

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 803 353**

51 Int. Cl.:

G08C 17/02

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **22.12.2017** **E 17210451 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **10.06.2020** **EP 3503062**

54 Título: **Sistema de control de automatización para controlar una función de máquina de una máquina remota**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
26.01.2021

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

KLATT, AXEL

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 803 353 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 control de automatización para controlar una función de máquina de una máquina remota

Campo técnico

La presente descripción se refiere al campo de los sistemas de control de automatización.

5 Antecedentes

Los sistemas de control de automatización están ampliamente desplegados para controlar máquinas en las industrias de manufacturas. En este contexto, un control fiable de las funciones de máquina de las máquinas remotas, tales como una parada de emergencia o un control de velocidad, son de particular interés.

10 Con el fin de transmitir una señal de control a una máquina, se requiere una infraestructura de telecomunicación. Tradicionalmente, con el fin de controlar remotamente una máquina, se puede usar la tecnología Profibus y el protocolo Profinet.

15 La transmisión de las señales de control se realiza normalmente usando una red cableada. Sin embargo, las redes cableadas son inflexibles y caras, en particular en sistemas de control multicanal. Los costes de infraestructura asociados con las redes cableadas se pueden reducir usando comunicaciones LAN inalámbricas (WLAN). Sin embargo, los sistemas de comunicación WLAN están diseñados para un rango corto que es típicamente 30m. Además, una fiabilidad de los sistemas de comunicación WLAN se puede reducir en condiciones de canal difíciles, en particular con un número creciente de entidades de red que se comunican a través de la infraestructura de comunicación WLAN u otras tecnologías de radio que interfieren usando los mismos recursos de frecuencia que la WLAN.

20 El documento US 2015/282122 A1 describe un método y un aparato para agrupar una pluralidad de haces en una pluralidad de grupos de haces y programar la comunicación de una estación móvil en un sistema de comunicación inalámbrico que soporta entrada múltiple salida múltiple, MIMO.

25 El documento WO 2010/105670 A1 describe un método y un aparato para controlar las transmisiones de cuatro antenas de un dispositivo que usa un libro de código de precodificación, en donde el libro de código comprende una pluralidad de entradas y las entradas son tales que una capa única está mapeada con cada antena seleccionada.

30 El documento US 2010/0177660 A1 describe un dispositivo de red multifunción inalámbrico para usar en una red de comunicación inalámbrica, que puede servir para múltiples funciones y conmutar y reconfigurar dinámicamente desde un encaminador de red a un coordinador de red cuando el coordinador de red designado originalmente está deshabilitado, así como una red de comunicación de tipo malla que incluye una pluralidad de dispositivos encaminadores de red inalámbrica, cada uno capaz de realizar las funciones de un coordinador de red, en donde un dispositivo coordinador de red inalámbrica puede establecer automáticamente una red de área personal en una red comunicación inalámbrica.

35 El documento EP 2 884 583 A1 describe un sistema de control de automatización para controlar de forma inalámbrica una función de máquina de una máquina remota, que comprende una estación base; un receptor de control remoto que se dispone de forma separada de la estación base; la estación base configurada para transmitir una señal de control para controlar la función de máquina usando un haz de transmisión que está dirigido espacialmente hacia un receptor de control remoto según una tecnología de comunicaciones móviles; en donde el receptor de control remoto comprende una interfaz de comunicación que se configura para recibir el haz de transmisión, un procesador que se configura para extraer una versión recibida de la señal de control del haz de transmisión recibido, y una interfaz eléctrica que es conectable con una interfaz eléctrica de la máquina para controlar la función de máquina de la máquina sobre la base de la versión recibida de la señal de control.

Compendio de la invención

Es un objeto de la descripción proporcionar un sistema de control de automatización con una infraestructura de telecomunicación mejorada.

45 Los objetos anteriores y otros se obtienen por la temática de las reivindicaciones independientes. Formas de implementación adicionales son evidentes a partir de las reivindicaciones dependientes, la descripción y las figuras.

La descripción se basa en el hallazgo, de que el objeto anterior se puede resolver cuando se despliega una estructura de comunicación móvil que normalmente se usa para comunicaciones móviles de, por ejemplo, teléfonos inteligentes para controlar de forma inalámbrica una máquina o un actuador de una máquina.

50 La descripción se refiere según un primer aspecto a un sistema de control de automatización para controlar de forma inalámbrica una función de máquina de una máquina remota, el sistema de control de automatización que comprende: una estación base; y un receptor de control remoto que se dispone de forma separada de la estación base; en donde la estación base que se configura para transmitir una señal de control para controlar la función de

- máquina usando un haz de transmisión que está dirigido espacialmente hacia el receptor de control remoto según una tecnología de comunicaciones móviles; y en donde el receptor de control comprende una interfaz de comunicación que se configura para recibir el haz de transmisión, un procesador que se configura para extraer una versión recibida de la señal de control del haz de transmisión recibido, y una interfaz eléctrica que es conectable con una interfaz eléctrica de la máquina para controlar la función de máquina de la máquina sobre la base de la versión recibida de la señal de control.
- Usar tecnología de comunicaciones móviles en lugar de WLAN habilita transmitir la señal de control a través de uno, dos o más canales según los estándares de comunicación móvil. Claramente, los costes de infraestructura se podrían incrementar cuando se compara con usar, por ejemplo, una transmisión WLAN. Sin embargo, las tecnologías de comunicación móvil soportan el establecimiento de canales de comunicación dedicados para transmitir señales de control con una mayor fiabilidad.
- La estación base puede tener características de estaciones base para soportar comunicaciones móviles, y puede ser una estación base de microcelda. La celda cubierta por la estación base corresponde al tamaño del área con máquinas que debería controlarse.
- Con el fin de transmitir de forma dedicada la señal de control hacia una máquina respectiva, el receptor de control puede estar asociado de forma única o ubicarse conjuntamente con la máquina demasiado para ser controlado. Sin embargo, el mismo receptor de control se puede proporcionar para controlar varias máquinas.
- El receptor de control actúa en la red de comunicación por ejemplo como un abonado que tiene su propia identidad de abonado. Por lo tanto, cada receptor de control y de esta manera cada máquina puede ser dirigidos por la estación base de forma dedicada.
- El receptor de control es conectable o está conectado eléctricamente con la máquina usando la interfaz eléctrica, por ejemplo un conector de abrazadera. Por lo tanto, la señal de control, que se corresponde con su versión recibida cuando no se ve afectada negativamente por el canal de comunicación, se puede proporcionar a la máquina usando por ejemplo la infraestructura para conexiones cableadas.
- La estación base se puede configurar para enviar más de un haz de transmisión hacia el receptor de control remoto, formando cada haz de transmisión un canal de comunicación. De este modo, por ejemplo, se pueden proporcionar dos canales de seguridad.
- Además, la estación base se puede configurar para comunicar con una pluralidad de receptores de control distribuidos para controlar las funciones de una pluralidad de máquinas de la misma forma a como se describe con respecto a un solo receptor de control remoto.
- En una realización, el receptor remoto se puede disponer o implementar directamente en la máquina.
- Por lo tanto, según un ejemplo, el sistema de control de automatización comprende la máquina y el receptor remoto implementado en la máquina.
- Según un ejemplo, la estación base está configurada para generar la señal de control para controlar la función de máquina. Generalmente, la estación base se puede configurar para controlar funciones de la máquina o funciones de una pluralidad de máquinas. En otras palabras, la estación base puede implementar un controlador de automatización.
- Sin embargo, el controlador de automatización puede ser una entidad separada y puede proporcionar las señales de control a la estación base para la transmisión usando un canal de comunicación cableado o inalámbrico. El controlador de automatización puede formar otro abonado que comunica con el controlador remoto respectivo a través de la estación base, que proporciona acceso al controlador remoto.
- Según un ejemplo, la función de la máquina es una función de seguridad tal como la parada de emergencia o el control de velocidad o el apagado/encendido. En otro ejemplo, la función de máquina puede ser, por ejemplo, una función de servicio para el servicio de la máquina.
- Según un ejemplo, la estación base también puede usar el haz de transmisión para transmitir información sensible al tiempo, es decir, información en tiempo real, en particular información de control para controlar operaciones sensibles al tiempo de la máquina, tales como el control de velocidad, el control de movimiento, en particular en robótica.
- Según un ejemplo, la estación base también puede usar el haz de transmisión para transmitir información no sensible al tiempo, es decir, información en tiempo no real, tal como parámetros para parametrizar la máquina, tales como la temperatura o los umbrales de velocidad.
- La versión recibida de la señal de control corresponde en un ejemplo a la versión transmitida de la señal de control. Sin embargo, en particular en condiciones de canal ruidoso, la versión recibida de la señal de control puede estar afectada por los errores de transmisión. Por lo tanto, puede ser ventajoso una transmisión y control de dos canales.

- Según un ejemplo, la estación base además está configurada para transmitir la señal de control usando un segundo haz de transmisión que está dirigido espacialmente hacia el receptor de control remoto según una tecnología de comunicaciones móviles; en donde la interfaz de comunicación está configurada para recibir el segundo haz de transmisión; el procesador está configurado para extraer una segunda versión recibida de la señal de control del segundo haz de transmisión recibido; y en donde la interfaz eléctrica está configurada para sacar la primera versión recibida de la señal de control y la segunda versión recibida de la señal de control para un control de máquina de dos canales.
- Los dos haces de transmisión soportan comunicaciones de dos canales, en particular dos canales de seguridad para controlar una función de máquina de seguridad.
- Según un ejemplo, la estación base comprende una antena de formación de haz con un grupo de elementos de antena, en particular elementos de antena en fase, en donde la estación base está configurada para accionar el grupo de elementos de antena usando una señal de formación de haz para generar el haz de transmisión.
- Por ello, se pueden establecer múltiples canales que forman por ejemplo canales de seguridad usando la diversidad espacial. El haz respectivo puede dirigirse de forma fija hacia el receptor de control respectivo.
- Según un ejemplo, la estación base está configurada para accionar diferentes subgrupos del grupo de elementos de antena para generar el haz de transmisión respectivo o diferentes haces de transmisión. Los subgrupos se pueden accionar usando diferentes fases con el fin de generar diferentes haces.
- Según un ejemplo, la estación base está configurada para generar el haz de transmisión respectivo usando un libro de códigos de formación de haz según una tecnología de comunicación de MIMO.
- El libro de códigos puede, por ejemplo, indicar una amplitud y/o una fase de una señal que acciona el elemento de antena respectivo o varios elementos de antena para generar el haz dirigido espacialmente. Por ejemplo, el libro de códigos puede tener una entrada $1 + j1$ que define una amplitud y una fase de una señal compleja.
- Según un ejemplo, la interfaz de comunicación del receptor de control remoto comprende una antena receptora que comprende un grupo de elementos de antena para recibir el haz de transmisión. Por ello, se puede soportar la comunicación que usa la formación de haz.
- Según un ejemplo, el sistema de control de automatización además está adaptado para controlar una función de máquina de una máquina remota adicional dispuesta de forma separada de la máquina remota, que además comprende un receptor de control remoto adicional que se asocia con la máquina remota adicional en donde la estación base está configurada para transmitir una señal de control adicional para controlar la función de máquina de la máquina adicional usando un tercer haz de transmisión y para transmitir la señal de control adicional usando un cuarto haz de transmisión, en donde el tercer haz de transmisión está dirigido espacialmente hacia el receptor de control adicional, y en donde el cuarto haz de transmisión está dirigido espacialmente hacia el receptor de control adicional.
- Según un ejemplo, el receptor de control adicional comprende: una interfaz de comunicación que se configura para recibir el tercer haz de transmisión y el cuarto haz de transmisión, un procesador que se configura para extraer una primera versión recibida de la señal de control adicional del tercer haz de transmisión recibido, extraer una segunda versión recibida de la señal de control adicional del cuarto haz de transmisión recibido; y una interfaz eléctrica que es conectable con una interfaz de la máquina adicional para controlar la función de máquina de la máquina adicional sobre la base de la primera versión recibida de la señal de control y la segunda versión recibida de la señal de control.
- Las características del sistema de control de automatización como se describen en conexión con un solo receptor de control aplican correspondientemente para cada receptor de control adicional del sistema de control de automatización con una pluralidad de receptores de control.
- Según un ejemplo, la estación base está configurada para transmitir diferentes haces de transmisión simultáneamente o uno tras otro. Por ello, se puede obtener la diversidad espacial y la diversidad temporal.
- Según un ejemplo, la función de máquina respectiva es una función de seguridad, y en donde la estación base está configurada para transmitir el haz de transmisión que ocupa una banda que tiene licencia para comunicaciones móviles, en particular cualquier banda de frecuencia que se extienda desde 1.8 GHz a 6 GHz y/o 24.25 GHz a 29.5 GHz y/o 31.8 a 33.4 GHz y/o 37 GHz a 40 GHz. Esto aumenta la fiabilidad de la transmisión de la señal de control porque una banda de frecuencia con licencia es accesible para menos entidades autorizadas que una banda de frecuencia sin licencia.
- Según un ejemplo, la estación base puede transmitir adicionalmente señales de control en tiempo real, es decir, señales sensibles al tiempo como se mencionó anteriormente usando la banda de frecuencia con licencia. Otras señales, que son señales en tiempo no real, tales como las señales de mantenimiento, se pueden transmitir usando la tecnología de comunicación móvil en bandas de frecuencia sin licencia.

Por ello, la estación base puede comunicar con una pluralidad de receptores de control para controlar una pluralidad de máquinas. Los receptores de control pueden tener características correspondientes, de modo que la descripción con respecto al receptor de control remoto aplica correspondientemente a todos los receptores de control remoto.

5 Según un ejemplo, la estación base está configurada para transmitir el haz de transmisión según una de las siguientes tecnologías de comunicación: GSM, LTE, LTE-A, UMTS, HSPA, 3GPP, en particular los sistemas de radio 3GPP NR, Nueva Radio, 5G o IEEE tales como LAN inalámbrica, WiGig o cualquiera de las evoluciones y sucesores de estas tecnologías.

10 Según un ejemplo, el procesador respectivo está configurado para comparar las versiones recibidas de la señal de control recibida respectivamente para detectar un error de transmisión. Por ello, se pueden detectar los errores de transmisión que afectan negativamente al canal de control, lo que aumenta la fiabilidad del sistema. Si se detecta un error de transmisión, entonces el receptor respectivo puede solicitar una retransmisión de la señal de control por la estación base. Sin embargo, esta comparación también se puede realizar por la máquina.

15 Según un ejemplo, la interfaz eléctrica respectiva del receptor de control respectivo está adaptada para una conexión cableada con una interfaz eléctrica de la máquina remota respectiva o en donde la interfaz de máquina respectiva es una interfaz de abrazadera. Por ello, se pueden proporcionar los dos canales por separado a la máquina.

20 Según un ejemplo, la interfaz eléctrica respectiva del receptor de control respectivo comprende una primera abrazadera y una segunda abrazadera para sacar las versiones recibidas de la señal de control. Generalmente, la interfaz respectiva puede estar formada por un conector eléctrico según cualquier requisito de conector de automatización.

Según un ejemplo, el receptor de control respectivo comprende un SIM (módulo de identidad de abonado) o un eSIM (SIM embebido), en particular una eUICC (tarjeta de circuito integrado universal embebida, y una identidad de abonado tal como una IMSI (identidad de abonado móvil internacional) o una eID (identidad electrónica), o un ICCID (identificador de tarjeta de circuito integrado).

25 La estación base maneja el receptor de control respectivo como un abonado, de modo que se pueden usar protocolos de comunicación móvil para las comunicaciones con el controlador remoto respectivo.

30 Según un segundo aspecto, la descripción se refiere a un receptor de control para controlar una función de máquina de una máquina en un sistema de control de automatización que comprende una estación base que se configura para transmitir una señal de control para controlar la función de máquina usando un haz de transmisión que está dirigido espacialmente hacia el receptor de control según una tecnología de comunicaciones móviles y que además se configura para transmitir la señal de control usando un segundo haz de transmisión que está dirigido espacialmente hacia el receptor de control remoto según una tecnología de comunicaciones móviles, en donde el receptor de control comprende: una interfaz de comunicación que se configura para recibir el haz de transmisión y para recibir el segundo haz de transmisión; un procesador que se configura para extraer una versión recibida de la señal de control del haz de transmisión recibido y para extraer una segunda versión recibida de la señal de control del segundo haz de transmisión recibido; y una interfaz eléctrica que es conectable con una interfaz eléctrica de la máquina para controlar la función de máquina de la máquina sobre la base de la versión recibida de la señal de control, en donde la interfaz eléctrica está configurada para sacar la primera versión recibida de la señal de control y la segunda versión recibida de la señal de control para un control de máquina de dos canales, en donde el receptor de control está dispuesto de forma separada de la estación base.

El receptor de control del segundo aspecto según los ejemplos tiene las características del receptor de control como se describe con respecto al primer aspecto y sus ejemplos.

45 Según un tercer aspecto, la descripción se refiere a una máquina que tiene una función de máquina que es controlable por una señal de control, siendo la señal de control transmitible por una estación base para controlar la función de máquina usando un haz de transmisión que está dirigido espacialmente hacia el receptor de control según una tecnología de comunicaciones móviles y un segundo haz de transmisión que está dirigido espacialmente hacia el receptor de control remoto, en donde la máquina comprende: el receptor de control del segundo aspecto, en donde la interfaz eléctrica está configurada para sacar la primera versión recibida de la señal de control y la segunda versión recibida de la señal de control para un control de máquina de dos canales; y una interfaz eléctrica que es conectable o se conecta eléctricamente a la interfaz eléctrica del receptor de control para recibir la versión recibida respectiva de la señal de control; y un procesador que se configura para controlar la función de máquina de la máquina sobre la base de la versión recibida respectiva de la señal de control.

En algunos ejemplos, la interfaz eléctrica del receptor de control está adaptada para una conexión cableada con la interfaz eléctrica de la máquina, por ejemplo usando un conector eléctrico o una abrazadera.

55 En un ejemplo, el receptor de control está embebido en la máquina, de modo que la interfaz eléctrica del receptor de control y la interfaz eléctrica están conectadas de forma fija.

En una transmisión libre de errores, la versión recibida del control puede corresponder a la señal de control transmitida, de modo que la versión recibida de la señal de control se puede usar para controlar la máquina, en particular un actuador de la máquina tal como un interruptor de emergencia o un interruptor de encendido o un relé.

5 En un ejemplo, se puede proporcionar un esquema de transmisión multicanal con el fin de, por ejemplo detectar errores de transmisión, en particular en el caso de controlar funciones de seguridad.

Según un quinto aspecto, la descripción se refiere a un método de control de automatización para controlar de forma inalámbrica una función de máquina de una máquina remota con el sistema de control de automatización según el primer aspecto, el método de control de automatización que comprende: transmitir la estación base una señal de control para controlar la función de máquina usando un haz de transmisión que está dirigido espacialmente hacia el receptor de control remoto según una tecnología de comunicaciones móviles; transmitir la estación base la señal de control para controlar la función de la máquina usando un segundo haz de transmisión que está dirigido espacialmente hacia el receptor de control remoto según una tecnología de comunicaciones móviles; recibir el haz de transmisión; recibir el segundo haz de transmisión; extraer una versión recibida de la señal de control del haz de transmisión recibido; extraer una segunda versión recibida de la señal de control del segundo haz de transmisión; y sacar la versión recibida respectiva de la señal de control a través de la interfaz eléctrica que está conectada con una interfaz eléctrica de la máquina para controlar la función de máquina de la máquina. La máquina puede usar la versión recibida de la señal de control para realizar una acción indicada por la señal de control.

Según un quinto aspecto, la descripción se refiere a un programa informático que comprende un código de programa legible por ordenador que, cuando se ejecuta en la estación base y/o en el receptor de control remoto del sistema de control de automatización, realiza el método según el segundo aspecto.

Según un sexto aspecto, la descripción se refiere a un producto de programa informático que comprende el programa informático según el tercer aspecto.

Breve descripción de los dibujos

Las realizaciones adicionales de la invención se describirán con respecto a las siguientes figuras, en donde:

25 La Figura 1 muestra un ejemplo de un sistema de control de automatización;

La Figura 2 muestra un ejemplo del sistema de control de automatización;

Las Figuras 3a, 3b muestran ejemplos del sistema de control de automatización;

La Figura 4 muestra un diagrama de un método de control en un ejemplo; y

La Figura 5 muestra un diagrama de bloques de una máquina.

30 En las diversas figuras, los signos de referencias idénticos se usarán para características idénticas o al menos equivalentes funcionalmente.

Descripción detallada de las realizaciones

En la siguiente descripción, se hace referencia a los dibujos anexos, que forman parte de la descripción, y en los que se muestran, a modo de ilustración, aspectos específicos en los que se puede colocar la presente invención. Se apreciará que se pueden utilizar otros aspectos y se pueden hacer cambios estructurales o lógicos sin apartarse del alcance de la presente invención. La siguiente descripción detallada, por lo tanto, no debe tomarse en un sentido limitante, ya que el alcance de la presente invención está definido por las reivindicaciones adjuntas.

Por ejemplo, se apreciará que una descripción en conexión con un método descrito también puede ser válida para un dispositivo o sistema correspondiente configurado para realizar el método y viceversa. Por ejemplo, si está descrito un paso de método específico, un dispositivo correspondiente puede incluir una unidad para realizar el paso de método descrito, incluso si tal unidad no está descrita o ilustrada explícitamente en las figuras.

Además, en la siguiente descripción detallada así como en las reivindicaciones, se describen realizaciones con diferentes bloques funcionales o unidades de procesamiento, que están conectados entre sí o intercambian señales. Se apreciará que la presente invención también cubre realizaciones, que incluyen bloques funcionales o unidades de procesamiento adicionales que están dispuestos entre los bloques funcionales o unidades de procesamiento de las realizaciones descritas a continuación.

La Figura 1 muestra un sistema de control de automatización 100 para controlar de forma inalámbrica una función de máquina de una máquina remota 121.

50 La Figura 2 muestra otro ejemplo del sistema de control de automatización 100 en el que está presente una segunda máquina remota 133.

A continuación, se hará referencia a la Figura 2. Sin embargo, se entiende que la siguiente descripción también aplica al escenario con una sola máquina remota 121 como se representa en la Figura. 1.

El sistema de control de automatización 100 comprende una estación base 101 y un (primer) receptor de control remoto 111 que se dispone de forma separada de la estación base 101. El receptor de control remoto 111 está asociado con la (primera) máquina 121.

El sistema de control de automatización 100 puede comprender un segundo receptor de control remoto 113 que se dispone de forma separada de la estación base 101.

La estación base 101 está configurada para transmitir un haz de transmisión 103 con una señal de control para controlar la función de la máquina que está dirigido espacialmente hacia el receptor de control remoto 111.

Según un ejemplo, la estación base 101 está configurada para transmitir el haz de transmisión 103 en un escenario de canal único. Según otro ejemplo, la estación base 101 se puede configurar para transmitir un segundo haz de transmisión 105 hacia el receptor de control remoto 111. El (primer) haz de transmisión 103 y el segundo haz de transmisión 105 forman conjuntamente dos canales, por ejemplo dos canales de seguridad para control de automatización de dos canales. Los haces 103, 105 están separados espacialmente y son transmitidos, por ejemplo en paralelo o ligeramente inclinados, por ejemplo por 1 °, 5 ° o 10 °.

Según un ejemplo, la estación base 101 está configurada correspondientemente para transmitir uno o más haces de transmisión 107, 109 hacia el segundo receptor de control remoto 113.

El (primer) receptor de control 111 comprende una interfaz de comunicación 115 que se configura para recibir uno o más haces de transmisión 103 y 105, un procesador 117 que se configura para extraer una versión recibida de la señal de control del haz de transmisión recibido, y una interfaz eléctrica 119 que es conectable o está conectada eléctricamente con una interfaz eléctrica de la máquina para controlar la función de máquina de la máquina 121 sobre la base de la versión recibida de la señal de control.

Correspondientemente, el segundo receptor de control 115 comprende una interfaz de comunicación 125 que se configura para recibir uno o más haces de transmisión 107, 109, un procesador 127 que se configura para extraer una versión recibida de la señal de control del haz de transmisión recibido, y una interfaz eléctrica 129 que es conectable o está conectada eléctricamente con una interfaz eléctrica de la máquina para controlar la función de máquina de la máquina 131 sobre la base de la versión recibida de la señal de control.

En un ejemplo, los haces de transmisión 103-109 se pueden hacer ortogonales entre sí usando códigos de extensión ortogonales, por lo cual puede desplegarse un esquema de transmisión de CDMA.

Con el fin de proporcionar la señal de control a la máquina respectiva 121, 131, la interfaz eléctrica respectiva 119, 129 del receptor de control respectivo 111, 113 se puede adaptar para la conexión cableada. La interfaz eléctrica respectiva 119, 129 puede comprender, en un escenario de dos canales, una primera abrazadera 123-1, 131-1 adaptada para sacar la primera versión recibida de la señal de control respectiva y una segunda abrazadera 123-2, 131-2 para sacar la segunda versión recibida de la señal de control respectiva. Por ello, la conexión cableada a la máquina remota 121, 131 se puede establecer usando conectores bien conocidos desplegados en sistemas de automatización.

Sin embargo, en un escenario de un canal único o que usa la codificación ortogonal, respectivamente solo se puede usar una abrazadera para sacar la versión recibida de la señal de control.

En otro ejemplo, como se muestra en la Figura 2, los haces de transmisión 105-109 se pueden transmitir usando haces de transmisión separados. Sin embargo, también es posible una mezcla de métodos de transmisión, donde los haces de transmisión 103, 105 se transmiten usando haces de transmisión, y los haces de transmisión 107, 109 se transmiten usando el esquema de transmisión de CDMA.

Los haces de transmisión 130-109 se pueden transmitir sobre la base del esquema de Profinet o Profibus.

Como se representa en la Figura 3a, la señal de control respectiva para controlar la máquina remota respectiva 121, 133 se puede generar en la estación base 101, que tiene un controlador de automatización integrado 301.

Sin embargo, como se representa en la Figura 3b), la máquina remota respectiva 121, 133 se puede generar por un controlador de automatización remoto 303 que proporcionó la señal de control respectiva a la estación base 101 a través de una red de comunicación cableada o inalámbrica. El controlador remoto 303 se puede manejar como otro abonado en la celda de comunicación servida por la estación base 101. Por lo tanto, el controlador remoto 303 puede tener su propia identidad de abonado como se describe en la presente memoria, y comunicar con la estación base 101 usando una tecnología de telecomunicación móvil como se describe en la presente memoria.

En una realización, el controlador remoto 303 puede transmitir el haz de transmisión respectivo 103-109 hacia la estación base 101 de una manera multicanal. En esta realización, el controlador remoto 303 puede iniciar una llamada o una sesión de datos hacia el receptor de control respectivo 111, 113 usando la estación base 101.

Según una realización, la estación base 101 está configurada para transmitir el primer haz de transmisión 103 y el segundo haz de transmisión 105 con la señal de control relacionada con la función de máquina que ocupa una banda que tiene licencia para comunicaciones móviles, en particular una banda de frecuencia que se extienda desde 1.8 GHz a 6 GHz y/o 24.25 GHz a 29.5 GHz y/o 31.8 a 33.4 GHz y/o 37 GHz a 40 GHz.

- 5 Además, la estación base 101 puede transmitir señales adicionales, que por ejemplo no están relacionadas con controlar las funciones de máquina, que usan bandas de frecuencia sin licencia y típicamente usadas para WLAN (las denominadas bandas RLAN en Europa, por ejemplo), por ejemplo las bandas RLAN a 2.4 GHz, 5.8 GHz o 60 GHz.

- 10 En una realización, el primer haz de transmisión 103 y el segundo haz de transmisión 105 se pueden transmitir en la misma banda de frecuencia con licencia, o en diferentes bandas de frecuencia con licencia.

En una realización, el primer haz de transmisión 103 y el segundo haz de transmisión 105 se pueden transmitir usando parámetros de transmisión diferentes o parámetros de canal relacionados con la modulación, codificación de error, tasa de datos, probabilidad de error de bit o retraso.

- 15 En una realización, la estación base 101 se puede configurar para transmitir comunicaciones en tiempo real en una o varias bandas de frecuencia con licencia, y para transmitir comunicaciones en tiempo no real en bandas de frecuencia sin licencia.

Los protocolos usados para transmitir comunicaciones en tiempo real, tales como el control en tiempo real y las comunicaciones en tiempo no real, tales como las funciones de mantenimiento o las actualizaciones de software o recuperar información de sistema pueden elegir diferentes frecuencias o bandas de frecuencia.

- 20 La pila de protocolo desplegada puede comprender comunicaciones en tiempo real y comunicaciones en tiempo no real, es decir, comunicaciones críticas sin tiempo una capa de Ethernet estándar común.

Las comunicaciones en tiempo real se pueden manejar usando un canal en tiempo real de Profinet que sigue la capa Ethernet, mientras que las comunicaciones críticas sin tiempo se pueden manejar por una capa IP seguida por la capa TCP/UDP.

- 25 El canal en tiempo real de Profinet y la capa TCP/UDP pueden converger en la capa de aplicación de Profinet.

En una realización, las comunicaciones en tiempo real y las comunicaciones en tiempo no real se pueden mapear en diferentes frecuencias o en dos bandas de frecuencia para una transmisión doble, es decir, redundante.

- 30 La Figura 4 representa un diagrama de un método de control de automatización para controlar de forma inalámbrica una función de máquina de la máquina remota 121, el método de control de automatización que comprende: transmitir 401 la estación base 101 una señal de control para controlar la función de máquina usando un haz de transmisión 103, 105 que está dirigido espacialmente hacia el receptor de control remoto según una tecnología de comunicaciones móviles, y recibir 403 el haz de transmisión 103, 105 extrayendo 405 una versión recibida de la señal de control del haz de transmisión recibido, y sacar la versión recibida de la señal de control a través de la interfaz eléctrica 119 que está conectada con una interfaz eléctrica de la máquina para controlar la función de máquina de la máquina 121.

El método de control de automatización puede comprender además controlar la función de máquina de la máquina remota, por ejemplo una parada de emergencia usando la primera versión recibida de la señal de control y la segunda versión recibida de la señal de control.

El método de control de automatización se puede implementar en hardware y/o en software.

- 40 La Figura 5 muestra un diagrama de bloques de la máquina 121 que tiene una función de máquina que es controlable por una señal de control, siendo la señal de control transmitible por una estación base para controlar la función de máquina usando un haz de transmisión que está dirigido espacialmente hacia el receptor de control remoto según una tecnología de comunicaciones móviles, en donde la máquina comprende el receptor de control 111 como se describió en conexión con los ejemplos anteriores, en donde la interfaz eléctrica 119 está configurada para sacar la versión recibida de la señal de control y, y siendo una interfaz eléctrica 501 conectable eléctricamente a la interfaz eléctrica 119 del receptor de control 111 para recibir la versión recibida de la señal de control, y un procesador 503 que se configura para controlar la función de seguridad de la máquina 121 sobre la base de la primera versión recibida de la señal de control y la segunda versión recibida de la señal de control.

- 50 En un ejemplo, el procesador 503 está configurado para controlar la máquina 121, en particular un actuador opcional 505 de la máquina 121, tal como un interruptor de emergencia o un interruptor de alimentación o un relé o cualquier otra función controlable.

Se entiende que las características de los diversos aspectos ejemplares descritos en la presente memoria se pueden combinar entre sí, a menos que se indique específicamente de otro modo.

Mientras una característica o aspecto particular de la descripción se puede haber descrito con respecto a solo una de varias implementaciones o realizaciones, tal característica o aspecto se puede combinar con una o más características o aspectos de las otras implementaciones o realizaciones que se pueda desear y que pueda ser ventajoso para cualquier aplicación dada o particular. Además, en la medida en que los términos "incluir", "tener", "con", u otras variantes de los mismos se usan en cada descripción detallada o en las reivindicaciones, tales términos tienen la intención de ser inclusivos de una manera similar al término "comprender". Además, los términos "ejemplar", "por ejemplo" y "p. e." quieren significar simplemente como un ejemplo, más que el mejor u óptimo. Se puede haber usado los términos "acoplado" y "conectado", junto con derivados. Se debería entender que estos términos se pueden haber usado para indicar que dos elementos cooperan o interactúan entre sí independientemente de si están en contacto directo físico o eléctrico, o no están en contacto directo entre sí.

Aunque se han ilustrado y descrito aspectos específicos en la presente memoria, aquellos expertos en la técnica apreciarán que se pueden sustituir una variedad de implementaciones alternativas y/o equivalentes por los aspectos específicos que se muestran y se describen sin apartarse del alcance de la presente descripción. Esta solicitud tiene la intención de cubrir cualesquiera adaptaciones o variaciones de los aspectos específicos discutidos en la presente memoria.

Aunque los elementos en las siguientes reivindicaciones están enumerados en una secuencia particular con el etiquetado correspondiente, a menos que las numeraciones de las reivindicaciones de otro modo impliquen una secuencia particular para implementar algunos o todos esos elementos, esos elementos no tienen la intención de limitarse necesariamente a que se implementen en esa secuencia particular.

Muchas alternativas, modificaciones y variaciones serán evidentes para aquellos expertos en la técnica a la luz de las enseñanzas anteriores. Por supuesto, aquellos expertos en la técnica reconocen fácilmente que hay numerosas aplicaciones de la invención más allá de aquellas descritas en la presente memoria. Mientras que la presente invención se ha descrito con referencia a una o más realizaciones particulares, aquellos expertos en la técnica reconocen que se pueden hacer muchos cambios a las mismas sin apartarse del alcance de la presente invención.

Por lo tanto, se debe entender que dentro del alcance de las reivindicaciones adjuntas, la invención se puede llevar a la práctica de otro modo al descrito específicamente en la presente memoria.

REIVINDICACIONES

1. Un sistema de control de automatización (100) para controlar de forma inalámbrica una función de máquina de una máquina remota (121, 131), el sistema de control de automatización (100) que comprende:

una estación base (101); y

5 un receptor de control remoto (111, 113) que se dispone de forma separada de la estación base (101); en donde

la estación base (101) está configurada para transmitir una señal de control para controlar la función de máquina usando un haz de transmisión (103, 105, 107, 109) que está dirigido espacialmente hacia el receptor de control remoto (111, 113) según una tecnología de comunicaciones móviles; y en donde

10 el receptor de control remoto (111, 113) comprende una interfaz de comunicación (115, 125) que se configura para recibir el haz de transmisión (103, 105, 107, 109), un procesador (117, 127) que se configura para extraer una versión recibida de la señal de control del haz de transmisión recibido, y una interfaz eléctrica (119, 129) que es conectable con una interfaz eléctrica de la máquina para controlar la función de máquina de la máquina (121, 131) sobre la base de la versión recibida de la señal de control, en donde

15 la estación base (101) está configurada además para transmitir la señal de control usando un segundo haz de transmisión (105, 109) que está dirigido espacialmente hacia el receptor de control remoto (111, 113) según una tecnología de comunicaciones móviles; en donde la interfaz de comunicación (125) está configurada para recibir el segundo haz de transmisión (105, 109); el procesador (127) está configurado para extraer una segunda versión recibida de la señal de control del segundo haz de transmisión recibido; y en donde la interfaz eléctrica (129) está configurada para sacar la primera versión recibida de la señal de control y la segunda versión recibida de la señal de control para un control de máquina de dos canales.

2. El sistema de control de automatización (100) de la reivindicación 1, en donde la estación base (101) comprende una antena de formación de haz con un grupo de elementos de antena, en particular elementos de antena en fase, en donde la estación base (101) está configurada para accionar el grupo de elementos de antena usando una señal de formación de haz para generar el haz de transmisión (103, 105, 107, 109), en particular usando señales de formación de haz que difieren en fase para generar los haces de transmisión diferentes (103, 105, 107, 109).

3. El sistema de control de automatización (100) de la reivindicación 2, en donde la estación base (101) está configurada para accionar diferentes subgrupos del grupo de elementos de antena para generar los haces de transmisión diferentes (103, 105, 107, 109).

30 4. El sistema de control de automatización (100) de la reivindicación 2 o 3, en donde la estación base (101) está configurada para generar el haz de transmisión respectivo (103, 105, 107, 109) usando un libro de códigos de formación de haz según una tecnología de comunicación de MIMO.

5. El sistema de control de automatización (100) de cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en donde la interfaz de comunicación (115, 125) del receptor de control remoto (111, 113) comprende una antena receptora que comprende un grupo de elementos de antena para recibir el haz de transmisión (103, 105, 107, 109).

35 6. El sistema de control de automatización (100) de cualquiera de las reivindicaciones precedentes, que se adapta además para controlar una función de máquina de una máquina remota adicional (131) dispuesta de forma separada de la máquina remota (121), que además comprende un receptor de control remoto adicional (113) que se asocia con la máquina remota adicional (131), en donde

40 la estación base (101) está configurada para transmitir una señal de control adicional para controlar la función de máquina de la máquina adicional (131) usando un tercer haz de transmisión (107) y para transmitir la señal de control adicional usando un cuarto haz de transmisión (109), en donde el tercer haz de transmisión (107) está dirigido espacialmente hacia el receptor de control adicional (113), y en donde el cuarto haz de transmisión (109) está dirigido espacialmente hacia el receptor de control adicional (113).

45 7. El sistema de control de automatización (100) según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en donde la función de máquina respectiva es una función de seguridad, y en donde la estación base (101) está configurada para transmitir el haz de transmisión (103, 105, 107, 109) que ocupa una banda que tiene licencia para comunicaciones móviles, en particular una banda de frecuencia que se extienda desde 1.8 GHz a 6 GHz y/o 24.25 GHz a 29.5 GHz y/o 31.8 a 33.4 GHz y/o 37 GHz a 40 GHz.

50 8. El sistema de control de automatización (100) de cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en donde la estación base (101) está configurada para transmitir el haz de transmisión (103, 105, 107, 109) según una de las siguientes tecnologías de comunicación: GSM, LTE, LTE-A, UMTS, HSPA, 3GPP, en particular los sistemas de radio 3GPP NR, New Radio, 5G o IEEE tales como LAN inalámbrica, WiGig o cualquiera de las evoluciones y sucesores de estas tecnologías.

9. El sistema de control de automatización (100) de cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en donde el

receptor de control respectivo (111, 113) comprende un SIM (módulo de identidad de abonado) o un eSIM (SIM embebido), en particular una eUICC (tarjeta de circuito integrado universal embebida), y una identidad de abonado tal como una IMSI (identidad de abonado móvil internacional) o una eID (identidad electrónica), o un ICCID (identificador de tarjeta de circuito integrado).

- 5 10. Un receptor de control (111, 113) para controlar una función de máquina de una máquina (121) en un sistema de control de automatización (100) que comprende una estación base (101) que se configura para transmitir una señal de control para controlar la función de máquina usando un haz de transmisión (103, 105, 107, 109) que está dirigido espacialmente hacia el receptor de control (111, 113) según una tecnología de comunicaciones móviles y que además se configura para transmitir la señal de control usando un segundo haz de transmisión (105, 109) que está dirigido espacialmente hacia el receptor de control remoto (111, 113) según una tecnología de comunicaciones móviles, en donde el receptor de control (111) comprende:

una interfaz de comunicación (115, 125) que se configura para recibir el haz de transmisión (103, 105, 107, 109) y para recibir el segundo haz de transmisión (105, 109);

- 15 un procesador (117, 127) que se configura para extraer una versión recibida de la señal de control del haz de transmisión recibido y para extraer una segunda versión recibida de la señal de control del segundo haz de transmisión recibido; y

una interfaz eléctrica (119, 129) que es conectable con una interfaz eléctrica de la máquina para controlar la función de máquina de la máquina (121, 131) sobre la base de la versión recibida de la señal de control, en donde la interfaz eléctrica (129) está configurada para sacar la primera versión recibida de la señal de control y la segunda versión recibida de la señal de control para un control de máquina de dos canales; en donde

20 el receptor de control (111) está dispuesto de forma separada de la estación base (101).

11. Una máquina (121) que tiene una función de máquina que es controlable por una señal de control, siendo la señal de control transmitible por una estación base (101) para controlar la función de máquina usando un haz de transmisión (103, 105, 107, 109) que está dirigido espacialmente hacia el receptor de control remoto (111, 113) y un segundo haz de transmisión (105, 109) que está dirigido espacialmente hacia el receptor de control remoto (111, 113) según una tecnología de comunicaciones móviles, en donde la máquina (121) comprende:

el receptor de control (111) de la reivindicación 11, en donde la interfaz eléctrica (119) está configurada para sacar la primera versión recibida de la señal de control y la segunda versión recibida de la señal de control para un control de máquina de dos canales;

- 30 una interfaz eléctrica (501) que es conectable o que se conecta eléctricamente a la interfaz eléctrica (119) del receptor de control (111) para recibir la versión recibida respectiva de la señal de control; y

un procesador (503) que se configura para controlar la función de máquina de la máquina (121) sobre la base de la versión recibida respectiva de la señal de control.

12. Un método de control de automatización (400) para controlar de forma inalámbrica una función de máquina de una máquina remota (121, 131) con el sistema de control de automatización (100) según cualquiera de las reivindicaciones precedentes 1 a 10, el método de control de automatización (400) que comprende:

transmitir (401) la estación base (101) una señal de control para controlar la función de máquina usando un haz de transmisión (103, 105, 107, 109) que está dirigido espacialmente hacia el receptor de control remoto según una tecnología de comunicaciones móviles;

- 40 transmitir la estación base (101) la señal de control para controlar la función de máquina usando un segundo haz de transmisión (105, 109) que está dirigido espacialmente hacia el receptor de control remoto según una tecnología de comunicaciones móviles;

recibir (403) el haz de transmisión (103, 105, 107, 109);

recibir el segundo haz de transmisión (105, 109);

- 45 extraer (405) una versión recibida de la señal de control del haz de transmisión recibido;

extraer una segunda versión recibida de la señal de control del segundo haz de transmisión (105, 109);

sacar (407) la versión recibida respectiva de la señal de control a través de la interfaz eléctrica (119, 129) que está conectada con una interfaz eléctrica de la máquina para controlar la función de máquina de la máquina (121, 131).

- 50 13. Un programa informático que comprende un código de programa legible por ordenador que, cuando se ejecuta en la estación base (101) y/o en el receptor de control remoto (111, 113) del sistema de control de automatización (100) según cualquiera de las reivindicaciones precedentes 1 a 9, realiza el método (400) de la reivindicación 12.

14. Un producto de programa informático que comprende el programa informático según la reivindicación 13.

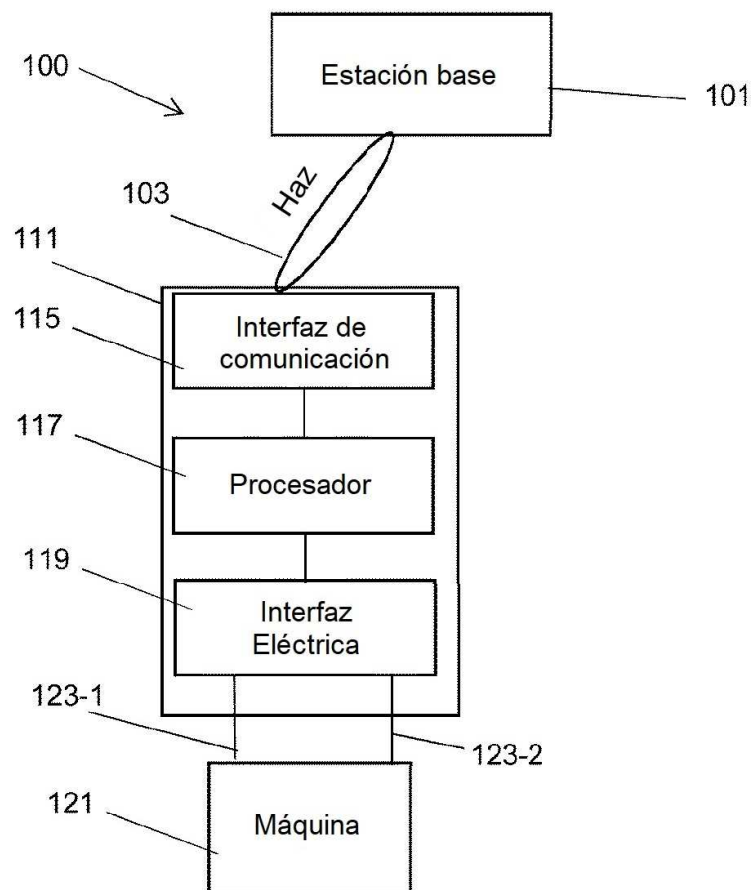


Fig. 1

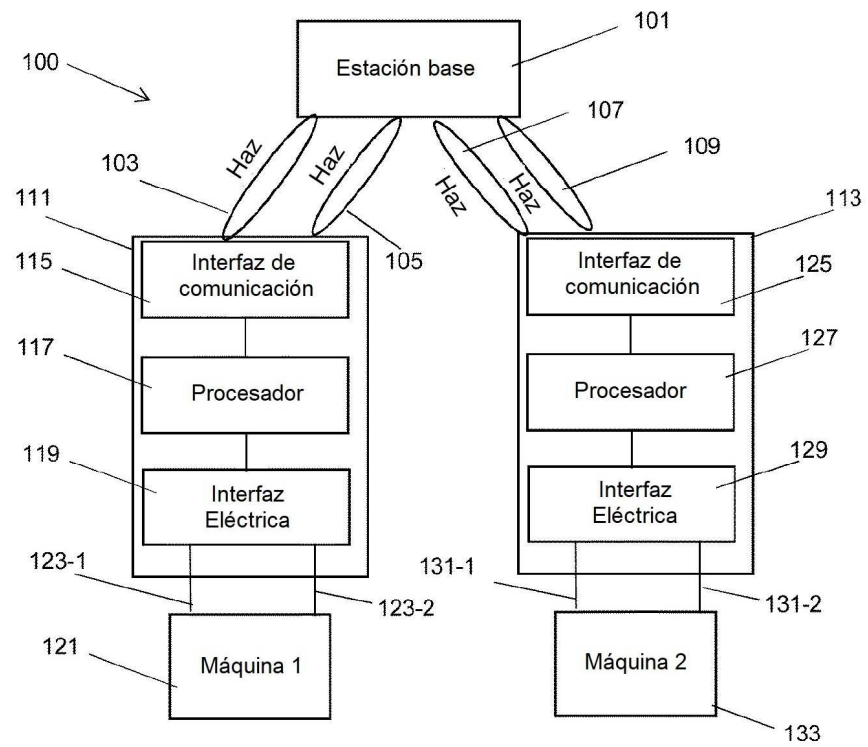


Fig. 2

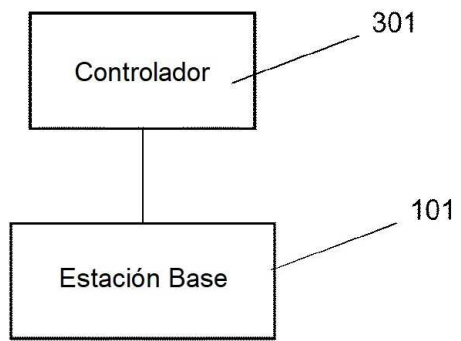


Fig. 3a)

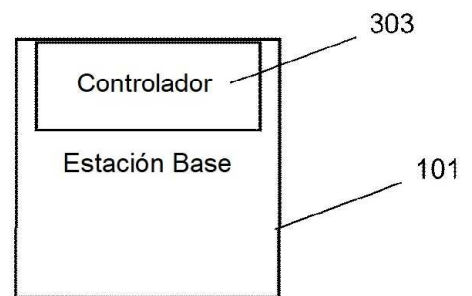


Fig. 3b)

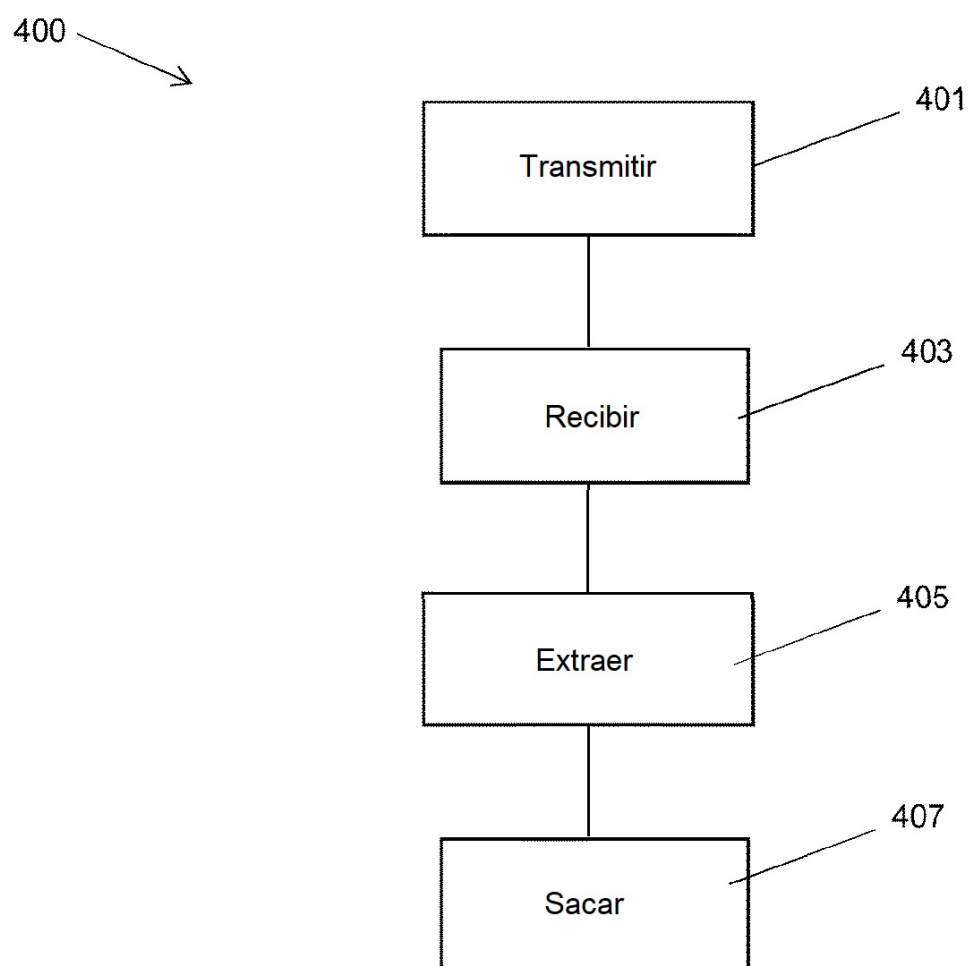


Fig. 4

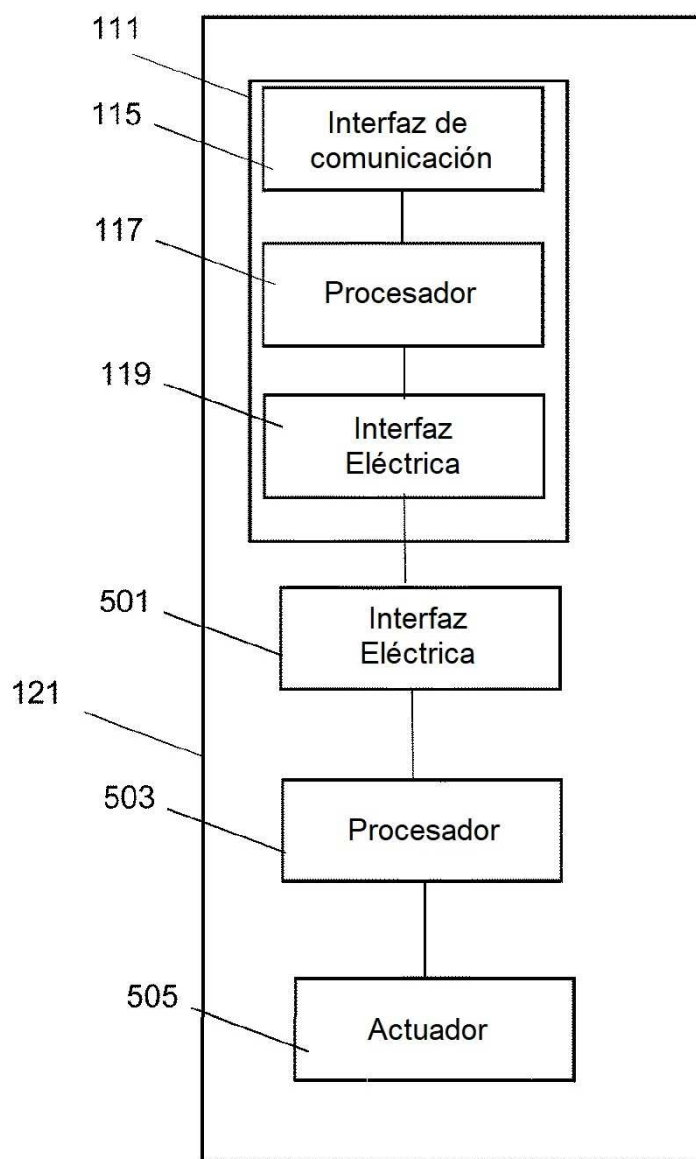


Fig.5