSI de señales recibidas desde los diversos nodos del sistema. Si la unidad central determina que el RSSI de un nodo que utiliza el modo de comunicación de larga distancia es más alto que un cierto umbral (lo que significa una intensidad de señal recibida más alta que la esperada), la unidad central puede dar instrucciones al nodo pertinente que conmute del modo de largo alcance al modo estándar. Por supuesto, tal transición significa que el nodo pertinente se beneficiará de un canal de comunicación de ancho de banda más alto a la unidad central, lo que significa que se pueden enviar alertas y otros mensajes desde ese nodo a la unidad central en menos tiempo, dando como resultado un menor consumo de batería en el nodo y, por lo tanto, una duración de la batería potencialmente más prolongada.

En realizaciones no reivindicadas de la invención, un nodo se puede configurar para "recordar" el largo alcance como protocolo preferido -por ejemplo, habiéndolo aprendido en la instalación inicial. Esto significaría que, en el caso de cambio de batería o pérdida de comunicación con la unidad central, estos casos que desencadenan una nueva secuencia de inicio de sesión desde el nodo, el nodo en este caso iniciaría la nueva secuencia de inicio de sesión usando un canal de largo alcance (segunda configuración), más que uno normal (primera configuración). Además, o alternativamente, los nodos del sistema se pueden configurar para "recordar" los parámetros de comunicación de su última sesión de comunicación -ya sea de largo alcance o estándar, y para utilizar esos parámetros recordados cuando se intente a continuación comunicarse con la unidad central.

Generalmente, la Unidad Central es la maestra y la frecuencia que utiliza como canal de comunicación de largo alcance es la que se debería utilizar. Los nodos que reciben mensajes en el canal de comunicación de largo alcance se pueden configurar para ajustar su frecuencia a la de la Unidad Central; por ejemplo, este sería el caso en el que se

establece la comunicación y el inicio de sesión, pero se detecta un pequeño error de frecuencia por el nodo al recibir la transmisión de CU. Este error se compensa en el nodo, teniendo cada transceptor un registro que indica el desplazamiento de frecuencia entre la frecuencia central del RBW sintonizado y la frecuencia medida del mensaje recibido.

5 Si la Unidad Central recibe un mensaje de un nodo, puede acusar recibo opcionalmente del mensaje en la misma frecuencia central en la que se recibió el mensaje, pero el acuse de recibo tiene que especificar un desplazamiento de frecuencia desde la frecuencia actual que el nodo debería usar para todas las comunicaciones futuras. Esto se puede emplear como un acuse de recibo típico en todos los acuses de recibo enviados desde la Unidad Central en el canal de comunicación de largo alcance.

10 Alternativamente, y preferiblemente, la unidad central se puede configurar para utilizar el ancho de banda estrecho de la modulación de las señales de largo alcance de los nodos. Cuando el receptor de largo alcance de la unidad central bloquea el preámbulo del nodo, el receptor obtiene una estimación aproximada de la precisión del cristal del nodo en comparación con el cristal de la unidad central. También puede determinar una estimación de la distancia en Hz entre la frecuencia central del transceptor de largo alcance de la unidad central y la frecuencia central del transceptor del nodo. Esta información se puede almacenar y comparar con un valor umbral predeterminado, y si está fuera de ciertos límites, la discrepancia se puede devolver al nodo con una sugerencia (o instrucción) para actualizar el desplazamiento de su cristal (para reducir el desplazamiento de frecuencia entre el transceptor del nodo y el transceptor pertinente de la unidad central). Es importante destacar que esta técnica se puede utilizar tanto para rastrear como para mejorar la comunicación en cambios de cristales semirápidos, pero también para compensar de manera más general el envejecimiento de los cristales. El envejecimiento ocurre en todos los cristales, en los nodos y en las unidades centrales, pero es la diferencia entre el receptor y el transmisor lo que es crítico y alineando todos los nodos con el cristal de la unidad central los efectos del envejecimiento ya no serían un problema. La inexactitud del cristal de la unidad central no afectaría al sistema, solamente a la precisión en la medición del desplazamiento de frecuencia por la unidad central y la resolución de la compensación de frecuencia y la capacidad de los nodos para manejar cambios rápidos en el entorno, como la temperatura. Se apreciará que este enfoque para compensar los efectos del envejecimiento del cristal, y en particular las diferencias entre los efectos del envejecimiento del cristal en los nodos y en la unidad central, es de relevancia general y no se limita en su aplicación a sistemas que incluyen múltiples modos de comunicación (es decir, no es aplicable únicamente a sistemas que proporcionan canales de comunicación tanto estándar como de largo alcance).

30 Limitación de instalación

Típicamente, en los sistemas de monitorización de seguridad convencionales se establece un límite mínimo de intensidad de señal recibida (RSSI), y para que un nodo se instale en el sistema, el nodo debe estar lo suficientemente cerca de la unidad central para recibir señales de la unidad central por encima de ese nivel de señal. Por ejemplo, tal límite se puede establecer, por ejemplo, en -82 dBm. Lo más significativo es que queremos tener un margen de al menos 20 dB con el fin de ser capaces de hacer frente a condiciones de desvanecimiento del enlace.

Los presupuestos de potencia se pueden establecer de modo que la operación estándar y de largo alcance se superpongan, por ejemplo, aproximadamente 10 dB, de modo que habría una alta probabilidad de que el modo estándar funcione la mayor parte del tiempo y, por lo tanto, el largo alcance se podría usar en gran medida como respaldo. Dado que el canal de largo alcance no solamente tiene una tasa de bits más baja, sino que también añade diversidad de frecuencia, efectivamente añade algo de robustez adicional al enlace.

Banda de frecuencia

La banda 869,4-869,65 MHz permite un ciclo de trabajo del 10 % y una potencia máxima ERP de 500 mW, que está 12 dB por encima de los demás canales de alarma utilizados. Aunque se ha descrito el uso de solamente un canal de largo alcance, se puede proporcionar más de un canal si se requiere.

45 Presupuesto energético

Uno de los principales desafíos con una tasa de bits más baja es cumplir con el presupuesto energético objetivo. La tasa de bits más baja consumirá más energía para los mismos datos de tráfico, por lo que esencialmente existe la necesidad de disminuir la cantidad de datos que necesitan ser transferidos para cumplir con el presupuesto de energía. Un objetivo sensato para la duración de la batería de los nodos es 5 años de servicio, y los principales factores limitantes son: consumo de corriente de fondo en modo de suspensión, actualización periódica y detección de manipulación. En comparación, las interacciones de alarma son en raras ocasiones.

Banda de frecuencia y canales adicionales.

Aunque la implementación descrita de largo alcance utiliza solamente un canal de 869,4-869,425MHz, podría ser beneficioso implementar soporte para más canales, por ejemplo, para limitar el impacto en otros sistemas en áreas donde hay muchas fuentes de RF que compiten. Por ejemplo, debería ser posible ejecutar hasta 10 canales en la misma banda. La banda 869,65-869,7 MHz es una banda solamente de alarma restringida a ERP de 25 mW y esta banda sería adecuada para ejecutar el canal de largo alcance, y dos canales deberían ser soportables en esta banda.

La estructura de paquetes de las comunicaciones descritas en la presente memoria son estructuras conocidas que comprenden preámbulo, palabra de sincronización y datos. Dependiendo de la estructura de transmisión utilizada, por ejemplo, transmisión en bloque, etc., los mensajes de datos pueden contener identificadores de paquete, identificación de remitente, identificador de destinatario y/o contadores y la longitud de los paquetes puede ser, por ejemplo, predeterminada, configurable, negociable, etc. Los paquetes pueden estar cifrados y puede haber una Comprobación de Redundancia Cíclica, CRC, comprendida en el paquete. El experto sabrá cómo formar paquetes que permitirán la implementación de las realizaciones descritas en la presente memoria.

Los paquetes largos solamente se deberían permitir en buenas condiciones de red, al menos a menos que se implemente la corrección de errores sin canal de retorno. Dado que el canal de largo alcance apunta a condiciones de enlace débil, es razonable aceptar una limitación de la longitud máxima de la carga útil.

A la hora de elegir las frecuencias y la velocidad de transmisión, se deben tener en cuenta las normas vigentes en la región donde se despliega el sistema de seguridad. En Europa, los sistemas de radio para sistemas de monitorización de seguridad comúnmente hacen uso de radiofrecuencias ISM (Científicas y Médicas Industriales) alrededor de 868 MHz (la banda 863-870 MHz). Bandas similares, pero centradas alrededor de diferentes frecuencias, se asignan de manera similar para los mismos propósitos en otros territorios. Por ejemplo, en EE. UU., Canadá, Chile, Colombia, Costa Rica, México, Panamá y Uruguay la banda de 915 MHz abarca 902 - 928 MHz, mientras que en Australia, Perú y Brasil abarca 915 - 928 MHz, y en otros países están disponibles otras partes de una banda de 915 a 928 Mhz. En Europa, los ciclos de trabajo en las bandas ISM están regulados por las secciones pertinentes de la última revisión armonizada del estándar EN300 220 del ETSI. Este estándar define, en el momento de esta solicitud, las siguientes subbandas y sus ciclos de trabajo permitidos:

g (863,0-868,0 MHz): 1%

g1 (868,0-868,6MHz): 1%

g2 (868,7-869,2MHz): 0,1%

g3 (869,4-869,65MHz): 10%

g4 (869,7-870,0MHz): 1%

Las realizaciones de la invención desplegadas en Europa pueden hacer uso de las subbandas g1 y g2, donde la Potencia Radiada Efectiva (ERP) permitida es de 25 mW (+14 dBm), con un ciclo de trabajo del 1% para la comunicación entre la Unidad Central 110 y los nodos. Típicamente, los sistemas están configurados para ofrecer opciones de frecuencias predefinidas en cada una de las bandas g1 y g2. En tales sistemas, se pueden ofrecer canales de alta velocidad y otros canales ofrecidos en la subbanda g3, que tiene una ERP permitida de 500 mW (+27 dBm) con un ciclo de trabajo del 10 %. Nuevamente, se puede preseleccionar más de una frecuencia en esta banda para habilitar opciones alternativas. Pero se apreciará que la invención no se basa en el uso de la subbanda g3; se podrían establecer canales aparte dentro de las subbandas g1 o g2. Si el sistema de monitorización de seguridad se despliega en otro territorio, se anticipa que las bandas de RF asignadas a los sistemas de seguridad y alarma, o disponibles para tal uso incluso si no están asignadas específicamente, también proporcionarán oportunidades para preseleccionar algunas frecuencias para velocidad normal, funciones de control y mensajería, al tiempo que permite que se preseleccionen otras para su uso como canales de largo alcance en el contexto de la invención.

Normalmente, los canales o la configuración de velocidad normal pueden operar alrededor de 30 a 45 kbit/s -por ejemplo, 38,4 kbit/s. "Largo alcance" puede equivaler a 0,6 a 14,4 kbit/s, por ejemplo, 4,8 kbit/s o 2,4 kbit/s.

Enviar la misma cantidad de datos por radio de largo alcance llevará más tiempo debido, entre otras razones, a la tasa de bits más baja. Cuanto más tiempo esté activa la radio, más batería se consumirá. Esto significa que en general si podemos conseguir paquetes a través de la radio estándar deberíamos usar eso.

Agilidad del canal

Para soportar conmutaciones rápidas a canales de largo alcance, el sistema se debería configurar para soportar el cambio de canal sin requerir un inicio de sesión, dado que una secuencia de inicio de sesión completa generalmente requiere que se envíen muchos paquetes en ambas direcciones. Por tanto, por ejemplo, un canal (o subcanal) de conmutación de nodos debería continuar su funcionamiento en el nuevo canal como si nada hubiera cambiado. Y una pasarela (unidad central) debería aceptar un canal de cambio de nodo sin requerir un inicio de sesión.

Comportamiento del nodo

Ciclo de saludo opcional/esquema de arranque en frío:

cuando un nodo entra en su ciclo de saludo para escanear unidades centrales, debería incluir sus canales de largo alcance disponibles.

Fijación del canal: preferiblemente, se debería configurar un nodo para permanecer en el canal donde recibió un ACK por última vez, es decir, en el canal donde tuvo un enlace de trabajo por última vez.

Esquema de respaldo de nodo opcional:

5 Cuando un nodo no recibe el ACK requerido en respuesta a la transmisión de un mensaje (preámbulo, palabra de sincronización, datos), utilizará la siguiente secuencia para intentar enviar el mensaje (paquete). La lista comienza en un canal estándar:

1. Reintentar el paquete x veces (por ejemplo, 10 veces) en el canal actual
2. Reintentar el paquete y veces (por ejemplo, de 3 a 5 veces) en los canales de largo alcance del nodo disponibles
3. Reintentar una vez en todos los canales estándar

10 4. Reiniciar ciclo de Saludo

Comportamiento de la Unidad Central

Típicamente existen diferentes requisitos durante la instalación y el modo de operación normal.

Modo de operaciones

15 Durante la operación normal del sistema, la preferencia es siempre utilizar tasas estándar, si es posible. Esto es principalmente para conservar la batería, pero también tendrá otros efectos benignos, como contaminar menos la banda de frecuencia y volver a iniciar sesión más rápido si se requiere.

Si un nodo está en largo alcance, pero el RSSI (medido por la unidad central) indica que debería funcionar en tasas Estándar, la unidad central se puede configurar para emitir un impulso para mover ese nodo a Estándar.

Modo de instalación

20 Uno de los beneficios de la propuesta de largo alcance es que puede hacer que la experiencia de instalación del sistema (y la experiencia de instalación de nuevos nodos) sea más fácil y menos complicada para los instaladores. Esto significa que los sistemas se pueden configurar de tal manera que el proceso de instalación de un nodo de largo alcance no difiera para el instalador de ninguna forma significativa de la instalación de un nodo de alcance estándar.

25 Por lo tanto, durante la instalación, la Unidad Central y el Nodo de Largo Alcance se pueden configurar para trabajar juntos automáticamente para dirigir el nodo al mejor protocolo en base a los criterios de aceptación. Por lo tanto, el nodo puede seguir previsiblemente el comportamiento expuesto anteriormente, mientras que la Unidad Central intentará tomar decisiones más informadas.

30 Un nodo con $RSSI_{node} < \text{el nivel de RSSI más bajo aceptable para instalar un nodo de rango estándar (Sinst)}$ se enviará a Largo Alcance, para asegurarse de que se cumplan los criterios de aceptación de RSSI y recibir valores de RSSI en Largo Alcance. Cuando la Unidad Central sale del modo de instalación, ejecutará una evaluación en el RSSI actual si el nodo está en un canal de Largo Alcance:

Enviar a largo alcance, si $RSSI < Sinst$

evaluar RSSI estándar {

Sin acción -de lo contrario

35 Aunque en general los sistemas de monitorización de seguridad según las realizaciones de la invención estarán configurados de manera que los nodos inicialmente intentarán comunicarse con la unidad central usando un canal de comunicación estándar en lugar de un canal de largo alcance, en su lugar se pueden configurar de manera que inicialmente intenten comunicarse utilizando un canal de largo alcance. Posteriormente, la unidad central puede mover tal nodo a un canal de comunicación estándar si el RSSI medido indica una intensidad de señal adecuadamente alta.

40 Pero debido a la tasa de bits más alta proporcionada por los canales de comunicación estándar, generalmente se prefiere configurar el sistema y los nodos para que los nodos siempre intenten comunicarse inicialmente utilizando un canal de comunicación estándar.

45 También, los nodos que se comunicaron exitosamente por última vez con la unidad central usando un canal de largo alcance pueden, debido a la rigidez del canal, también intentar inicialmente comunicarse con la unidad central usando el canal de largo alcance almacenado y luego saltar de frecuencia a través de los otros canales de largo alcance para establecer comunicación a través de cualquier subcanal de largo alcance. Posteriormente, la unidad central puede mover tal nodo a un canal de comunicación estándar si el RSSI medido indica una intensidad de señal adecuadamente alta.

Modo interactivo

Consideremos ahora la provisión de funcionalidad de largo alcance en el caso de un nodo de contacto magnético. Típicamente, los nodos de contacto magnético se pueden configurar como nodos de escucha después de hablar (LAT). Esto significa que la unidad central solamente puede hablar con este nodo después de que el nodo haya hablado primero con la unidad central, y solamente durante un corto período desde que el nodo habló con la unidad central.

LAT significa Escuchar Después de Hablar. Lo que significa que el nodo escucha paquetes de la Unidad Central un corto período después de que haya enviado sus propios paquetes a la Unidad Central. Un nodo basado en LAT solamente se comunicará con la Unidad Central bajo dos condiciones principales:

1. Si pasa algo con el nodo, es decir, se viola el contacto magnético.
2. Durante las actualizaciones periódicas para verificar que el nodo aún esté vivo.

La actualización periódica para un imán puede ser de alrededor de 7 minutos, pero para un nodo de Largo Alcance tendrá que ser menos frecuente debido al consumo de batería. Con la introducción de Largo Alcance, ahora existe el requisito de informes de RSSI más frecuentes, así como tener que ser capaz de emitir el comando envío a los nodos si necesitan ser movidos entre Largo Alcance y Estándar.

Para solucionar esto, se propone introducir un modo para el nodo que se podría denominar modo interactivo. Durante la instalación de los nodos donde este requisito es válido, la Unidad Central reducirá la tasa de informes periódicos en los nodos para asegurarse de que la unidad central pueda hablar con ellos de manera oportuna.

Este método también se puede utilizar para el mismo tipo de nodos para permitir actualizaciones FOTA (Microprograma Sobre El Aire) más rápidas y más deterministas.

Para que la Unidad Central realice el envío entre Largo Alcance y Estándar, la unidad central puede emitir instrucciones a los nodos según una u otra de las dos opciones siguientes, aunque, por supuesto, se pueden utilizar métodos alternativos en su lugar:

Conservar credenciales

Esta opción permite que el nodo no haga un inicio de sesión completo en el nuevo canal. En lugar de ello, simplemente conmutará la frecuencia y continuará como si nada hubiera pasado. Esto se puede habilitar utilizando la funcionalidad de agilidad de canal.

Habilitación de envío inmediato

Esta opción requiere que el nodo envíe inmediatamente un informe de estado periódico una vez que haya conmutado la frecuencia. Esto se puede establecer por la Unidad Central como una forma de verificar inmediatamente que un interruptor ha funcionado. Un ack fallido en el estado periódico forzará al nodo a entrar en su ciclo de Saludo.

La pasarela o unidad central 110 puede tener o estar asociada con uno o más visualizadores para la visualización de imágenes, en movimiento o fijas, y dispositivos de salida de audio tales como altavoces, de modo que un operador pueda ser alertado por cambios de estado detectados por nodos tales como sensores de movimiento, interruptores magnéticos y similares, y pueda ver imágenes y escuchar señales de audio recibidas desde los nodos.

REIVINDICACIONES

1. Un nodo (114, 118, 125, 126) de un sistema de monitorización de seguridad, el nodo (114, 118, 125, 126) que tiene un transceptor de radiofrecuencia de nodo (340), caracterizado por que el transceptor de radiofrecuencia (340) está configurado para proporcionar un primer modo de comunicación de RF, para comunicación directa con una unidad central (110) del sistema de monitorización de seguridad, y un modo de comunicación de largo alcance alternativo para comunicación directa con la unidad central (110), el primer modo de comunicación que soporta una tasa de bits máxima más alta que el modo de largo alcance, y el modo de largo alcance que soporta un rango de transmisión mayor que el primer modo, en donde el modo de comunicación de largo alcance se proporciona en un canal de comunicación de largo alcance, que está compuesto por múltiples subcanales de radiofrecuencia diferentes, y en donde los múltiples subcanales de radiofrecuencia diferentes son subcanales virtuales contiguos dentro de un canal de comunicaciones de largo alcance que está definido por un par de bandas de guarda;
un controlador (350) del nodo (114, 118, 125, 126) que está configurado para:
intentar establecer comunicación con la unidad central (110) utilizando el modo de comunicación de largo alcance:
transmitiendo un mensaje que comprende un preámbulo seguido de una palabra de sincronización en una frecuencia dentro de uno de los subcanales virtuales de un canal de comunicaciones de largo alcance, y escuchando un acuse de recibo de la unidad central (110) en una frecuencia dentro del canal de comunicaciones de largo alcance;
y, en el caso de que se reciba un acuse de recibo de la unidad central (110) en uno de los múltiples subcanales de frecuencia diferentes, comunicarse con la unidad central (110) usando una frecuencia dentro de uno de los subcanales virtuales del canal de comunicación de largo alcance.
2. El nodo (114, 118, 125, 126) de la reivindicación 1, en donde el controlador de nodo (350) está configurado para controlar el transceptor de nodo (340) para comunicarse con la unidad central (110) usando la frecuencia en la que se recibió un acuse de recibo desde la unidad central (110).
3. El nodo (114, 118, 125, 126) de la reivindicación 1 o la reivindicación 2, en donde el nodo (114, 118, 125, 126) está configurado, al ser desencadenado inicialmente, para intentar establecer comunicación directa con la unidad central (110) usando el primer modo de comunicación de RF, y, si el nodo (114, 118, 125, 126) es incapaz de establecer comunicación directa con la unidad central (110) usando la primera configuración, intentar establecer comunicación directa con la unidad central (110) usando el modo de comunicación de largo alcance.
4. El nodo (114, 118, 125, 126) de la reivindicación 3, el nodo (114, 118, 125, 126) que está configurado además, cuando se intenta establecer comunicación directa con la unidad central (110) usando el primer modo de comunicación de RF, para intentar primero la comunicación usando la frecuencia en la que el nodo (114, 118, 125, 126) recibió por última vez un acuse de recibo de la unidad central (110) del sistema de monitorización de seguridad.
5. El nodo (114, 118, 125, 126) de cualquiera de las reivindicaciones anteriores, el nodo (114, 118, 125, 126) que está configurado además, al establecer comunicación directa con la unidad central (110) para recibir un acuse de recibo de la unidad central (110) para intercambiar claves de seguridad y configuraciones del sistema usando el modo de comunicación que fue usado por el nodo (114, 118, 125, 126) para establecer comunicación directa con la unidad central (110), y posteriormente para comunicarse con la unidad central (110) directamente usando ese modo de comunicación.
6. El nodo (114, 118, 125, 126) de cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde el controlador de nodo (350) está configurado para utilizar una señal de realimentación del oscilador de cristal de la unidad central (110) para compensar la inexactitud de un oscilador de cristal del nodo cuando se sintoniza el transceptor de radiofrecuencia del nodo (340).
7. Una unidad central de un sistema de monitorización de seguridad, la unidad central 110 que tiene al menos un transceptor de radiofrecuencia (230, 232), y una unidad de control (250) para controlar al menos un transceptor de radiofrecuencia (230, 232), la unidad central (110) que está configurada para proporcionar un primer modo de comunicación de RF, para comunicación directa con un nodo del sistema de monitorización de seguridad, caracterizado por que la unidad central (110) está configurada además para proporcionar un modo de comunicación de largo alcance alternativo para la comunicación directa con el nodo, el primer modo de comunicación que soporta una tasa de bits máxima más alta que el modo de largo alcance, y el modo de largo alcance que soporta una mayor rango de transmisión que el primer modo, en donde el modo de comunicación de largo alcance se proporciona en un canal de comunicación de largo alcance que está compuesto de múltiples subcanales de radiofrecuencia diferentes, y en donde los múltiples subcanales de radiofrecuencia diferentes son subcanales virtuales contiguos dentro de un canal de comunicaciones de largo alcance que está definido por un par de bandas de guarda;
la unidad de control (250) que está configurada para:
controlar un transceptor de radiofrecuencia (230, 232) de la unidad central (110) para sintonizar uno de los múltiples subcanales de radiofrecuencia diferentes que juntos componen el canal de comunicación de largo alcance y

escuchar un preámbulo transmitido por un nodo (114, 118, 125, 126) del sistema de monitorización de seguridad, y en el caso de que no se detecte ningún preámbulo dentro de un período predeterminado controlar dicho transceptor de radiofrecuencia (230, 232) de la unidad central (110) para sintonizar otro de los múltiples subcanales de radiofrecuencia diferentes para escuchar un preámbulo transmitido por el nodo (114, 118, 125, 126) del sistema de monitorización de seguridad, y repetir este procedimiento hasta que se hayan utilizado todos los múltiples subcanales de radiofrecuencia diferentes o se haya detectado un preámbulo;

y, en el caso de que se detecte un preámbulo, escuchar una palabra de sincronización, y tras la detección de una palabra de sincronización válida hacer que un transceptor de radiofrecuencia (230, 232) de la unidad central transmita un acuse de recibo en una radiofrecuencia dentro de uno de los subcanales virtuales del canal de comunicación de largo alcance, y, posteriormente, comunicarse con el nodo (114, 118, 125, 126) del sistema de monitorización de seguridad usando una radiofrecuencia dentro de uno de los subcanales virtuales del canal de comunicación de largo alcance.

8. La unidad central de la reivindicación 7, en donde la unidad de control (250) de la unidad central (110) está configurada para transmitir el acuse de recibo en el subcanal de radiofrecuencia en el que se recibió la palabra de sincronización válida.

9. La unidad central de la reivindicación 7 o la reivindicación 8, en donde la unidad central (110) está configurada, en base a la frecuencia en la que se recibió el preámbulo del nodo (114, 118, 125, 126), para estimar la precisión de un oscilador de cristal del nodo (114, 118, 125, 126) del sistema de monitorización de seguridad, y si la precisión estimada es menor que un nivel predeterminado para proporcionar una señal de realimentación al nodo (114, 118, 125, 126), en base a esa estimación, para permitir que el nodo del sistema de monitorización de seguridad compense la precisión del oscilador de cristal cuando se sintoniza un transceptor de radiofrecuencia (340) del nodo.

10. La unidad central de cualquiera de las reivindicaciones 7 a 9, en donde la unidad central (110) está configurada para usar el mismo transceptor de radiofrecuencia (230, 232) para transmitir mensajes usando el primer modo de comunicación de RF y usando el modo de comunicación de largo alcance.

11. La unidad central de cualquiera de las reivindicaciones 7 a 10, en donde el transceptor de radiofrecuencia (230, 232) de la unidad central (110) que se utiliza para sintonizar los múltiples subcanales de radiofrecuencia diferentes y para escuchar un preámbulo transmitido por el nodo (114, 118, 125, 126) del sistema de monitorización de seguridad está configurado para usar Llegada de Señal Digital, DSA, para detectar un patrón de preámbulo válido.

12. Un sistema de monitorización de seguridad que comprende una unidad central (110) según cualquiera de las reivindicaciones 7 a 11 y un nodo según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6.

13. El sistema de monitorización de seguridad de la reivindicación 12, en donde el controlador de nodo (350) está configurado para controlar el transceptor de nodo (340) para transmitir en la frecuencia central del canal de comunicaciones de largo alcance.

14. El sistema de monitorización de seguridad de la reivindicación 12 o la reivindicación 13, en donde cada uno de los subcanales abarca un rango de frecuencia de no más de 5 kHz, por ejemplo, un rango de frecuencia de entre 1,5 y 3 kHz.

15. El sistema de monitorización de seguridad de cualquiera de las reivindicaciones 12 a 14, en donde el nodo (114, 118, 125, 126) está configurado para intentar establecer comunicación con la unidad central (110) usando el primer modo de comunicación antes de intentar establecer comunicación con la unidad central (110) usando el modo de comunicación de largo alcance, y solamente al no poder establecer comunicación con la unidad central (110) usando el primer modo de comunicación intentar establecer comunicación con la unidad central (110) usando el modo de comunicación de largo alcance.

16. El sistema de monitorización de seguridad de cualquiera de las reivindicaciones 12 a 15, en donde la unidad central (110) está configurada para determinar el RSSI para las comunicaciones recibidas desde el nodo (114, 118, 125, 126) usando el modo de comunicación de largo alcance.

17. El sistema de monitorización de seguridad de la reivindicación 16, en donde en el caso de que el RSSI determinado esté por encima de un umbral predeterminado, la unidad central (110) está configurada para emitir una instrucción al nodo (114, 118, 125, 126) para conmutar del modo de comunicación de largo alcance al primer modo de comunicación.

18. El sistema de monitorización de seguridad de cualquiera de las reivindicaciones 12 a 17, en donde los preámbulos transmitidos por el nodo (114, 118, 125, 126) en el modo de largo alcance tienen al menos 10 bytes de longitud, por ejemplo, al menos 12 bytes de longitud o al menos 15 bytes de longitud.

19. El sistema de monitorización de seguridad de cualquiera de las reivindicaciones 12 a 18, en donde la tasa de datos del modo de comunicación de largo alcance es el 20% o menos, por ejemplo, el 10%, de la tasa de datos del primer modo de comunicación de RF.

20. El sistema de monitorización de seguridad de cualquiera de las reivindicaciones 12 a 19, en donde el modo de comunicación de largo alcance opera en la banda ISM g3 de 869,4-869,65 MHz, en la banda ISM de 869,65 a 869,7 MHz, o en la banda ISM g4 de 869,7 a 870,0 MHz; y/o

5 en donde el primer modo de comunicación de RF opera en la banda ISM g1 de 868,0-868,6 MHz o en la banda ISM g2 de 868,7 a 869,2 MHz.

21. El sistema de monitorización de seguridad de cualquiera de las reivindicaciones 12 a 20, en donde el transceptor de radiofrecuencia de la unidad central (230, 232) que se usa para sintonizar uno de los múltiples subcanales de radiofrecuencia diferentes y para escuchar un preámbulo transmitido por el nodo (114, 118, 125, 126) está configurado para usar Llegada de Señal Digital, DSA, para detectar un patrón de preámbulo válido.

10 22. Un método de operación de una unidad central (110) de un sistema de monitorización de seguridad, la unidad central (110) que tiene al menos un transceptor de radiofrecuencia (230, 232) y una unidad de control (250) para controlar al menos un transceptor de radiofrecuencia (230, 232), la unidad central (110) que está configurada para proporcionar un primer modo de comunicación de RF, para comunicación directa con un nodo del sistema de monitorización de seguridad, caracterizado por que la unidad central (110) está configurada además para proporcionar
15 un modo de comunicación de largo alcance alternativo para la comunicación directa con el nodo, el primer modo de comunicación que soporta una tasa de bits máxima más alta que el modo de largo alcance, y el modo de largo alcance que soporta una mayor rango de transmisión que el primer modo, en donde el modo de comunicación de largo alcance se proporciona en un canal de comunicación de largo alcance que se compone de múltiples subcanales de radiofrecuencia diferentes, y en donde los múltiples subcanales de radiofrecuencia diferentes son subcanales virtuales
20 contiguos dentro de un canal de comunicaciones de largo alcance que está definido por un par de bandas de guarda; el método que comprende:

controlar un transceptor de radiofrecuencia (230, 232) de la unidad central (110) para sintonizar uno de los múltiples subcanales de radiofrecuencia diferentes que juntos componen un canal de comunicación de largo alcance y escuchar un preámbulo transmitido por un nodo (114, 118, 125, 126) del sistema de monitorización de seguridad, y en el caso
25 de que no se detecte ningún preámbulo dentro de un período predeterminado controlar dicho transceptor de radiofrecuencia (230, 232) de la unidad central (110) para sintonizar otro de los múltiples subcanales de radiofrecuencia diferentes y escuchar un preámbulo transmitido por el nodo (114, 118, 125, 126) y repetir este procedimiento hasta que se hayan utilizado todos los múltiples subcanales de radiofrecuencia diferentes o se haya detectado un preámbulo;

30 y, en el caso de que se detecte un preámbulo, escuchar una palabra de sincronización, y tras la detección de una palabra de sincronización válida hacer que un transceptor de radiofrecuencia (230, 232) de la unidad central (110) transmita un acuse de recibo en una radiofrecuencia dentro de uno de los subcanales virtuales del canal de comunicación de largo alcance, y, posteriormente comunicarse con el nodo (114, 118, 125, 126) usando una radiofrecuencia dentro de uno de los subcanales virtuales del canal de comunicación de largo alcance.

35 23. El método de la reivindicación 22, que incluye la unidad de control (250) de la unidad central (110) que transmite el acuse de recibo en el subcanal de radiofrecuencia en el que se recibieron el preámbulo y la palabra de sincronización válida.

24. Un método de operación de un nodo (114, 118, 125, 126) de un sistema de monitorización de seguridad, el nodo (114, 118, 125, 126) que tiene un transceptor de radiofrecuencia de nodo (340) configurado para proporcionar un
40 primer modo de comunicación de RF, para comunicación directa con una unidad central (110) del sistema de monitorización de seguridad, caracterizado por que el transceptor de radiofrecuencia (340) está configurado además para proporcionar un modo de comunicación de largo alcance alternativo para la comunicación directa con la unidad central (110), el primer modo de comunicación que soporta una tasa de bits máxima más alta que el modo de largo alcance, el modo de largo alcance que soporta un rango de transmisión mayor que el primer modo, en donde el modo
45 de comunicación de largo alcance se proporciona en un canal de comunicación de largo alcance que se compone de múltiples subcanales de radiofrecuencia diferentes, y en donde los múltiples subcanales de radiofrecuencia diferentes son subcanales virtuales contiguos dentro de un canal de comunicaciones de largo alcance que está definido por un par de bandas de guarda;

el método que comprende:

50 intentar establecer comunicación con la unidad central (110) usando el modo de comunicación de largo alcance:

transmitiendo un mensaje que comprende un preámbulo seguido de una palabra de sincronización en una frecuencia dentro de uno de los subcanales virtuales del canal de comunicación de largo alcance, y escuchando un acuse de recibo de la unidad central (110) en una frecuencia dentro del canal de comunicación de largo alcance;

55 y, en el caso de que se reciba un acuse de recibo desde la unidad central (110) en uno de los subcanales virtuales del canal de comunicación de largo alcance, comunicarse con la unidad central (110) usando una frecuencia dentro de uno de los subcanales virtuales del canal de comunicación de largo alcance.

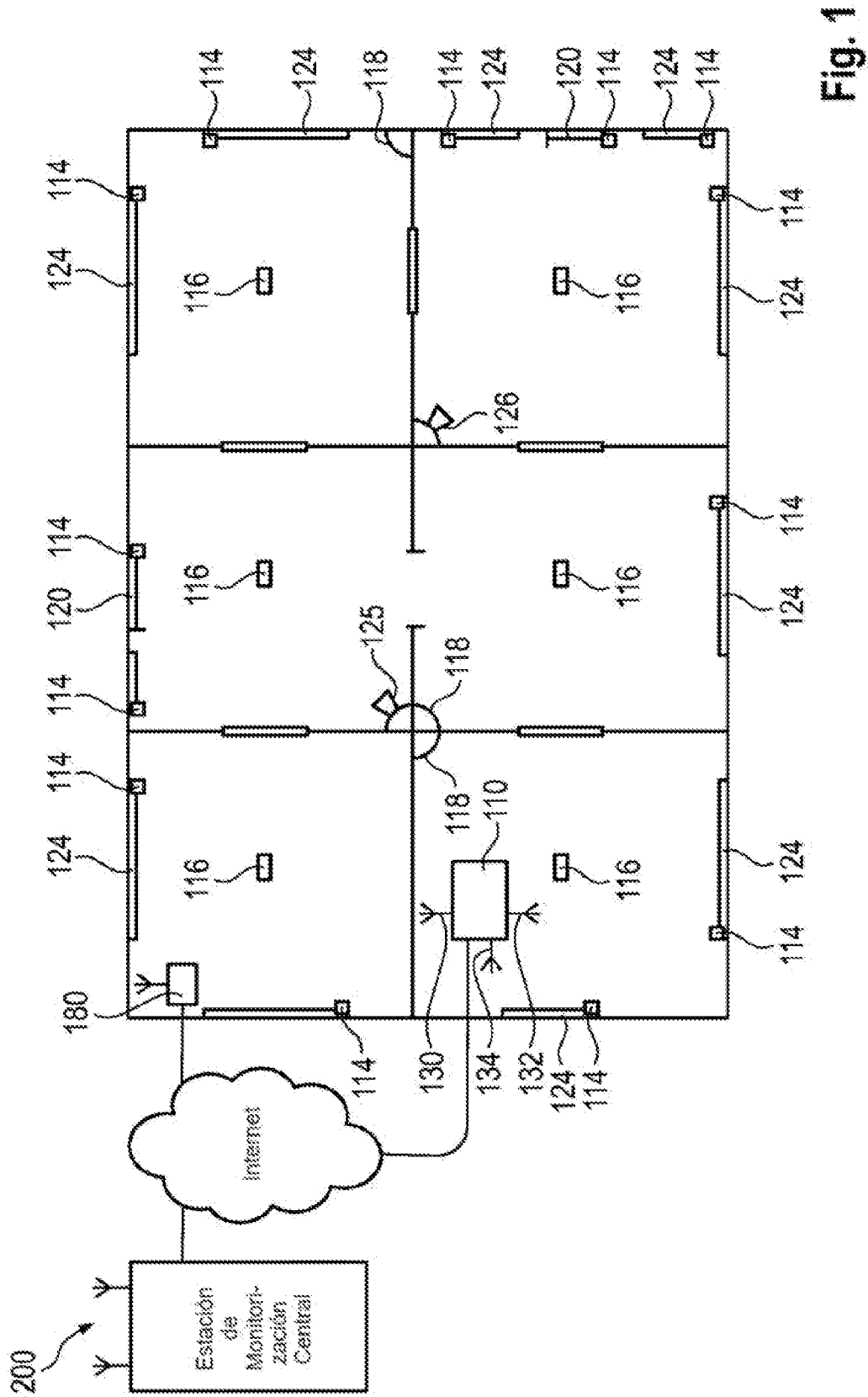


Fig. 1

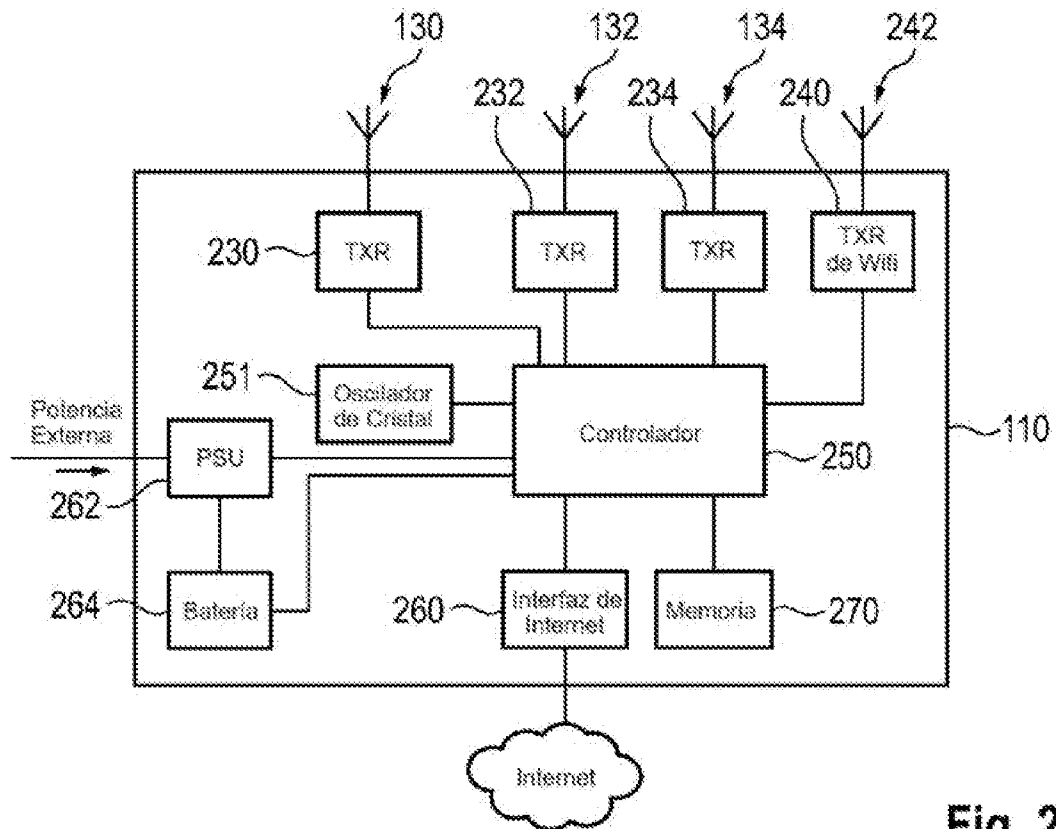


Fig. 2

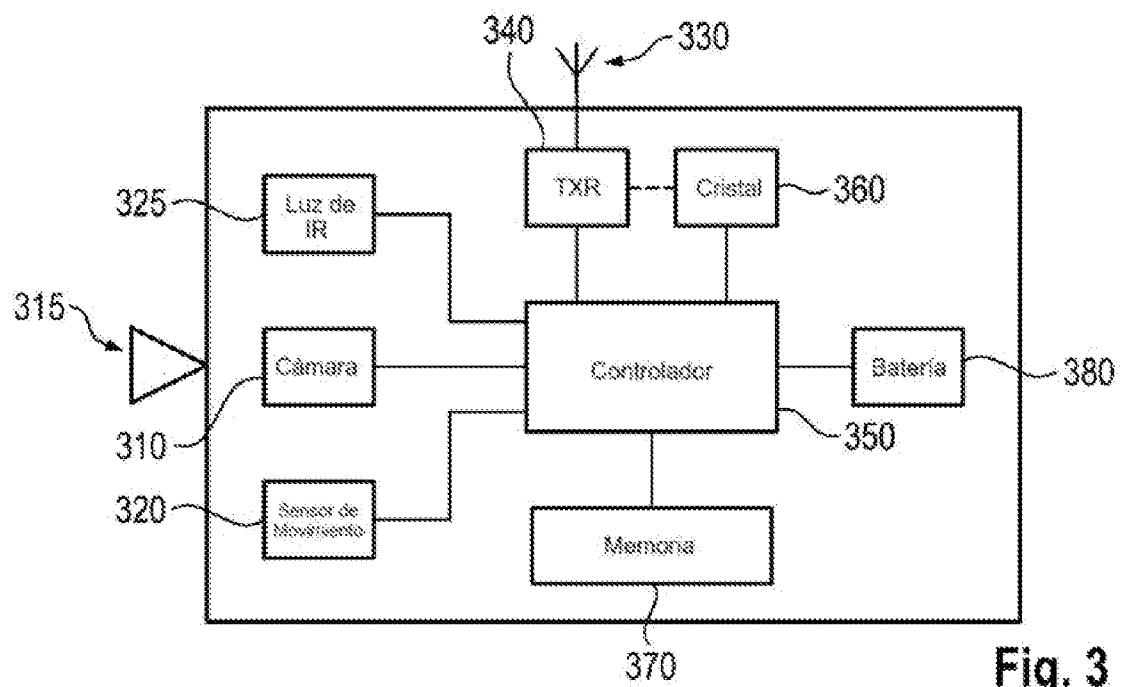


Fig. 3