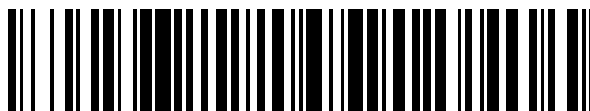


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 718 831**

51 Int. Cl.:

G05D 1/02

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **04.12.2006** **E 12179855 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **16.01.2019** **EP 2533120**

54 Título: **Sistema de robots**

30 Prioridad:

02.12.2005 US 741442 P

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

04.07.2019

73 Titular/es:

**IROBOT CORPORATION (100.0%)
8 Crosby Drive
Bedford, MA 01730, US**

72 Inventor/es:

**HALLORAN, MICHAEL J.;
MAMMEN, JEFFRY W.;
CAMPBELL, TONY L.;
WALKER, JASON S.;
SANDIN, PAUL E.;
BILLINGTON, JOHN N., JR. y
OZICK, DANIEL M.**

74 Agente/Representante:

LEHMANN NOVO, María Isabel

ES 2 718 831 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 robots

Campo técnico

Esta invención se refiere a sistemas de robots, y más particularmente a sistemas de robots de ahorro de energía y redes de sistemas de robots.

Antecedentes

- 5 Los robots autónomos son robots que pueden realizar tareas deseadas en entornos no estructurados sin un guiado humano continuo. Muchas clases de robots son autónomos hasta determinado punto. Los diferentes robots pueden ser autónomos de diferentes maneras. Un robot de cobertura autónomo atraviesa una superficie de trabajo sin guiado humano continuo para realizar una o más tareas. En el campo de la robótica orientada al hogar, oficina y/u consumidor, se han adoptado ampliamente los robots móviles que realizan funciones domésticas tales como la
- 10 limpieza con aspiradora, el fregado de suelos, el patrullaje, el corte de césped y otras tareas similares. Los sistemas de robots de cobertura autónomos que incluyen un robot de cobertura y dispositivos periféricos generalmente funcionan con baterías. Como resultado, la vida útil de la batería de cada componente del sistema afecta a la operatividad del sistema en su conjunto. El documento US 2004/0009777 A1 describe un método y una disposición para adaptar un dispositivo de destino a través de una conexión inalámbrica. La adaptación se ejecuta explotando
- 15 un dispositivo de comunicación personal inalámbrico como puerta de enlace entre el servidor proveedor de contenidos y el dispositivo de destino (102). Se puede aplicar un esquema DRM a dicho método para limitar la utilización del contenido transmitido. El contenido se puede encapsular en un mensaje SMS o MMS. Un dispositivo de comunicación personal inalámbrico capaz de ejecutar el método presentado se puede utilizar, por ejemplo, como una herramienta de personalización de sonidos descargables para ser reproducidos por un dispositivo de destino tal
- 20 como un juguete.

Resumen

La presente invención se refiere a un sistema de robots según lo expuesto en la reivindicación 1. Otras formas de realización se describen en las reivindicaciones dependientes.

- En un aspecto, un sistema de robots incluye un robot móvil y un sistema de comunicación inalámbrico para comunicarse con el robot, según se establece en la reivindicación 1. El sistema de comunicación inalámbrico incluye
- 25 una unidad de interfaz de red configurada para comunicarse con capacidad de comunicación con una primera red y transmitir datos al robot de forma inalámbrica. El sistema de comunicación inalámbrico también incluye un servidor configurado para comunicarse con la unidad de interfaz de red a través de la primera red. El robot se configura para transmitir datos de forma inalámbrica a la unidad de interfaz de red, que se configura para convertir los datos de un protocolo inalámbrico a un protocolo de red utilizado por la primera red. La unidad de interfaz de red transmite los
- 30 datos al servidor. El servidor se configura para producir información de la utilización y/o el comportamiento del robot, en base a los datos transmitidos al servidor. Además, se puede proporcionar un terminal de usuario configurado para comunicarse con capacidad de comunicación con la primera red y para controlar al menos una función del robot. El terminal de usuario transmite una orden correspondiente a al menos una función del robot a la unidad de interfaz de red a través de la primera red. La unidad de interfaz de red transmite la orden al robot de forma
- 35 inalámbrica. La interacción del usuario se realiza a través de esta interfaz de usuario, que permite además recopilar datos de utilización. Esta interfaz descargada también permite que los robots coordinen las acciones sin necesidad de comunicarse directamente entre sí. Los sistemas de robots son funcionalmente independientes entre sí, pero están unidos entre sí por medio del servidor a través de una única interfaz de usuario/registro de datos/servidor de recogida de información de utilización.
- 40 En un ejemplo, el sistema de comunicación inalámbrico incluye contenido audible almacenado en el servidor. El servidor se configura para transmitir el contenido audible a la unidad de interfaz de red, que se configura para transmitir de forma inalámbrica el contenido audible al robot. Alternativamente, el contenido audible se puede almacenar en el terminal de usuario, que se configura para transmitir el contenido audible a la unidad de interfaz de red por medio de la primera red. La unidad de interfaz de red se configura para transmitir de forma inalámbrica el
- 45 contenido audible al robot. Además, el contenido se puede almacenar en una estación base a la que se acopla el robot para su recarga y/o mantenimiento.

- Los datos generados por el robot pueden incluir datos temáticos correspondientes al contenido audible, en los que el servidor transmite el contenido audible al robot por medio de la unidad de interfaz de red en respuesta a los datos temáticos. Como alternativa, los datos pueden incluir un tema de comportamiento configurado para hacer que el
- 50 robot se comporte de acuerdo con un tema. El contenido audible puede incluir datos de voz. Se pueden implementar otros cambios de comportamiento del robot basados en la supervisión y el análisis a largo plazo de los datos generados por el robot.

(Por ejemplo, si el robot no vuelve al muelle antes de que la batería se agote tres veces seguidas, el servidor modifica el comportamiento del robot para empezar a buscar antes el muelle/estación base. Esto modifica el comportamiento del robot para que sea "más conservador").

Los comportamientos se parametrizan y se pueden modificar, o incluso desactivar/activar en base al análisis de la utilización/información detectada. El desempeño del robot se puede modificar de forma autónoma mediante los efectos aprendidos en la casa del cliente propiamente dicho. Esto puede tener lugar después de que el robot se haya comprado y el servidor se actualice para proporcionar un mejor modelo de las características de desempeño del robot/hogar. La infraestructura de transmisión inalámbrica permite una modificación del comportamiento en base a la telemetría para proporcionar el mejor desempeño para un cliente en particular. El proceso de aprendizaje es dinámico y puede cambiar a medida que aumenta la comprensión de los datos.

En una implementación, el sistema de comunicación inalámbrico incluye un segundo terminal de usuario que se configura para comunicarse con capacidad de comunicación con la primera red. Un tema se puede almacenar en el primer terminal de usuario, que transmite el tema al segundo terminal de usuario por medio de la primera red. La primera red puede incluir UDP, TCP/IP y/o Ethernet, como ejemplos.

En otro aspecto, un sistema de distribución de contenidos para distribuir datos a un robot incluye un primer servidor configurado para comunicarse con capacidad de comunicación con una primera red y un nodo del lado del usuario configurado para transmitir datos al robot. El robot recibe contenido personalizable por medio del nodo del lado del usuario. En un ejemplo, el sistema de distribución de contenidos incluye además un concentrador de red configurado para utilizar un protocolo compatible con la primera red y un adaptador de red configurado para conectar con capacidad de comunicación con el concentrador de red con la primera red. El nodo del lado del usuario se configura para comunicar de forma que se pueda desconectar con el concentrador de red. En otro ejemplo, se instala una ranura de datos en el robot y se configura para recibir el nodo del lado del usuario. En todavía otro ejemplo, el sistema de distribución de contenidos incluye además un servidor de contenidos configurado para comunicarse con capacidad de comunicación con la primera red y para transmitir el contenido audible al robot por medio del nodo del lado del usuario utilizando la primera red. El servidor de contenidos transmite contenido al nodo del lado del usuario en base a la información recibida del primer servidor (por ejemplo, el contenido servido por el servidor de contenidos puede incluir contenido con licencia, tal como música o sonido, imágenes, movimientos o patrones de "baile" que se puedan ejecutar por un tipo apropiado de robot móvil, tal como un robot con ruedas -también denominados en la presente memoria como "robo-movimientos", y otros similares, cuyos derechos de autor pertenecen a una tercera parte; alternativamente, el titular de los derechos de autor del contenido puede ser el fabricante o cualquier otra entidad). Además, el nodo del lado del usuario del sistema de distribución de contenidos se puede configurar para recibir contenido del servidor por medio de la primera red, y el nodo del lado del usuario se puede configurar para transmitir el contenido al robot por medio de un protocolo de comunicación inalámbrica.

En algunos casos, el sistema de distribución de contenidos incluye además un terminal de usuario configurado para comunicarse por medio de la primera red y una pantalla de selección de contenidos presentada en el terminal de usuario. El contenido personalizable se transmite al robot cuando se selecciona desde la pantalla de selección de contenidos del terminal de usuario. El nodo del lado del usuario incluye una llave electrónica Ethernet o una llave electrónica USB (o "puente de red") configurado para conectarse de forma que se pueda desconectar a un concentrador Ethernet. El nodo del lado del usuario se configura para recibir contenido por medio del concentrador Ethernet y se configura para transmitir el contenido al robot por medio de un segundo protocolo diferente de la primera red. (Según se utiliza en la presente memoria, el término "puente de datos" se entiende que se refiere a todas dichas llaves electrónicas y/o dispositivos de bolsillo y/o portátiles capaces de comunicarse adecuadamente con un robot, ya sea por medio de una conexión inalámbrica, cableada o física directa o cualquier otra modalidad adecuada para que un dispositivo portátil de este tipo se comunique y/o transmita datos al robot). Además, el nodo del lado del usuario puede recibir contenido desde el puente de datos o desde un sitio remoto, sin ninguna aplicación cliente situada en el terminal de usuario, sólo un navegador web. Alternativamente, se puede proporcionar una aplicación cliente específica. El nodo del lado del usuario se puede configurar para funcionar utilizando la energía suministrada por medio de la primera red. El contenido personalizable puede incluir contenido audible, que se puede organizar en un tema de sonidos discretos relacionados.

En otros casos, el robot transmite la información correspondiente a un tema al servidor por medio del nodo del lado del usuario y recibe contenido personalizable, que incluye datos de audio relacionados temáticamente con el tema correspondiente. En una implementación, un cuerpo principal del robot incluye un panel de carrocería desmontable con una unidad de identificación de audio/tema. El robot se configura para identificar el contenido de audio y/o un tema correspondiente al panel de carrocería desmontable por medio de la unidad de identificación de temas. El segundo protocolo puede incluir un protocolo de transmisión inalámbrica (por ejemplo, ZigBee, 802.11a/b, USB inalámbrico, serie sobre RF, AMPS, CDMA, GSM, Bluetooth, un esquema simplista o propietario, etc.).

El sistema de distribución de contenidos puede incluir además un sintetizador de voz instalado en el robot, en el que los datos de audio incluyen parámetros de síntesis de voz (por ejemplo, para alterar la "personalidad" percibida de un robot o para adaptarse mejor a alguien con pérdida de audición en determinados rangos de frecuencia).

Además, el robot puede comprender un firmware de robot que se personaliza en función de los comentarios de los usuarios o de los datos de detección del robot procesados por un servidor, en el que el firmware del robot se descarga en el robot desde el servidor.

- 5 Los detalles de una o más implementaciones se describen en los dibujos adjuntos y en la descripción a continuación. Otras funciones, objetivos y ventajas serán evidentes a partir de la descripción y los dibujos, y a partir de las reivindicaciones.

Descripción de los dibujos

La FIG. 1A es un diagrama esquemático que muestra un ejemplo de un sistema de robots de ahorro de energía.

La FIG. 1B es una vista en sección que muestra un ejemplo de un robot móvil.

La FIG. 1C es un diagrama esquemático que muestra un ejemplo de un dispositivo periférico.

- 10 La FIG. 2 es un diagrama esquemático que muestra un ejemplo de un sistema de robots.

La FIG. 3 es un diagrama de bloques que muestra un ejemplo de un puente de datos de red.

La FIG. 4 es un diagrama esquemático que muestra un ejemplo de un sistema de robots que incluye robots móviles, en el que un ordenador transmite temas a los robots móviles.

- 15 La FIG. 5 es un diagrama esquemático que muestra un ejemplo de temas de paneles de carrocería para un robot móvil.

La FIG. 6A es un diagrama esquemático que muestra un ejemplo de un robot móvil que incluye un puente de datos de red.

- 20 La FIG. 6B es un diagrama esquemático que muestra un ejemplo de un robot móvil y un ejemplo de un puente de datos de red que se conecta a otras redes por medio de una red que opera a través de líneas eléctricas en un edificio.

La FIG. 7 es un diagrama de bloques que muestra un ejemplo de un sistema de robots que incluye un servidor del fabricante y un servidor del proveedor de contenidos con licencia.

La FIG. 8 es un diagrama esquemático que muestra un ejemplo de un sistema de robots que incluye un vendedor y un servidor del fabricante.

- 25 Las FIG. 9A es un diagrama de estados que muestra un ejemplo de una máquina de estados para un robot móvil.

Las FIG. 9B es un diagrama de estados que muestra un ejemplo de una máquina de estados para un robot móvil.

Las FIG. 9C es un diagrama de estados que muestra un ejemplo de una máquina de estados para un robot móvil.

Los mismos símbolos de referencia en los diversos dibujos indican los mismos elementos.

Descripción detallada

- 30 La FIG. 1A es un diagrama esquemático que muestra un ejemplo de un sistema de robots de ahorro de energía 100. El sistema 100 incluye un dispositivo periférico 102 y un robot móvil 104. En este ejemplo, el robot móvil 104 es un robot de limpieza, tal como un robot de aspiración, cepillado o fregado. El dispositivo periférico 102 transmite órdenes inalámbricas para controlar el movimiento del robot móvil 104. Cuando el robot móvil 104 está fuera del alcance del dispositivo periférico 102, el dispositivo periférico 102 entra en un modo de hibernación o en un estado de bajo consumo de energía. Cuando el robot móvil 104 está en el alcance del dispositivo periférico 104, una orden inalámbrica transmitida por el robot móvil 104 activa el dispositivo periférico 102 desde el modo de hibernación. En determinadas implementaciones, el robot móvil 104 y el dispositivo periférico 102 utilizan un protocolo punto a punto mientras se comunican entre sí. En determinadas implementaciones, el dispositivo periférico 102 es una estación base, tal como un dispositivo para recargar el robot móvil 104 o un receptáculo para vaciar los desechos del robot móvil 104.

- 40 Con referencia a la FIG. 1B, el robot móvil 104 incluye un sistema de impulsión 1042, un componente de comunicación inalámbrica 1044 y un controlador 1046. El sistema de impulsión 1042 mueve el robot móvil 104 sobre un entorno, tal como un suelo a limpiar. El componente de comunicación inalámbrica 1044 se comunica con el dispositivo periférico 102. Por ejemplo, el componente de comunicación inalámbrica 1044 puede recibir haces de señales desde el dispositivo periférico 102, tales como señales de infrarrojos (IR), radiofrecuencia (RF) y/o audio. En determinadas implementaciones, las señales de RF se pueden utilizar para proporcionar comunicación cuando el dispositivo periférico 102 y el robot móvil 104 están fuera de la línea de visión del otro. En determinadas implementaciones, las señales IR se pueden utilizar para proporcionar comunicación cuando el dispositivo periférico

102 y el robot móvil 104 están dentro de la línea de visión del otro. Además, el robot móvil 104 puede utilizar la intensidad de la señal para determinar la distancia al dispositivo periférico 102. Las señales pueden prohibir el movimiento del robot móvil 104 a través de una zona particular o guiar el movimiento del robot móvil 104 a una zona particular. Además, el controlador 1046 utiliza el componente de comunicación inalámbrica 1044 para activar temporalmente el dispositivo periférico 102 desde un estado de hibernación, tal como un estado que consuma una cantidad baja de energía. En determinadas implementaciones, el robot móvil 104 utiliza una señal de infrarrojos, o una forma de comunicación de línea de visión, para activar el dispositivo periférico 102 desde el modo de hibernación. En determinadas implementaciones, el robot móvil 104 envía la orden de activación en respuesta a una consulta del dispositivo periférico 102. En determinadas implementaciones, el robot móvil 104 envía ocasionalmente la orden de activación, tal como, de forma continua o periódica.

Con referencia a la Fig. 1C, el dispositivo periférico 102 incluye una fuente de alimentación 1022, un componente de comunicación inalámbrica 1024 y un controlador 1026. La fuente de alimentación 1022 puede ser, por ejemplo, una batería eléctrica. La fuente de alimentación 1022 proporciona alimentación a las diversas funciones del dispositivo periférico 102, tal como la generación de haces de señales de navegación 106a-c. El componente de comunicación inalámbrica 1024 genera un haz de barrera 106a, un haz de guiado (o dirigido) a la izquierda 106b y un haz de guiado (o dirigido) a la derecha 106c. El componente de comunicación inalámbrica 1024 también recibe señales inalámbricas del robot móvil 104. El controlador 1026 activa uno o más de los haces 106a-c durante el modo activo y desactiva los haces 106a-c en el modo de hibernación. En determinadas implementaciones, el dispositivo periférico 102 escucha ocasionalmente una orden de activación desde el robot móvil 104. En determinadas implementaciones, el dispositivo periférico 102 envía un sondeo de activación al robot móvil 104 para determinar si se debería activar. En este ejemplo, la barrera o haz de barrera 106a impide que el robot móvil 104 pase a través de la zona en la que el robot móvil 104 detecta el haz de barrera 106a. Los haces 106b-c ayudan a la navegación del robot móvil 104.

En determinadas implementaciones, el robot 104 incluye un panel de visualización 105 en comunicación eléctrica con la tarjeta controladora 1046. El panel de visualización 105 incluye indicadores 1052 y un dispositivo de salida de audio 1054. En un ejemplo, los indicadores 1052 incluyen una pantalla de mantenimiento que se puede iluminar por segmentos que imita en esencia la apariencia del robot. En otros ejemplos, los indicadores 1052 incluyen pantallas temáticas, que se describirán más adelante con más detalle. La tarjeta controladora 1046 controla la iluminación de los indicadores 1052 y las respuestas de audio desde el dispositivo de salida de audio 1054.

El dispositivo periférico 104 puede funcionar con varias capacidades. Por ejemplo, el dispositivo periférico 102 puede actuar como una barrera. El dispositivo periférico 102 puede utilizar el haz de barrera 106a para evitar que el robot móvil 104 pase a través de una zona, tal como un paso de puerta. El dispositivo periférico 102 también puede actuar como una puerta. El haz de barrera 106a puede proporcionar una puerta que impida el paso durante un intervalo de tiempo determinado, tal como cuando el robot móvil 104 está en el proceso de limpieza de una habitación. El dispositivo periférico 102 puede desactivar el haz de barrera 106a cuando el robot móvil 104 haya terminado de limpiar la habitación y conceder paso al robot móvil 104. El robot móvil 104 utiliza los haces 106b-c para guiar su trayectoria a través de la zona cubierta por la puerta. Además, el dispositivo periférico 102 puede actuar como marcador de ruta o baliza de navegación. Por ejemplo, según se describió anteriormente, el robot móvil 104 puede utilizar los haces 106b-c para navegar a través de zonas, tales como los pasos de puertas. Los haces 106a-c pueden contener información, tal como un identificador (ID) del dispositivo periférico 102, un identificador del tipo de haz y una indicación de si el dispositivo periférico 102 es una puerta o una barrera. Si se trata de una puerta, la identificación del haz permite al robot 104 determinar si detecta los haces de guiado a la izquierda o a la derecha 106b y 106c, respectivamente. El identificador del dispositivo periférico permite al robot móvil 104 distinguir los haces 106a-c del dispositivo periférico 102 de los haces transmitidos por otro dispositivo periférico. El robot móvil 104 puede ser instruido (o puede aprender por sí mismo) una trayectoria a una zona, tal como una habitación trasera de una casa, siguiendo un patrón de identificadores de dispositivos periféricos. El identificador de tipo de haz indica si el haz es un haz de barrera 106a, un haz de navegación al lado izquierdo 106b o un haz de navegación al lado derecho 106c. Si el haz es un haz de barrera 106a, la información del haz también puede indicar si el haz está actuando como una puerta que se puede abrir, dada la orden apropiada, o una barrera que permanece cerrada. En cualquier caso, mientras el robot móvil 104 está fuera de alcance, el dispositivo periférico 102 hiberna y los haces 106a-c permanecen inactivos.

El componente de comunicación inalámbrica 1024 del dispositivo periférico 102 recibe una señal desde el componente de comunicación inalámbrica 1044 del robot móvil 104 para activar el dispositivo periférico 102 desde un estado de hibernación. En determinadas implementaciones, el robot móvil 104 transmite una primera señal de activación 108a para activar un primer conjunto de haces de dispositivos periféricos, tales como el haz de barrera 106a mientras se realiza la limpieza. En determinadas implementaciones, el robot móvil 104 transmite una segunda señal de activación 108b para activar un segundo conjunto de haces de dispositivos periféricos, tales como los haces de navegación 106b-c cuando el robot móvil 104 se desplaza a otra habitación. En determinadas implementaciones, las señales 108a-b incluyen un identificador de robot móvil. El dispositivo periférico 102 puede utilizar el identificador de robot móvil para activar, por ejemplo, un primer conjunto de haces, tal como el haz de barrera 106a, en respuesta a una solicitud de activación desde el robot móvil 104 y un segundo conjunto de haces, tales como los haces 106b-c en respuesta a una solicitud de activación desde un segundo robot móvil. En este ejemplo, los identificadores del robot móvil permiten que el dispositivo periférico 102 active haces en base al robot

móvil que solicita la activación, tal como proporcionando una barrera al robot móvil 104 y una puerta a un segundo robot móvil.

La FIG. 2 es un diagrama esquemático que muestra un ejemplo de un sistema de robots 200. El sistema de robots 200 incluye el robot móvil 104 y un puente de datos de red 202. En este ejemplo, el componente de comunicación inalámbrica 1044 del robot móvil 104 recibe órdenes en serie desde el puente de datos de red 202, tales como señales de radiofrecuencia (RF). Normalmente, estas señales se pueden transmitir mediante el puente de datos de red 202 u otro nodo del lado del usuario de este tipo, que a su vez se conecta a un enrutador/conmutador/concentrador Ethernet 204 junto con otros varios dispositivos conectados por Ethernet tales como un ordenador doméstico 206, un ordenador portátil 208, un adaptador de cable/DSL/satélite/banda ancha 210 o un módem y, por ejemplo, uno u otros varios dispositivos informáticos tales como un asistente digital personal 212.

En un ejemplo, el puente de datos de red 202 que se une a un puerto Ethernet en el enrutador 204 o conmutador conectado a Internet puede descargar automáticamente una secuencia de órdenes de un servidor local o de Internet predeterminado (por ejemplo, por medio de BOOTP, DHCP, HTTP, FTP y/o TFTP), proporcionando de este modo órdenes automáticas a realizar, tales como la configuración del dispositivo o las pruebas de diagnóstico. Alternativa o adicionalmente, un usuario puede gestionar el robot móvil 104 utilizando un dispositivo, tal como el ordenador 206. El puente de datos de red 202 unido por Ethernet puede facilitar la configuración y funcionalidad de operación por medio de un pequeño servidor HTTP integrado en el firmware del puente de datos de red 202. También se pueden utilizar otros dispositivos que no sean el ordenador 206 para comunicarse con el puente de datos de red 202, tales como un decodificador, una consola de juegos, la PDA 212, un teléfono celular 214, o un servidor doméstico que se programa para comunicarse utilizando interfaces web u otras interfaces de red.

Como una alternativa, el acceso a la banda ancha se realiza por medio de un puerto USB, puesto que se puede proporcionar mediante el ordenador 206. Por ejemplo, un usuario puede insertar un CD-ROM de controladores en el ordenador 206 tras conectar un transceptor inalámbrico basado en USB, para instalar por lo tanto un controlador. Se puede utilizar otra conexión, tal como IEEE 1394/Firewire, RS-232, conexiones de puerto paralelo y/o X10. Estas, sin embargo, pueden no ser necesariamente puentes de datos de red.

Una vez que un puente de datos de red 202 se une al dispositivo de acceso a la red 204, se puede poner en contacto con un servidor.

La FIG. 7 es un diagrama de bloques que muestra un ejemplo de un sistema de robots 700 que incluye un servidor del fabricante 702 y un servidor del proveedor de contenidos con licencia 704. El servidor del fabricante 702 y el servidor del proveedor de contenidos 704 se pueden conectar al módem de banda ancha 210 por medio de Internet 706 u otra red apropiada. El robot móvil 104 puede transmitir información al servidor 702, tal como el estado del robot móvil 104 o los datos de utilización del robot móvil 104. El servidor 702 puede almacenar los datos reportados en un almacén 708. Los datos reportados se pueden asociar con información sobre el usuario del robot móvil 104. La información de usuario se puede almacenar en un almacén 710.

Además, el puente de datos de red 202 se puede conectar de forma inalámbrica al robot móvil 104 e iniciar comunicaciones con el mismo. Mientras que el concentrador Ethernet 204 incluye cuatro puertos Ethernet por cable, así como conectividad Ethernet inalámbrica 802.11, y aunque 802.11 u otro protocolo de red inalámbrica similar se puede utilizar para comunicarse con un robot móvil 104 desde la estación base además de por medio de un puente de datos de red, en determinadas implementaciones, el robot móvil 104 y el puente de datos de red 202 utilizan un protocolo de radiofrecuencia sencillo y serializado para intercambiar información entre el robot móvil 104 y la estación base, en lugar de los protocolos de red de peso completo.

En determinadas implementaciones, el robot móvil 104 se puede simplificar adicionalmente proporcionando funcionalidad de sólo recepción en el robot móvil 104, en lugar de soporte con la comunicación inalámbrica bidireccional. Sin embargo, como una alternativa, el robot móvil 104 puede incluir soporte completo de comunicaciones inalámbricas bidireccionales para transmitir información desde el robot móvil 104 a la estación base (y, por ejemplo, al usuario, al fabricante, etc.).

El fabricante puede recibir datos de robots móviles del mundo real para el perfeccionamiento del producto y la investigación y el desarrollo. Por ejemplo, el robot móvil 104 puede recopilar datos relativos a patrones de comportamiento (por ejemplo, una cantidad de errores encontrados, una cantidad de veces que el robot móvil 104 se ha atascado o con qué frecuencia se utiliza el robot móvil 104) y enviar dicha información al fabricante del robot móvil para perfeccionar la investigación de mercado y producir futuros modelos del robot móvil 104, por ejemplo, corrigiendo defectos de diseño o problemas del dispositivo. Además, la información del cliente, tal como la frecuencia de utilización del robot, el nombre, la identificación del cliente, etc., también se pueden correlacionar utilizando la información enviada al sitio web del fabricante desde el robot móvil 104 por medio de redes inalámbricas y cableadas.

Además, en lugar de que el usuario tenga que localizar y, por ejemplo, llevar el robot móvil 104 a la estación base para conectar físicamente el robot móvil 104 a la misma para realizar adaptaciones de software, actualizaciones de software y cosas por el estilo, el puente de datos de red 202 puede proporcionar una función de actualización

inalámbrica para actualizar el firmware del robot o cualquier otro software, personalidad, sonido y/o imagen visualizada incorporadas. Además, un usuario puede diseñar temas u otro contenido y hacer que este contenido se transmita al robot móvil 104 por medio del canal de comunicación inalámbrica proporcionado por el puente de datos de red 202.

- 5 La FIG. 3 es un diagrama de bloques que muestra un ejemplo de un puente de datos de red. El puente de datos de red 202 incluye un conector de red 302, tal como un conector Ethernet macho estilo RJ-11. Además, el puente de datos de red 202 incluye una antena 304, tal como una antena interna encapsulada, accionada operativamente por una interfaz de comando inalámbrica 306, que a su vez se conecta a un componente puente de datos 308 (el robot móvil 104 puede incluir igualmente una antena interna encapsulada; alternativamente, ya sea el puente de datos de red 202 y/o ya sea el robot móvil 104 pueden uno cualquiera o ambos incluir una o más antenas externas, ya sea como complemento o en lugar de una antena interna, por ejemplo). El componente puente de datos 308 se conecta a una interfaz de red de banda ancha 310 para gestionar y convertir datos del lado de banda ancha entrantes y salientes (tales como Ethernet, 802.11b y/o paquetes TCP/IP) hacia y desde un protocolo de red simplificado del lado inalámbrico. El componente de puente de datos 308 extrae las órdenes serie recibidas mediante la interfaz de red de banda ancha 310 y difunde las órdenes por medio de la interfaz de comando inalámbrica 306 y la antena 304, utilizando el protocolo RPAN.

- 20 El puente de datos de red 202 se conecta directamente al enrutador de banda ancha 204 del propietario. El puente de datos de red 202 adquiere información de red de un servidor DHCP o configurado opcionalmente por un usuario avanzado. El puente de datos de red 202 llama a casa (es decir, al servidor de Internet de un fabricante de robots domésticos o de un distribuidor) con información de configuración local (número de serie, propiedades de red local, etc.). El puente de datos de red 202 comienza a sondear una URL preconfigurada con HTTP POST periódicos. Cada mensaje contiene información sobre el estado del(de los) robot(s) móvil(es) 104 en la casa del cliente. Estos datos pueden ser específicos de un robot/firmware - el puente de datos de red 202 no necesita entender los datos en sí mismos (aunque es posible que lo haga en determinadas implementaciones).

- 25 Una secuencia de órdenes CGI que recibe los POST procesa este informe de detección y actualiza una base de datos interna creando una vista histórica del sistema del robot. Los sensores virtuales basados en software examinan esta base de datos (sobre una base por robot) y activan eventos tales como presionar virtualmente un botón del robot o enviar un correo electrónico a su propietario.

- 30 El propietario puede visitar la presencia web del fabricante del robot doméstico utilizando un navegador web moderno, es decir, compatible con JavaScript (o cualquier otro lenguaje de programación adecuado, tal como Visual Basic, python, PERL, Php, etc.), y crear una cuenta de usuario. Como parte del proceso de grabación, el cliente ingresa la clave única que se envía con el puente de datos inalámbrico, esta clave única empareja el flujo de detección entrante con esta cuenta de usuario.

- 35 Después de la grabación, el usuario puede ser reenviado a la página de su portal. Esta página se genera dinámicamente utilizando la información ya proporcionada por la puerta de enlace del robot y la información de producto y los vínculos proporcionados por la infraestructura de soporte del(de los) servidor(es) del fabricante.

- 40 El propietario navega hasta la tienda de temas o contenidos y compra un tema de audio con suministro inmediato en línea. El almacén de temas o contenidos contacta con la base de datos de detección del robot y se añade a la cola de órdenes: "descarga este contenido al robot #2" cuando el dispositivo puerta de enlace siguiente envía los datos de detección, la respuesta HTTP es la orden para descargar los datos de contenido adjuntos al robot especificado. El puente de datos inalámbrico comienza a enviar este flujo binario al robot por medio de RF. Una vez completado, la puerta de enlace puede enviar un reconocimiento de la descarga con el siguiente informe de detección.

- 45 Durante esta transacción, la secuencia de órdenes en java (javascript) (u otra secuencia de órdenes adecuada) integrada en la interfaz web de los propietarios ha estado sondeando los servidores de soporte buscando actualizaciones de estado. Una barra de progreso se ha dibujado y animado utilizando javascript y DHTML (o Ruby on Rails, un applet JAVA, o cualquier otra tecnología de visualización adecuada). El usuario puede sentir que está interactuando directamente con el robot por medio de la página web, a pesar de los niveles de software y sesgo de comunicación que existen entre los mismos.

- 50 En una implementación, el puente de datos inalámbrico 202 puede incluir un puerto hembra en el que se enchufa un cable de parchado Ethernet (u otro cable de red similar) desde un punto de conexión de red adecuado, y/o en el que se une, por ejemplo, una parte de interfaz de un robot doméstico. Como ejemplos de un sistema de este tipo según se describió anteriormente en la presente memoria, estos canales de comunicación proporcionan un mecanismo para recuperar los datos de detección y enviar órdenes a los robots en el campo aprovechando su conexión de banda ancha.

- 55 Un sistema de comunicación bidireccional de este tipo permite el despliegue de servicios en línea y recuperar los datos de detección de la base instalada del fabricante para mejorar el servicio al cliente y las caracterizaciones del sistema. Puede aumentar adicionalmente la comprensión del fabricante de cómo se comportan en el campo los robots y los subsistemas individuales.

La interacción del(de los) robot(s) móvil(es) 104 habilitado(s) para la red en el hogar de un cliente puede tener lugar a través de un navegador web, de acuerdo con determinadas formas de realización. El acceso al navegador web proporciona soporte para la interacción del robot por medio de dispositivos que no son PC (por ejemplo, teléfonos móviles y PDA) con navegadores compatibles.

La FIG. 6A es un diagrama esquemático que muestra un ejemplo del robot móvil 104 que incluye el puente de datos de red 202. En este ejemplo, el puente de datos de red 202 es una tarjeta que se inserta en una ranura de interfaz 602 del robot móvil 104. Este tipo de puente de datos de red puede ser autónomo y transportar datos en dispositivos de almacenamiento de tipo componente RAM, ROM, Flash o EEPROM (que se podrían cargar con contenido de software, vídeo o audio bien en el ordenador de un usuario equipado con una unidad especial de escritura o bien en el fabricante para proporcionar contenido tal como, por ejemplo, contenido temático); o se pueden cargar con número(s) de código que autorice(n) una descarga inalámbrica al puente de datos de red; 202 o, alternativamente, se pueden conectar a una red por medio de un cable o mediante Ethernet inalámbrica, por ejemplo.

Un puente de datos de red 202, "tarjeta de memoria" (interfaz puerto serie), puede proporcionar contenido a usuarios de robots móviles que carecen de un concentrador Ethernet o conexión a Internet o a usuarios que no pueden comprar contenido en línea por medio de tarjeta de crédito, o que simplemente se encuentran con un conjunto de contenidos mientras están en una tienda y desean realizar una compra por impulso o una compra de regalo para otro. Además, de forma similar a la implementación del puente de datos de red descrita anteriormente, la utilización de ordenadores personales no se requiere necesariamente porque el usuario puede enchufar el puente de datos de red del tipo "tarjeta de memoria" 202 directamente en un receptáculo 602 definido por el robot móvil 104, y el contenido en el puente de datos de red 202 se puede cargar automáticamente en el robot móvil 104. Véase, por ejemplo, la solicitud de patente de EE.UU. N.º 11/166.518.

La FIG. 6B es un diagrama esquemático que muestra un ejemplo del robot móvil 104 y un ejemplo del puente de datos de red 202 que se conecta a otras redes por medio de una red que opera a través de líneas eléctricas en un edificio. El puente de datos de red 202 se puede configurar para enchufarse a una toma de corriente estándar 604 y para participar con una red de línea eléctrica doméstica, por ejemplo, en hogares o mercados donde los componentes de red Ethernet no estén disponibles. Alternativamente, el puente de datos de red 202 se puede enchufar a un conector de pared de teléfono estándar para comunicarse, por ejemplo, por medio de una red de cableado telefónico doméstica. En determinadas implementaciones, el puente de datos de red 202 se podría enchufar a cualquiera de un puerto Ethernet, la toma de corriente 604 o un conector de pared de teléfono, y autonegociar una conexión a Internet (si está disponible) y/o al(a los) robot(s) móvil(es) 104. Para este fin, muchas "líneas Ethernet sobre líneas eléctricas domésticas" y esquemas o productos similares se producen ampliamente y son bien conocidos en la técnica; por ejemplo, como un esfuerzo comercial temprano en esta área tecnológica, el estándar de comunicación X10 permite la comunicación sobre líneas eléctricas codificando un solo bit de información en cada punto cero en el ciclo de alimentación de 120 V(RMS) @ 60 Hz común en Norteamérica, por ejemplo, y muchos sistemas de red de líneas eléctricas de tipo Ethernet más modernos están disponibles comercialmente, en los que cada dispositivo conectado en red se conecta a la red normalmente por medio de una toma de corriente eléctrica en una pared. Una función común es que el puente de datos de red extrae las órdenes serie y los datos de protocolos de banda ancha encapsulados (Ethernet, TCP/IP, 802.11x) para su transmisión en la red de robots inalámbrica local (RPAN), y de forma similar encapsula dichas órdenes y datos de la RPAN para su transmisión en la red de banda ancha.

El puente de datos inalámbrico 202 puede proporcionar funcionalidad de servidor web y servir contenido web estático o dinámico correspondiente a los robots móviles 104 habilitados que pertenecen al usuario del robot móvil. Dicha funcionalidad de servidor web se puede proporcionar en la red de banda ancha local del usuario del robot móvil y, por ejemplo, se puede difundir de forma visible utilizando TCP/IP, UDP, Ethernet, SNMP, NetBEUI, IPX, SMB o anuncios de red de difusión uPnP, por ejemplo, para que los usuarios de robots móviles puedan encontrarla cuando navegan por la red de área local; o bien, se puede asignar una dirección de red estática (tal como una dirección IP estándar preestablecida) al puente de datos 202 tal que los usuarios simplemente escriban la dirección de la red estática en un navegador web para llegar al servidor web en el puente de datos de red 202. El contenido web puede ser activo o estático, y se puede adaptar a la funcionalidad que se vaya a proporcionar y/o actualizar por medio de Internet o de la red local.

La FIG. 9 es un diagrama esquemático que muestra un ejemplo del sistema de robots 200 con un sistema de servidor de contenidos para transmitir contenidos a un robot móvil. El sistema 200 para acceder al contenido relacionado con los robots domésticos y controlar un robot doméstico por medio de Internet puede incluir un servidor web integrado, una presencia en línea accesible como proveedor de servicios/contenidos y una interfaz de usuario basada en la web específica para los robots 104 en el hogar del cliente. Estos componentes se pueden utilizar para encauzar eventos a través de Internet a una "presencia de robot" en línea generada, por ejemplo, por un fabricante de robots domésticos. Esta "presencia robótica" puede proporcionar interactividad con el robot doméstico del usuario (contenido audible u otros tipos de descargas de temas y/o contenidos, pulsaciones de botones remotas, etc.) por medio de un servicio web alojado. Los eventos encauzados de este modo pueden incluir: cambios en los valores detectados, interacción con el usuario, órdenes al robot y cambios de estado, entre otros. La utilización de un canal de comunicación bidireccional (tal como un canal de comunicación de la red de robots inalámbrica) permite la fusión

entre un robot en casa de alguien, almacenes de procedimientos e información en un servidor remoto y una interfaz de usuario de robot basada en la web, para producir potentes capacidades y forjar nuevas funcionalidades, tales como añadir "inteligencia" descargada a robots de otro modo simples (por ejemplo, realizando la mayor parte de las tareas de cálculo numérico o de cálculo intensivo en un ordenador o servidor separado, y simplemente cargando y/o

5 descargando los resultados y/o entrada de detección a y desde el propio robot doméstico). En efecto, al encauzar el tejido de comunicación del sistema robótico local a través de Internet u otra red adecuada, es posible permitir que los servidores de soporte interactúen con los robots en los hogares de los usuarios.

El puente de datos 202 puede enviar información de red local al servidor de Internet. Como un ejemplo no limitante, el usuario se puede conectar a Internet 706 y puede ser redirigido al puente local según corresponda. Al publicar una

10 dirección de Internet bien conocida a la que tanto el puente como el usuario pueden acceder, se puede eliminar la necesidad de conocer la información local del usuario.

Además del puente de datos de red 202, un control remoto inalámbrico puede ofrecer varias funciones inalámbricas similares para controlar o gestionar el robot móvil 104. El control remoto inalámbrico se puede comunicar directamente con el robot móvil 104 por medio de un protocolo infrarrojo (IR) o RF, o puede retransmitir órdenes a

15 través del puente de datos de red 202, por ejemplo, cuando el robot móvil 104 no está a la vista, pero el control remoto está dentro del alcance de señalización IR del puente de datos de red 202. Por lo tanto, el puente de datos de red 202 también se puede dotar con un sensor IR para recibir las órdenes de control del robot móvil desde el control remoto inalámbrico y, a continuación, retransmitir las órdenes de forma inalámbrica al robot móvil 104 - por ejemplo, el servidor web integrado puede conectar un método de comunicación propietario o ad-hoc utilizado

20 internamente por el robot móvil 104 (y también por los elementos accesorios añadidos al robot móvil 104) con una presencia en línea persistente mediante la traducción del(de los) protocolo(s) de comunicación interno(s) en transacciones HTTP POST y GET.

La presencia en línea puede generar una interfaz de usuario basada en la web que incorpore componentes javascript para sondear asincrónicamente el robot móvil 104 en busca de cambios de estado (por ejemplo, voltaje de

25 la batería). Este javascript puede recuperar asincrónicamente los cambios en las propiedades del robot y reescribir el contenido en la página. Los valores de detección, etc., se pueden actualizar mediante el navegador web sin que el cliente tenga que hacer clic en actualizar en el navegador, por ejemplo.

La interfaz basada en la web puede utilizar datos de seguimiento del cliente y de detección de permanencia del robot para emparejar el robot móvil 104 con las interfaces de la cuenta del cliente y del usuario actual para el equipo que

30 posee el cliente.

Además, si una serie de dispositivos periféricos 102 se disponen a lo largo de una casa u otra ubicación y se configuran como un eje de red de retransmisión procedente de la estación base, por ejemplo, entonces las órdenes retransmitidas desde el control remoto también se pueden retransmitir a través de la red de balizas para llegar a un robot doméstico que puede estar bastante alejado del control remoto.

El ancho de banda inalámbrico (especialmente en las bandas sin licencia, tales como 900 MHz, 2,5 GHz, o cualquier otra banda de RF pública adecuada similar) está limitado por su naturaleza, y porque la presencia de múltiples dispositivos RF (tales como, por ejemplo, múltiples robots móviles y/o puentes de datos de red; WiFi, Bluetooth, X10, teléfonos móviles o portátiles u otros dispositivos inalámbricos comunes; y/o interferencias de fuentes tales como erupciones solares, descargas de RF de líneas eléctricas, luces fluorescentes o cualquier otra entidad que

35 interfiera con la RF) puede restringir adicionalmente la cantidad efectiva de ancho de banda o el grado de fiabilidad del ancho de banda disponible para las comunicaciones móviles inalámbricas con robots, se pueden tomar medidas de fiabilidad y posposición para mejorar la funcionalidad del puente de datos de red 202 y/o del robot móvil 104; a la inversa, el puente de datos de red 202 y/o el robot móvil 104 se pueden configurar para reducir su consumo de ancho de banda disponible para dar prioridad a otros dispositivos inalámbricos. Por ejemplo, en lo que respecta a la

40 fiabilidad de las comunicaciones de la red de robots inalámbrica, se pueden emplear técnicas tales como la comprobación de redundancia cíclica (CRC) y/o rutinas hash (tales como sumas MD5 o CRAM) u otras técnicas de fiabilidad adecuadas (tales como códigos de paridad o de corrección de errores (ECC)) en cualquiera del canal del puente de datos al robot y/o el canal conectado a Internet (por ejemplo, en el canal del puente de datos a Ethernet). Además, para limitar la utilización del ancho de banda valioso durante las horas comerciales u otras horas de

45 máxima utilización, el puente de datos de red 202 y/o el robot móvil 104 se pueden programar para transmitir contenido temático, datos de utilización/comportamiento o cualquier otra comunicación similar durante las horas nocturnas o fuera de las horas pico; alternativamente, por ejemplo, el puente de datos de red 202 y/o el robot móvil 104 (y/o el servidor del fabricante) se pueden programar para realizar su comunicación (o la mayor parte de su comunicación) a una hora de utilización fuera de las horas pico detectadas automáticamente, detectando cuando la

50 utilización del ancho de banda es la menor (ya sea en tiempo real o ya sea recogiendo datos de utilización de ancho de banda por hora del día a lo largo de una serie de días o semanas y determinando a continuación las horas generalmente menos utilizadas del día, como ejemplos no limitantes). Las medidas de fiabilidad se pueden tomar tanto en la red como en la capa de aplicación o en ambas, por ejemplo, o en cualquier otra capa adecuada de una pila de comunicación (tal como el puente de datos que utiliza UDP en Internet por simplicidad y para las

55

comunicaciones no críticas, pero utilizando el servidor web comprobación completa de errores, medidas de fiabilidad y/o corrección de errores, windowing, etc.

Además, la funcionalidad del servidor web en un puente de datos de este tipo se puede comunicar con una dirección o ubicación de red conocida (tal como una dirección IP fija o un localizador uniforme de recursos (URL)) en vista de los problemas que surgen con el DHCP y la asignación dinámica de direcciones IP, por ejemplo; el servidor web del puente de datos de red 202 puede por tanto comportarse de forma similar a un cliente durante una parte significativa de tiempo para acceder de forma activa y/o sondear recursos similares a los del "servidor" disponibles en el robot móvil 104 (por ejemplo, por medio de una conexión inalámbrica), ya que en muchos ejemplos el robot móvil 104 mantiene una funcionalidad de red relativamente escasa en el propio robot móvil 104 (siendo dichas capacidades descargadas en gran medida en el puente de datos de red 202).

La funcionalidad del servidor web puede establecer comunicaciones de red con el robot móvil 104 y/o el servidor o servidores de Internet por medio de un protocolo o estándar adecuado, tal como FTP, FTPS, TFTP, HTTP, HTTPS, GOPHER, TELNET, DICT, FILE y LDAP, HTTP POST, HTTP PUT, carga FTP, carga basada en formularios HTTP, proxies, cookies, autenticación de usuario + contraseña (Basic, Digest, NTLM, Negotiate, Kerberos4), resumen de transferencia de archivos, tunelización de proxy http y/u otros métodos de red adecuados (tales como un método soportado por libcurl, por ejemplo). El puente de datos de red 202 puede emplear técnicas de anuncio de red tales como uPnP, DNS dinámico, ARP inverso, Ethernet o UDP o difusión TCP/IP u otro método adecuado para difundir la existencia del puente de datos de red 202 a otros dispositivos en la misma red.

Al descargar gran parte de la funcionalidad del servidor del robot móvil 104 al puente de datos de red 202, y utilizar el puente de datos de red 202 como proxy de comunicaciones, espejo y puerta de enlace, el robot móvil 104 también se protege de las solicitudes excesivas de los clientes que de otro modo podrían cargar sus recursos de procesamiento y/o ancho de banda. Por ejemplo, el robot móvil 104 puede producir en un período de tiempo (por ejemplo, diez minutos) treinta instantáneas visuales de una cámara incorporada. Entonces, si varias entidades intentaran descargar las instantáneas desde el robot móvil 104 simultáneamente, el robot móvil 104 podría verse rápidamente desbordado a medida que la red inalámbrica se empantanase con el tráfico de solicitudes de servicio. Como una alternativa, sin embargo, se puede acceder al robot móvil 104 por una sola entidad, el puente de datos de red 202, en un régimen conocido de solicitudes de sondeo, preservando por lo tanto el ancho de banda y la capacidad de procesamiento del robot móvil, al tiempo que permite la replicación de cualesquiera datos recogidos similares copiándolos en servidores de Internet para un acceso más amplio, por ejemplo.

Además de la comunicación inalámbrica en banda de radiofrecuencia, el puente de datos de red 202 (y/o el robot móvil 104 o el dispositivo periférico 102) puede transmitir por medio de otras frecuencias y/o bandas adecuadas en el espectro electromagnético, tales como los 900 MHz, 2,4 GHz, frecuencias de microondas u otras bandas adecuadas. Para aliviar la interferencia que pueda producirse en estas o en la RF u otra banda, el robot móvil 104 y/o el puente de datos de red 202 pueden emplear tecnologías de desplazamiento de frecuencia, de espectro ensanchado, de subcanales y/u otros esquemas o técnicas de evitación de interferencias similares para evitar la interferencia con otras aplicaciones de RF sin licencia (teléfonos, monitores de bebés, etc.).

Además, las órdenes del robot se pueden enviar mediante el puente de datos de red 202. El usuario puede disponer de funcionalidad adicional en forma de órdenes emitidas de forma remota mientras está fuera de casa. Por consiguiente, si el propietario de un robot doméstico olvidara programar o activar el robot móvil 104 antes de salir de viaje de negocios, el usuario del robot móvil podría todavía programar o activar el robot móvil 104 de forma remota por medio de una orden generada por (por ejemplo) un sitio web de interacción con robots móviles proporcionado por el fabricante del robot móvil, que sería retransmitida a través de Internet u otra red adecuada al puente de datos de red 202, el cual, a su vez, convertiría la información recibida de Internet en una orden de la red de robots inalámbrica correspondiente, y transmitiría la orden de forma inalámbrica al robot móvil 104 para su ejecución.

En determinadas implementaciones, una serie de órdenes del robot correspondientes al tiempo y la ejecución de los movimientos, etc., se pueden compilar en una rutina "baile" y transmitirse al robot móvil 104 después de que el usuario seleccione el "baile" de un sitio web mantenido en el servidor del fabricante del robot móvil; alternativamente, el "baile" se podría combinar con contenido audible tal como música o sonidos, y/o órdenes para controlar los indicadores (tales como diodos emisores de luz (LED), pantallas de cristal líquido y/o retroiluminaciones, entre otros) para proporcionar un "baile", música y espectáculo de luces multimedia. Un ejemplo adicional no limitante incluye la resolución de problemas en vivo o el soporte técnico proporcionado a los usuarios de robots móviles, por ejemplo, iniciado a través de una llamada telefónica o de Internet o, por ejemplo, a través de un micrófono y un altavoz instalados como parte del robot móvil 104, junto con el hardware y el software de cálculo, grabación, mezcla y transmisión adecuados (y el ancho de banda, tanto inalámbrico como a través de Internet, así como la latencia y la sincronización adecuadas). Además, por ejemplo, se podría incluir una cámara para mejorar dicha interacción virtual, y/o el sensor de proximidad normalmente utilizado en la detección de obstáculos se podría emplear en modos alternativos como cámara de observación de propósito general en aquellas implementaciones en las que el sensor de proximidad esté configurado para funcionar como cámara de espectro visual, con codificación y transmisión de video en continuo (streaming) desde el robot por medio del enlace inalámbrico al puente de datos de red 202 y a un destino en red, entre otros.

De manera similar, para transmitir información sobre la utilización y el comportamiento del robot al servidor del fabricante del robot móvil, el robot móvil 104 puede recopilar determinados datos sobre la utilización de la batería, la frecuencia de recarga, la cantidad de tiempo empleado en la realización de su tarea principal, la cantidad de tiempo inactivo, la frecuencia con la que se atasca el robot, etc., y transmitir periódicamente estos datos a los servidores del fabricante del robot móvil por medio del puente de datos de red 202.

Además, la capacidad de transmitir contenido audible al robot móvil 104, ya sea a través del puente de datos de red 202 o por medio de un puente de datos del tipo "tarjeta de memoria", permite al robot móvil 104 "hablar" instrucciones directamente con el usuario del robot móvil 104 en el momento y lugar de utilización. Por ejemplo, el robot móvil 104 puede dar instrucciones cuando se encuentra en un modo de demostración que se ejecuta inicialmente para demostrar las diversas funciones que el robot móvil 104 puede realizar. La instrucción por voz para el usuario del robot móvil se puede lograr mediante la transmisión de contenido audible codificado al robot móvil 104 (ya sea instalando dicho contenido audible en la memoria de sólo lectura (ROM) del robot doméstico en el momento de la fabricación, o ya sea transmitiendo de forma inalámbrica o de otro modo y almacenando el contenido audible en la memoria RAM flash, por ejemplo) y reproducirlo de nuevo a través de un decodificador y/o sintetizador y un altavoz instalados incorporados en el robot móvil 104. La voz sintetizada codificada para decodificar con el hardware de síntesis de voz puede requerir menos almacenamiento incorporado que la voz no sintetizada; sin embargo, como una alternativa, la voz natural o por ordenador se puede grabar como datos de sonido codificados en forma de onda (y/o codificados psicoacústicamente) y transmitirse al robot móvil 104 para su almacenamiento y posterior reproducción. Alternativamente, sin embargo, el habla para su reproducción en el robot móvil 104 también se puede codificar como archivos WAV o archivos de sonido comprimido (por ejemplo, empleando compresión tal como Lempel-Zev-Welch (LZW) u otras técnicas que requieran menos recursos informáticos intensivos que, por ejemplo, la descodificación de MP3 o Windows Media (WMV)).

Como otro ejemplo, utilizando un sintetizador, un archivo de cadena de fonemas a descargar en el robot móvil 104 puede incluir y/o estar asociado temáticamente con, por ejemplo, un archivo de guión gráfico de animación que incluya etiquetas que activen eventos de movimientos paralelos, luces (u otros indicadores) y/o sonido no sintetizado sincronizados o asíncronos. Utilizando un patrón de fonemas y un guión gráfico de este tipo, una cadena tal como "he-llo ha-w [que puede representar aquí una etiqueta para iniciar una trayectoria de "inclinación" en, una trayectoria sin movimiento como un comportamiento balístico asincrónico] a-re y-ou" puede activar por lo tanto el movimiento robotizado de "inclinación" asociado (por ejemplo, "baile" temático o comportamiento emotivo que se puede ejecutar por el robot móvil 104). Además, si en el robot móvil 104 hay instalado un hardware de grabación de sonido, tal como un micrófono y un hardware de procesamiento de sonido, así como suficiente capacidad de procesamiento o transmisión, entonces el robot móvil 104 puede incluir funcionalidad de reconocimiento de voz para reconocer órdenes habladas u otras interacciones de los usuarios de robots móviles; además, la capacidad de crear guiones gráficos, tal y según se describió anteriormente, puede abarcar y codificar respuestas y referencias a cualquiera de las funcionalidades o capacidades que se puedan realizar con el robot móvil 104.

Un sistema de radiofrecuencia utilizado por el robot móvil 104, el puente de datos de red 202, el control remoto y/o el dispositivo periférico 102 puede incluir cuatro módulos transceptores de radio que se sitúan en el robot móvil 104, el control remoto, el dispositivo periférico 102 y el puente de datos de red 202. El control remoto puede utilizar RF para transmitir señales de control al robot móvil 104 utilizando un protocolo bidireccional o unidireccional; además, la unidad de control remoto puede permitir que el usuario "conducir" el robot móvil 104 y enviar datos de programación creados en la unidad de control remoto. El robot móvil 104 puede utilizar RF para despertar y gestionar la alimentación del dispositivo periférico 102 utilizando un protocolo bidireccional. El puente de datos de red 202 puede utilizar RF para transmitir datos y actualizaciones de código al robot móvil 104, así como para cargar datos de diagnóstico desde el robot móvil 104 utilizando un protocolo bidireccional. Además, cuando hay varios dispositivos periféricos así como el puente de datos de red 202 en operación, en la que los dispositivos periféricos y el puente de datos de red 202 pueden mantener un canal de comunicación RF u otro canal de comunicación de una forma retransmitida, la comunicación de la red de robots inalámbrica entre el puente de datos de red 202 y el robot móvil 104 se puede propagar a lo largo de la cadena de dispositivos periféricos, incluso cuando el robot móvil 104 esté más allá del alcance de RF directo del puente de datos de red 202. El alcance efectivo de voz de la red de robots inalámbrica se puede ampliar mediante el enlace de dispositivos periféricos.

La banda ISM de 2,4 GHz se puede utilizar con técnicas de transmisión de espectro ensanchado de secuencia directa o de salto de frecuencia. Además, se puede utilizar tanto un protocolo propietario personalizado basado en alguna implementación de un modelo de OSI estándar de 7 capas, como se puede utilizar alternativamente el protocolo estándar ZigBee 802.15.4, entre otros. El protocolo personalizado puede permitir el cumplimiento adecuado de la normativa en todos los países de interés, por ejemplo, o alternativamente, puede ser adecuado para cada mercado nacional previsto.

Los siguientes módulos de radio transmisor-receptor de RF integrados de un solo chip son ejemplos de conjuntos de chips que se pueden utilizar para implementar el sistema de RF: Chipcon CC2500; Chipcon CC2420; Freescale MC13191; Freescale MC13192. Se puede utilizar un diseño de antena de circuito impreso estilo "F" tanto sin amplificación de potencia de RF externa como con una amplificación de potencia de RF adecuada, dependiendo del alcance y los requisitos de potencia.

Con respecto a un protocolo de RF propietario de la red robótica, un protocolo de este tipo puede ser más simple que Zigbee, por ejemplo, en el sentido de que Zigbee tiene dos partes: señalización (IEEE 802.15.4) y aplicación (enrutamiento, etc.). Como una alternativa, el protocolo de red robótica propietario puede utilizar 802.15.4 porque el estándar ha reducido el coste de los artículos para las antenas, microcontroladores, etc. Sin embargo, la red robótica contemplada se puede desviar de Zigbee (una red en malla con enrutamiento) al menos en el sentido de que puede ser una red punto a punto. Bajo Zigbee, los nodos tendrían que enrutar el tráfico de otros nodos (en algunos casos); este comportamiento puede hacer que los faros, los controles remotos, los puentes de datos de RF, etc., tengan una responsabilidad excesiva. La red robótica RF puede incluir un protocolo disperso que simplemente tenga control del robot o baliza y envíe mensajes como WAKEUP, GO_CLEAN(robot-n), ERROR(robot-n, estoy bloqueado), etc.

El ahorro en complejidad puede permitir pequeñas cantidades de memoria (por ejemplo, 8K) en algunos elementos de la red. Como un ejemplo, un faro puede tener 8KByte de memoria de programa. El protocolo punto a punto puede ser más simple que Zigbee porque no admite el enrutamiento del tráfico desde puntos extremos que no sean los productos de robots domésticos, el cifrado de paquetes de datos o muchas otras funciones necesarias para el mallado. Por encima de esta capa de transporte de paquetes, la red robótica puede definir mensajes que son específicos para el control y la supervisión del robot que son únicos (los faros también se pueden configurar para utilizar el protocolo, aunque estos se pueden activar y desactivar mediante el protocolo adicional del robot). Este control es único incluso si se implementa de tal forma que ZigBee forme una parte de la capa de aplicación, como un ejemplo no limitante.

Al menos uno de los puntos finales puede ser móvil. La intensidad de la señal instantánea o la intensidad de la señal a lo largo del tiempo se puede utilizar para ayudar al robot a navegar o a corregir la navegación basada en balizas, por ejemplo, proporcionando datos adicionales que informen al robot de que se está moviendo en la dirección correcta o en un modo de fallo, como ejemplos no limitantes.

Con respecto a un modo de demostración vocal y multimedia ejecutado, por ejemplo, sólo una vez cuando se utiliza por primera vez el robot móvil 104 (y luego se descartan los datos que lo acompañan para liberar los recursos del sistema), o en cualquier momento cuando se pulsa un botón "demo" apropiado, el modo demo puede incluir varios archivos de voz que se pueden programar en secuencia; en el que la secuencia de órdenes no es necesariamente una secuencia de órdenes interpretada, sino que simplemente puede representar una rutina lineal codificada de alguna manera adecuada. La secuencia de órdenes puede hacer parpadear las luces y botones visibles en el robot móvil 104, hacer sonar y hacer que el robot móvil 104 haga las cosas que se supone que debe demostrar (tales como la limpieza de manchas). La secuencia de órdenes de demostración puede hacer parpadear las luces u otros indicadores directamente y ejecutar los comportamientos directamente, o puede generar eventos de detección/presionado ocultos dentro del sistema de control del ordenador del robot para hacer que se produzcan los indicadores y/o comportamientos apropiados. Por ejemplo, para iniciar la demostración de limpieza puntual, la rutina de voz podría indicar al usuario que presione la tecla de limpieza puntual ahora (o podría enviar una pulsación de botón oculta al control UI, que hiciese parpadear el botón como de costumbre y comenzase como de costumbre. Otras demostraciones se pueden activar mediante señales falsas enviadas a un sensor virtual, por ejemplo, una respuesta de demostración de enlentecimiento/atasco diciéndole al robot móvil que está atascado, etc.), y a continuación esperar un determinado período antes de volver a activar el control para el resto de la demostración. La demo podría detectar que el usuario presionó el botón equivocado y redirigirlo también a él, por ejemplo.

Ejemplos de "movimientos de robot" (indistintamente, "animaciones") que se pueden transmitir tanto solos o como como parte de un tema o paquete pueden incluir nuevos movimientos o comportamientos del robot funcionales tales como modos de operación de cobertura puntual, de seguimiento de paredes y de rebote, que pueden pertenecer a al menos determinadas implementaciones de robots móviles de acuerdo con la presente invención, se describen específicamente en el documento de patente de EE.UU. N.º 6.809.490, por Jones et al., titulado, Method and System for Multi-Mode Coverage for an Autonomous Robot.

Además, de acuerdo con un ejemplo, el robot móvil 104 se puede dotar con un altavoz para la reproducción de contenido audible, un enlace inalámbrico o directo al puente de datos de red 202 para recibir el contenido audible y un procesador (por ejemplo, un sintetizador de voz, un conjunto de chips MIDI y/o una unidad de modulación de frecuencia (FM), etc.) para reproducir el contenido audible. El contenido audible puede tener una funcionalidad importante en un ejemplo no limitante, se puede descargar un sonido de sirena de advertencia para proporcionar una señal clara cuando el robot móvil 104 detecte una condición potencialmente peligrosa, tal como el sobrecalentamiento de un motor de aspiración, o una serie de instrucciones de voz lentas pueden facilitar a los usuarios de robots móviles con dificultades auditivas o discapacitados un tutorial más comprensible sobre la utilización del robot móvil 104. Además, el contenido audible y/o tema puede proporcionar instrucciones u otro tipo de discurso en cualquiera de una variedad de idiomas o dialectos humanos; además, cualquier contenido basado en el comportamiento o en el movimiento tal que se pueda asociar o incluir en un tema regional, nacional, lingüístico, cultural, ocupacional, de caracterización u otro tema similar también se pueda correlacionar debidamente. Por ejemplo, un tema "bailarina" podría incluir instrucciones habladas que afecten a un acento que recuerde un acento francés y un perfil de movimiento que haga que el robot móvil 104 realice piruetas, espirales, figuras de ochos y otros movimientos que recuerden a una bailarina que hace ballet, entre otras cosas; esto también se podría asociar con un conjunto de indumentaria corporal que sugiriese un leotardo, por ejemplo, para mejorar el efecto temático.

También es posible la vinculación específica de determinado contenido a determinados comportamientos. Por ejemplo, siempre que el robot móvil 104 realice un determinado "movimiento de robot" o truco (o menos optimista, se atasque, por ejemplo) tal como un juego de persecución, podría tocar la "Obertura de Guillermo Tell"; alternativamente, podría emitir llantos quejumbrosos solicitando ayuda cuando el robot móvil 104 detecte que está perdido, tiene cortada la comunicación con cualquier baliza, el puente de datos de red 202 o una base doméstica o está atascado o bloqueado de otro modo.

La FIG. 5 es un diagrama esquemático que muestra un ejemplo de temas de paneles de carrocería para el robot móvil 104. El robot móvil 104 puede incluir paneles exteriores personalizables, a presión o intercambiables de otro modo 502a-b que se pueden "tematizar" para permitir a los usuarios de robots móviles personalizar sus robots móviles. Como un ejemplo, los paneles de carrocería se pueden moldear de plástico y posteriormente pintar, teñir o cubrir con un material adhesivo; se puede utilizar cualquier modalidad adecuada para colorear, diseñar o dibujar patrones en los mismos, según corresponda. Como un ejemplo, se puede aplicar un diseño al interior de un material polimérico transparente similar a una lámina, y a continuación la lámina de polímero o el panel de carrocería se puede aplicar a una pieza de plástico moldeado como panel de carrocería; como un resultado, el diseño se protege mediante la lámina de polímero transparente, al tiempo que se puede lograr una rápida tematización de los paneles de carrocería en una estrategia de distribución "justo a tiempo" (JIT). Los paneles también se pueden personalizar mediante contenido del usuario, por ejemplo, imprimirse con chorro de tinta sobre un material apropiado. Por ejemplo, el usuario puede subir una foto, que se puede adaptar a una plantilla, y la lámina fabricada con JIT se puede fabricar y suministrar en el momento apropiado (por ejemplo, un panel de navidad con sonidos de la propia familia del usuario cantando villancicos, por ejemplo, subidos al servidor por el usuario antes para la inclusión en un tema modificado o personalizado).

Además, los paneles de carrocería intercambiables 502a-b pueden incluir un sistema de identificación correspondiente a contenidos audibles u otros contenidos temáticos que se puedan transmitir al robot doméstico para completar el efecto de tematización. Por ejemplo, los paneles de carrocería incluyen un contacto eléctrico 504 que se coloca a lo largo del borde interior de los paneles 502a-b con el fin de hacer contacto con un contacto eléctrico correspondiente en el robot móvil 104 cuando se instalan en el mismo. El contacto eléctrico 504 en los paneles de carrocería 502a-b se conecta de forma operativa a una unidad de identificación electrónica apropiada, tal como un circuito integrado (IC) 506 que emite un patrón de voltaje correspondiente a un número de ID de tema único; y/o una resistencia específica 508 que corresponde igualmente a un ID de temas específicos 510a-b. Alternativamente, los paneles de carrocería 502a-b pueden incluir un dispositivo RFID o magnético pasivo; un mecanismo de identificación mecánica tal como una tarjeta perforada como una serie de agujeros o picos; un sistema de identificación óptico tal como un código de barras o color característico; o cualquier otra modalidad adecuada para identificar el tema correspondiente de un panel de carrocería. El ID se puede transmitir mediante el robot móvil 104 de vuelta al puente de datos de red 202 como autorización o identificación para descargar el firmware, multimedia, etc., tematizado correspondiente al robot móvil 104 según se describió en la presente memoria.

Como un comportamiento por defecto, si los sensores del robot móvil 104 no pueden identificar el panel de carrocería, el robot móvil 104 puede, por ejemplo, rechazar el contenido temático como potencialmente no autorizado o, por el contrario, aceptar cualquier material tematizado si existe poco problema con respecto al contenido temático sin licencia.

La FIG. 8 es un diagrama esquemático que muestra un ejemplo de un sistema de robots 800 que incluye un vendedor 802 (como un tipo de contenido audible o de otro tipo) y un servidor del fabricante 804. El sistema 800 actúa como un sistema de distribución de contenidos, en el que el vendedor 802 distribuye contenidos con licencia a robots móviles ("robots de consumo") bajo la supervisión de sistemas de licenciamiento y control de seguridad ("big brother" 806, "CRM" 808) como soporte de un sitio web orientado al consumidor administrado por un fabricante de robots ("Sitio de comercio electrónico" 810). En este ejemplo, "Rtoon" puede significar contenido distribuible, ya sea audio u otro material temático, por ejemplo.

Además, una vez que se determina una identificación del tema correspondiente a un panel de carrocería instalado, el robot móvil 104 puede transmitir de forma inalámbrica información sobre el ID del tema detectado al servidor del fabricante del robot móvil por medio del puente de datos de red 202 del robot inalámbrico e Internet, por ejemplo. A continuación, el servidor puede determinar si el contenido audible u otro contenido correspondiente al ID del tema transmitido está disponible, y si es así, si el contenido correspondiente está debidamente pagado, licenciado, etc. Si todas las determinaciones son afirmativas, el servidor puede transmitir el contenido correspondiente (tal como un conjunto de datos de audio dispuestos como un tema de sonido y/o un conjunto de órdenes "baila" del robot, patrones de indicadores, etc.) al robot móvil 104 por medio de Internet y el puente de datos de red 202, por ejemplo; alternativamente, el servidor puede transmitir un "código de desbloqueo" o clave criptográfica para decodificar el contenido cifrado y/o restringido de otro modo que ya se encuentra en el robot móvil 104 o, por ejemplo, el servidor del fabricante del robot móvil puede hacer que un servidor de contenidos separado (por ejemplo perteneciente a un tercero y en virtud de un acuerdo de licencia y distribución electrónica con el fabricante del robot móvil, por ejemplo) transmita dichos datos al robot móvil apropiado que envió el ID del tema.

La FIG. 4 es un diagrama esquemático que muestra un ejemplo de un sistema de robots 400 que incluye robots móviles 104a-c, en el que el ordenador 206 transmite temas a los robots móviles 104a-c. Los usuarios de robots móviles pueden recibir contenidos musicales, sonoros, visuales, coreográficos u otros contenidos temáticos similares nuevos o actualizados que correspondan a los paneles temáticos de carrocería instalados en sus robots móviles. Un sitio web 402 mostrado en el ordenador personal (PC) 206 ofrece la posibilidad de elegir entre tres conjuntos de contenidos musicales, 'A' 404a, 'B' 404b o 'C' 404c, para su transmisión o activación en los robots móviles 104a-c.

Además, la tematización se puede incluso extender al contenido dentro de los temas, por ejemplo, si un robot tiene varios archivos de audio o "earcons" cargados (por ejemplo, en un formato tal como MIDI), y a continuación se selecciona un tema de "tambor de acero", el tema puede incluir elementos de instrumentos musicales (por ejemplo, también codificados como instrumentos MIDI u otro formato adecuado) que sustituyan a los instrumentos estándar que normalmente se tocarían en los archivos de sonido o de los earcons; como tal, una balada de rock se puede "tematizar" en un himno caribeño, como un ejemplo no limitante.

Con respecto al contenido temático, son posibles las combinaciones de varios tipos de contenidos interdependientes (o independientes) (por ejemplo, incluyendo - pero no necesariamente limitados a - sonidos, indumentaria corporal, movimientos de "baile" coreografiados, perfiles de respuesta de comportamiento o similares, como ejemplos no limitantes) para permitir un alto grado de minuciosidad en el impacto que los temas pueden tener en los usuarios. Sonidos tales como la música de fondo que se reproduce mientras el robot doméstico o bien está inactivo o bien realiza tareas; "earcons", - es decir, sonidos que transmitan significado y que se reproduzcan de nuevo cuando sean activados por determinados eventos o comportamientos, tales como que el robot reproduzca un "earcon" de choque de vehículos cuando el sensor de impacto del robot detecte una colisión con un obstáculo, o la frase "¡aliménteme!" como un earcon cuando el contenedor de detergente u otros consumibles del robot estén vacíos, entre otras cosas; actividades diarias o mensuales o programas de activación tales que un robot tematizado como "perro de familia" pueda dejar de hibernar o el modo de recarga cuando detecta un sonido correspondiente a la entrega del periódico matutino, y a continuación continúe al dormitorio del usuario a "ladrar" y a jugar alrededor de patrones de movimiento en forma de "s" o semialeatorios (o a "mover su cola" girando la parte posterior del robot hacia atrás y hacia delante repetidamente) al lado de la cama del usuario para despertar al usuario o para llamar la atención del usuario de una manera que recuerde a un perro excitado; una rutina de comportamiento de "escucha" que puede hacer que el robot, por ejemplo, se comporte como un loro (por ejemplo, en combinación con otros contenidos tematizados con loros, tal como la indumentaria del cuerpo en forma de plumaje, sonidos "silbando" y unos andares como los de un loro para el movimiento) y repetir de nuevo las palabras pronunciadas recientemente que sean detectadas por un micrófono incorporado (por ejemplo, de una manera distorsionada y graznando que recuerde a un verdadero loro, por ejemplo); y/o patrones de acceso a la red para robots equipados para comunicarse por medio de una red inalámbrica (por ejemplo, un tema "espía" podría, en combinación con otros diversos contenidos temáticos, incluir un perfil de acceso a la red que pudiese interrumpir todo acceso a la red durante diversos períodos de tiempo cuando se espera que el robot "espía" mantenga un "completo silencio de radio", por ejemplo; o por el contrario, pueda estar condicionado a recuperar con frecuencia información actualizada de una fuente de la red para cumplir una función de presentador de concurso de trivial descargando preguntas y/o respuestas para ser planteadas a los invitados del usuario mientras juegan a un juego de fiesta, por ejemplo - de hecho, dichas preguntas y respuestas de concurso o las reglas de un juego se podrían agrupar por sí mismas en un tema en formato estático, como un ejemplo adicional de la amplia gama de los tipos de contenido aptos para un tema). Además, contenido tal como los "movimientos de robot" ("baila" mueve o movimientos característicos realizados por robots domésticos con ruedas o móviles de otro modo) se pueden activar a voluntad por medio del reconocimiento de órdenes de voz, etc., en el robot, tal que el usuario pueda aplaudir o instruir verbalmente al robot para que "mendigue", "se quede quieto" o "baile el Lindy Hop", y el robot obedecería realizando el movimiento de robot asociado, por ejemplo.

Los temas funcionales pueden mejorar el propósito principal (o cualquier otro propósito) del robot móvil, así como - para un ejemplo no limitante, un tema de "limpiador super robot" podría incluir patrones de comportamiento que hagan que el robot doméstico detecte manchas en el suelo y pase una proporción determinada del tiempo de limpieza aspirando o fregando las manchas descubiertas como consecuencia del tema.

Las órdenes de usuario para iniciar acciones tales como encendido/apagado, inicio, parada o para cambiar un modo de limpieza, establecer una duración de limpieza, programar parámetros de limpieza tales como la hora de inicio y la duración, y o muchas otras órdenes, funciones y/o componentes iniciados por el usuario que se contemplan para su utilización con la presente invención se describen específicamente en la solicitud de patente de EE.UU. N.º 11/166.891, por Dubrovsky et al., presentada el 24 de junio de 2005, bajo el título "Remote Control Scheduler and Method for Autonomous Robotic Device".

Para otro ejemplo de un tipo de tema que abarque una variedad de contenido de comportamiento, de audio, visual y otros tipos de contenido ecléctico, un robot móvil se puede tematizar como una pieza de ajedrez, dicho tema incluye no sólo la indumentaria del cuerpo distintiva (con diferentes tipos posibles tales como "caballero", "torre", "peón", etc.) y por ejemplo, música y sonidos tematizados de ajedrez, sino también por ejemplo, un comportamiento de red con el fin de coordinarse con un servidor central (o posible "moverse en manada" con otros varios robots domésticos que también actúan como piezas de ajedrez) con el fin de adoptar el papel de una pieza particular en un tablero de ajedrez, en el que un usuario o usuarios traen varios robots domésticos y los disponen en un entorno que simula un

tablero de ajedrez y ordenan a los robots domésticos que se muevan como piezas de ajedrez durante un juego de ajedrez; por lo tanto, este tema de "ajedrez" de alto nivel puede incluir también las reglas de ajedrez y patrones de comportamiento y movimiento (así como rutinas y funciones de red) de diversas piezas de ajedrez, así como contenido visual y/o de audio y cosas por el estilo, por ejemplo.

5 Según lo ilustran los ejemplos no limitantes descritos anteriormente, los tipos de contenido que se pueden utilizar y combinar en paquetes temáticos pueden abarcar un amplio rango de materiales, prácticamente tan amplio como el rango de capacidades potenciales que pueda realizar el robot móvil 104, por ejemplo. Los presentes inventores pretenden que los ejemplos de los contenidos tematizados asociados dados en la presente memoria se puedan generalizar para los propósitos de la invención de acuerdo con su tipo fácilmente reconocible:

10 Los ejemplos de los juegos de ajedrez y trivial son ejemplos de proporcionar contenido temático asociado que vincule al menos dos de un conjunto predeterminado de reglas de juego, piezas de juego o juegos de parafernalia, apariencia del juego y sonidos del juego.

Los ejemplos del loro y del perro son ejemplos de proporcionar contenido temático asociado que vincule al menos dos de un conjunto de movimiento de una entidad predeterminada (es decir, un animal o una persona), la apariencia y los sonidos. Esto se extendería a las celebridades, las llamadas "propiedades licenciadas" vinculadas a programas o libros de entretenimiento bien conocidos, personajes y cosas por el estilo.

15 El ejemplo del ballet es un ejemplo de proporcionar contenido temático asociado que vincule al menos dos de un conjunto de movimientos de baile predeterminados, parafernalia, apariencia, música y sonidos.

20 El ejemplo de país y occidente que se muestra a continuación es un ejemplo de suministro de contenido temático asociado que vincula al menos dos de un conjunto de movimiento de género musical, parafernalia, apariencia, música y sonidos.

Los usuarios de robots móviles con ordenadores personales con conexión a Internet, teléfonos móviles, PDA y otros dispositivos también pueden navegar por el servidor del fabricante del robot doméstico por medio de un sitio web y seleccionar temas, sonidos, tonos, "bailes", software u otros contenidos de robots móviles adecuados para descargar y/o comprar. (Por ejemplo, un usuario interesado en eliminar posibles fuentes de interferencia de RF en su hogar, o en conservar el ancho de banda para otras tareas, podría comprar un contenido de perfil de red de bajo ruido RF en un sitio web de un fabricante, por ejemplo). La interfaz de usuario presentada al usuario también se puede personalizar para que coincida con el tema del robot, es decir, un tema puede incluir contenido multimedia que se puede manifestar en el robot, pero también en una interfaz en línea que está asociada con el robot que tiene el tema y con la que el usuario interactúa al utilizar la interfaz en línea y/o el robot.

25 Además, los usuarios pueden seleccionar en el sitio web paneles de carrocería tematizados, estaciones base, baterías, accesorios, robots domésticos nuevos, puentes de datos, etc., y hacer que los artículos se envíen a sus casas. El fabricante o revendedor que opera el sitio web puede pedir artículos tales como paneles de carrocería a granel en blanco, y a continuación aplicar diseños tematizados rápidamente y "justo a tiempo" después (o antes, cuando se aplica correctamente el análisis de predicción de ventas) de recibir un pedido de un usuario del robot doméstico.

Además, los elementos tematizados pueden ir acompañados por un CD-ROM, un disquete, un puente de datos del tipo "tarjeta de memoria" u otro medio de datos para transmitir el contenido temático apropiado correspondiente al robot doméstico tras la instalación del elemento temático solicitado. Alternativamente, el fabricante o revendedor de robots móviles puede omitir el envío de soportes de datos junto con los elementos físicos y, en su lugar, ofrecer la transmisión por Internet del contenido temático correspondiente (por ejemplo, por medio del puente de datos de red del robot inalámbrico), o hacerlo cuando se reciben pedidos de clientes de los que el fabricante o revendedor tiene un registro de haber comprado previamente el puente de datos de red 202, por ejemplo (o cuando los registros muestran que el cliente ya tiene la versión más actualizada del contenido temático apropiado). El fabricante o revendedor de robots móviles puede reducir los gastos de envío cuando se sabe que el cliente que realiza el pedido tiene la capacidad de actualizar el robot móvil 104 por medio del puente de datos de red 202, por ejemplo.

Además, gracias al sistema de pedidos en línea y al sitio web del fabricante o revendedor, se puede ofrecer a los clientes una variedad de combinaciones funcionales y temáticas para paneles de carrocería, sonidos y música, rutinas de "baile" y patrones de intermitencia de indicadores (y/u ofertas de uno sin cargo o de elemento único en un modo "combina y adapta", tal como un robot de paneles tematizados del lejano oeste con una rutina de "baile" de rock'n'roll y un tema de sonido de piano clásico, en un ejemplo no limitante). Por ejemplo, el panel de carrocería tematizado del lejano oeste 502a se vincula al contenido musical 'A' 510a; y el panel de carrocería tematizado del piano 502b se vincula al contenido musical 'B' 510b (que normalmente estaría relacionado con el piano). Además, se pueden contemplar recordatorios de sustitución de accesorios y de servicio ligados a la utilización; por ejemplo, recordatorios para reemplazar las baterías después de un determinado número de ciclos de recarga o de horas de utilización. El servicio en línea se puede configurar para presentar una pieza de recambio recomendada (para sustituir una pieza que se haya registrado como que ha acumulado suficientes ciclos o tiempo para estar desgastada de acuerdo con los datos cargados) o un material consumible tal como detergente, alimento para gatos, lubricante o

cualquier otro material similar (para aumentar el stock del material consumible registrado como que necesita reaprovisionamiento) en el carro de la compra en línea del usuario o en la cola de compra con un solo clic, como ejemplos no limitantes.

Otros aspectos de un sitio web de este tipo se pueden gestionar de manera convencional, permitiendo el pago con tarjeta de crédito o cheque en línea, etc. Como ventaja, los clientes pueden hacer pedidos de un robot doméstico personalizado con su elección del tema completo o un robot "combinado y adaptado" (por ejemplo, un león macho frente a un león hembra) personalizado a los propios gustos y estilos variados de los usuarios. Además, mediante la utilización de la impresión láser u otra modalidad de aplicación de imágenes digitales y/o escritura en los revestimientos de paneles de láminas de polímero descritas anteriormente, se puede ofrecer a los usuarios la opción de aplicar eslóganes, nombres o cualquier escritura y/o imágenes arbitrarias para ser impresas en sus robots domésticos, por ejemplo.

Un ejemplo adicional permite al usuario crear o grabar sus propios sonidos o contenido musical y transmitir este contenido personalizado a su robot doméstico. Para resolver problemas de licencia y duplicación no autorizada, el fabricante del robot doméstico puede emplear un esquema de protección de medios y/o software de autor, por ejemplo, tal que sólo funcionen correctamente las copias con licencia del software de autor y tal que sólo el contenido producido en una copia con licencia adecuada del software proporcionado por el fabricante se reproduzca correctamente en los robots domésticos de ese fabricante, por ejemplo. Como ejemplo no limitante, se pueden aplicar técnicas de cifrado de claves públicas en las que cada robot recibe una clave pública conocida por el usuario (tal como un número de serie, por ejemplo) y una clave privada conocida sólo por el fabricante. Por consiguiente, cuando un usuario de un robot doméstico compra una copia del software de contenidos de autor al fabricante, la copia que recibe el usuario del robot doméstico puede "marcar" su contenido de salida con la clave de encriptación tal que sólo el robot doméstico del usuario particular pueda reproducir el contenido de salida, como un ejemplo no limitante. Se pueden emplear otros esquemas de encriptación o protección para permitir una distribución más amplia o más limitada, según corresponda a las ventas y problemas de protección de licencias y derechos de autor.

Como un ejemplo adicional, se puede ofrecer a los usuarios un servicio de suscripción de contenidos en el que se ponen a disposición del usuario que adquiere la suscripción una serie de temas y/o contenidos audibles o de otro tipo por mes u otro período de tiempo. Como una ventaja, los usuarios pueden estar seguros de la integridad del contenido que descargan y se pueden abordar los problemas de derechos de autor.

Las FIG. 9A-C son diagramas de estado que muestran ejemplos de las máquinas de estado 900, 930 y 960 para el robot móvil 104, el dispositivo periférico del faro 102 y un dispositivo periférico de control remoto, respectivamente. El protocolo RPAN (red de área personal del robot) utilizado por el puente de datos de red 202, el robot móvil 104 y el dispositivo periférico 102 se puede utilizar de muchas maneras según lo definido por las aplicaciones.

La Fig. 9A muestra un diagrama de estados de alto nivel que sirve como una referencia para la siguiente descripción. El robot móvil 104 es un maestro RPAN responsable de varias tareas, tales como proporcionar una dirección única para aislar las comunicaciones con sus periféricos de otros sistemas RPAN, decidir qué canal de radio utilizar, operar en el canal común según sea necesario para informar sobre este canal operativo y transmitir una baliza que defina las ventanas de tiempo que los periféricos deben utilizar para comunicarse.

Cuando el robot móvil 104 conserva la energía en su estado inactivo 902 o se carga, la red RF está inactiva, lo que significa que no se transmite ninguna baliza. Mientras está en este estado 902, el robot móvil 104 se puede despertar vía RF ejecutando los siguientes pasos en un bucle constante.

1. Encender la radio en el canal de señalización común (CSC).
2. Enviar el mensaje de difusión "Activar invitación".
3. Escuchar el mensaje "Activar solicitud" durante un máximo de 30 milisegundos.
4. Recibir el mensaje "Activar solicitud" y salir del estado inactivo. O bien, apagar la radio y poner en reposo durante 970 milisegundos.

Por lo tanto, cada segundo el robot móvil 104 invita a los dispositivos periféricos, tales como el dispositivo periférico 102, a despertarlo. Un periférico que desee despertar al robot móvil 104 escuchará durante un segundo el mensaje "Activar invitación" y responderá rápidamente con el mensaje "Activar solicitud" el cual despierta al robot móvil 104.

Cuando el robot móvil 104 se ha despertado al estado de exploración activo 904, comprueba si su canal de radio sigue siendo válido. Si el robot duerme más de 10 minutos, se volverá a seleccionar el canal de radio. Este tiempo se elige para que exceda de forma segura cualesquiera temporizadores orientados a sesión. El primer paso para volver a seleccionar un canal es buscar activamente otros maestros RPAN y excluir sus canales del conjunto de canales aceptables.

Una exploración activa se realiza enviando dos mensajes "Ping" en el CSC a la dirección de difusión RPAN. El robot móvil 104 escucha durante 30 ms después de cada mensaje para la "respuesta Ping". Cada mensaje "Ping" se separa 360 ms.

Después de descartar los canales de radio a través de la exploración activa, el robot móvil 104 se mueve al estado de exploración de energía 906, los canales candidatos se exploran en busca de niveles de energía en orden de preferencia. En un canal dado, se obtienen 100 muestras de niveles de energía en unos 100 ms de tiempo. El primer canal que tenga un nivel promedio de energía por debajo de un umbral de aceptación se elige como nuevo canal operativo. En el improbable caso de que ningún canal cumpla estos criterios, se elige uno al azar.

Cuando el robot móvil 104 está funcionando en su red RF normalmente, entonces se encuentra en estado normal 908 y transmite una baliza cada 720 ms, lo que se denomina "período de balizamiento". En ese mensaje de baliza, se anuncia una ventana de tiempo después de la baliza que es válido para que los dispositivos se comuniquen. Este "período de competencia de acceso" se ajusta a 220 ms en el modo normal. Mientras no se encuentra en el período de competencia de acceso, el robot opera en el canal común para responder a los mensajes "Ping" con "respuestas Ping" que anuncian el canal de radio en el que está operando el robot.

Las motivaciones detrás de la baliza específica y los períodos de competencia de acceso elegidos son las siguientes: mantener el sobrecoste de seguimiento de la baliza bajo, mantener bajo el consumo de energía de la radio y permitir que los periféricos con relojes muy imprecisos encuentren robots de forma fiable. Este objetivo final se satisface definiendo una constante de tiempo más que es el "período de separación de ping". Si un periférico envía dos pings separados 360 ms, el tiempo real asumiendo que el reloj es más o menos 30% está entre 252 ms y 468 ms. En el lado inferior, los 252 ms son lo suficientemente altos de modo que no se produzcan ambos pings mientras el robot móvil 104 está en el canal operativo. En el lado alto, los 468 ms son más pequeños que los 500 ms que el robot móvil 104 está escuchando en el canal común, lo que garantiza que uno de ellos recibirá durante ese tiempo. Hay otras combinaciones de valores que funcionan. Además, con una mayor precisión de reloj, el ciclo de trabajo del período de competencia de acceso puede ser mayor. Estos valores se pueden volver a calcular para otros sistemas basándose en esas necesidades.

Los 500 ms cuando el robot móvil 104 está operando en el canal común representan un tiempo muerto que a veces puede ser inaceptable. Una de ellas es cuando el robot móvil 104 se conduce de forma remota. Otra es cuando los sensores del robot móvil 104 están siendo supervisados con fines de diagnóstico. Cuando se necesita el estado de baja latencia 910, un periférico puede enviar un mensaje "Solicitud de baja latencia" que contiene un byte que representa el número de segundos que se debe utilizar el modo de baja latencia. El tiempo de baja latencia se puede actualizar con mensajes posteriores. Además, el propio robot móvil 104 puede cambiar al modo de baja latencia.

La Fig. 9B muestra el diagrama de estados 930 que sirve como una referencia para la siguiente descripción. En esta sección se ilustran los flujos de mensajes entre el robot móvil 104 y el dispositivo periférico del faro 102. Un dispositivo periférico, tal como el dispositivo periférico del faro 102, puede ser un dispositivo esclavo sencillo.

El esclavo 102 comienza en un estado de bajo consumo de energía 932 designado como "Libre" en el diagrama de estados 930. En este estado 932, se despierta periódicamente e intenta unirse a una red de robots. Esto lo hace ajustando su canal al canal de señalización común (CSC es el 5° canal). A continuación, envía un mensaje de difusión para pedir a los robots que estén escuchando en este canal que respondan. La respuesta de un robot que escucha este mensaje anuncia una red con un ID en un canal apropiado (numeración en base cero). Este es el mismo proceso de exploración activo descrito anteriormente. El faro 102 obtendrá 0 o más respuestas en las dos ventanas de tiempo de 30 ms que escucha después de enviar las solicitudes. Si no se recibe ninguna, volverá a ponerse en reposo y realizará otra exploración activa en 4 segundos. Si se reciben una o más, elegirá unirse a la red de un robot móvil cuyo mensaje de respuesta se recibió con el mayor valor de intensidad de señal.

Si el faro 102 ha recibido alguna vez un mensaje de aceptación de unión de un robot, se utiliza el ID RPAN del robot en lugar de la dirección de difusión en el mensaje de ping. De esta manera, el faro 102 no desperdiciará energía para despertar a un robot que está en el alcance de RF pero del que no es su propietario, por ejemplo, el robot móvil del vecino.

Si el faro 102 se quiere unir a la red de un robot y no tiene una dirección asignada, el faro 102 seleccionará aleatoriamente una dirección MAC (marcada como "Blanda" en la cabecera MAC) para utilizarla temporalmente hasta que el robot le asigne una.

En el estado "Busqueda" 934, el faro 102 cambia de canales y escucha la baliza emitida periódicamente por el robot móvil 104. Debería detectar esto en unos segundos como mucho. Si esto no ocurre, un tiempo de espera (30 segundos) lo devolverá al estado "Libre" 932.

Si todo va bien y se encuentra la baliza, el faro 102 avanzará hasta el estado "Unión" 936. En el estado "Unión" 936 y siguientes estados, el faro 102 filtrará los paquetes de otros robots y supervisará su enlace a la red RPAN desde el seguimiento de la baliza de la capa MAC. Estos se muestran en el diagrama de estados como eventos "Enlace arriba" y "Enlace caído".

Al entrar en este estado 936, el robot enviará un mensaje de "solicitud de unión". Esto inicia un temporizador en el faro 102 que es aceptado en la red en 5 minutos. Si eso expira, el faro 102 volverá a "Libre" 932. (Este período de

tiempo de 5 minutos es conocido tanto por el robot 104 como por el faro 102, de modo que cada uno de ellos puede expirar su pendiente cada vez que el robot 104 reciba una solicitud de unión que cause una colisión de direcciones MAC blandas en su tabla, enviará un mensaje de rechazo de unión que no necesita ser reconocido y la entrada no irá a la tabla. El faro 102 (y quizás el otro faro con la dirección MAC que colisiona) seguirá el evento error de unión en el diagrama de estados, lo que resultará en la regeneración de una dirección MAC y en intentar la unión de nuevo.

Cuando el robot 104 recibe un mensaje de solicitud de unión y quiere retrasar la unión hasta que se realice otro apretón de manos como en el caso de los faros, envía un mensaje de unión pendiente. Se necesita un mensaje de unión pendiente si no se envía una aceptación o un rechazo en un plazo de 3500 ms.

Mientras la aceptación está pendiente, el faro 102 transmitirá un código de 4 bits en el haz de confinamiento (11) que indica que no se ha unido al robot. Cuando el robot 104 se encuentra con un haz de código 11, se detiene y mira su lista de faros que solicitan uniones. Para cada entrada, emite una orden para guiñar el código a 12. Si esa orden no se reconoce o no se ve el cambio de haz, el faro 102 no está a su alcance y el robot 104 pasa a la siguiente entrada en la lista. Si el robot 104 consigue ver el haz, envía un mensaje de aceptación de unión que pone el faro 102 en estado Activo 938 donde obedece las órdenes del haz solicitadas por el maestro. El mensaje de órdenes del haz contiene el estado de los haces, así como el código de 4 bits que debe estar en el haz.

Mientras un faro está en el estado de unión 936, probablemente perderá contacto con el robot 104 cuando se mueva por una habitación y por toda la casa. La pérdida de la baliza durante más de 2 minutos devuelve el faro 102 al estado "Libre" 932, donde los haces están apagados y se está ahorrando energía. Cuando el robot 104 vuelve a estar dentro del alcance, se omite el procedimiento de unión, ya que la dirección asignada sigue siendo válida.

Después de que el faro 102 se haya unido al robot 104, probablemente perderá contacto con el robot 104 cuando se mueva por una habitación y por toda la casa. Un estado "Recuperar deambular" se diseña de modo que el proceso de unión no tenga que repetirse después de cada una de estas pérdidas de comunicación esperadas. En el diagrama de estados se muestra un tiempo de espera bruto de 90 minutos, lo que devuelve al faro a un estado en el que es necesario volver a unirlo. La dirección MAC asignada se considera ahora expirada.

El proceso de unión se diseña para evitar la necesidad de asignar direcciones MAC estáticas a dispositivos sencillos, de los cuales puede haber varios hablando con un robot a la vez. La asignación de direcciones por parte del robot 104 puede equivaler simplemente a un ciclo a través de una lista de direcciones válidas. Si las direcciones MAC asignadas tienen que expirar algún tiempo después de la unión, se reduce considerablemente la posibilidad de que el usuario pueda causar un error de configuración.

Por ejemplo, si hubiera un procedimiento que el usuario necesitara seguir para asignar direcciones MAC al faro 102 (por ejemplo, instalar las baterías, colocarse delante del robot y pulsar la secuencia de botones en el robot), podría hacer esto con éxito para las dos incluidas en el paquete inicial. Si el robot alguna vez olvidó la última asignada debido a una actualización de código o a un problema de software, podría asignar una dirección conflictiva en el futuro si el usuario compró una adicional más tarde. O bien, si el usuario reemplaza el robot 104 y a continuación lo utiliza para configurar un nuevo faro, es muy posible un conflicto. Hacer que las direcciones MAC del faro expiren tiende a subsanar todos dichos problemas. Un inconveniente de que expiren las direcciones es que se olvidan los recuerdos de que faros encontró el robot 104 mientras limpiaba. Estos recuerdos son potencialmente útiles para que el robot limpie diferentes salas en diferentes días. En cualquier caso, la edad de una dirección MAC se especifica en el mensaje "acepto unión", lo que da al robot 104 (y, por tanto, a las futuras revisiones de software del robot 104) la libertad de tomar dichas decisiones.

La Fig. 9C muestra el diagrama de estados 960 del control remoto. El control remoto se utiliza para conducir el robot 104 alrededor de los programas de su programación. El control remoto tiene una dirección de grupo y no requiere una dirección numérica.

A partir del estado de ahorro de energía 962, la pulsación de un botón activa el estado de búsqueda 934 y la búsqueda de robots en el canal común. La búsqueda se realiza con un valor de potencia muy bajo si el ID RPAN almacenado en la memoria no volátil está en blanco. De lo contrario, se utiliza toda la potencia. De esta manera, un robot que se encuentre muy cerca responderá a un control remoto no emparejado. La búsqueda se puede describir mediante el siguiente bucle que se ejecuta de forma continua hasta que se encuentra un robot o hasta que el control remoto se vuelve a poner a sí mismo en reposo debido a la inactividad.

1. Operar la radio en el CSC respondiendo a los mensajes de Activar invitación (1 segundo).
2. Realizar 1 exploración activa (360 milisegundos).

Si la exploración activa recoge respuestas, el control remoto pasa al estado de unión 936 y se selecciona el robot con la intensidad de señal más alta. El control remoto cambia al canal de los robots y se enlaza mediante el seguimiento de la baliza. A continuación, se envía un mensaje de ping a sí mismo. Si obtiene una respuesta, entonces significa que otro control remoto está utilizando la dirección del grupo. Si no se recibe ninguna respuesta, el control remoto se encuentra en estado activo 938 y puede controlar el robot 104.

Si el control remoto se comunica correctamente con el robot 104 en el canal operativo, ese ID RPAN del robot se programa en la memoria no volátil del control remoto. El control remoto se comunica con el robot 104 mientras esté despierto y se hayan pulsado los botones recientemente (60 segundos). Si la baliza se pierde durante más de 10 segundos, que es como está configurado Enlace Caído en el control remoto, se intenta encontrar un robot de nuevo.

- 5 Un control remoto emparejado se puede desemparejar instalando las pilas con el botón izquierdo de conducción pulsado y manteniéndolo pulsado durante tres segundos. A continuación, se empareja como parte del algoritmo de descubrimiento del robot descrito anteriormente.

La conducción remota del robot 104 y la operación de su interfaz de usuario se logra enviando los estados de los botones al robot 104 y recibiendo los estados de los LED desde el robot 104. Éstos se actualizan cuando cambian, así como en un intervalo de refresco. De esta manera, el control remoto se puede considerar como un terminal tonto.

10 A continuación, se describe el diseño del sistema de comunicaciones RF para un sistema de robots, tal como los sistemas de robots 100 y 200. El sistema de comunicaciones realiza las siguientes acciones: despertar la RF para faros y robots, órdenes de control remoto y de control de los haces de faros, baja potencia consume una baja cantidad de energía, ocupa una pequeña huella de RAM/ROM, descarga de código y sonido, coexiste con interferencias comunes encontradas en dichos entornos, coexiste con otros sistemas de robots en proximidad según será común en los laboratorios de desarrollo de robots móviles 104 y en algunos entornos domésticos, proporciona un camino de crecimiento sencillo en cada capa de la jerarquía de red.

La pila de comunicaciones RF a utilizar en los sistemas de robots 100 y 200 se describe con un enfoque orientado a las capas, comenzando por la más baja y terminando por la más alta. El enfoque se basa en el Modelo de Referencia de Interconexión de Sistemas Abiertos (OSI) de siete capas.

La capa física utiliza el módem de espectro ensanchado de secuencia directa (DSSS) de 2,4 GHz según se especifica en IEEE 802.15.4. La capa física soporta las siguientes funciones: 16 canales disponibles; detección de energía (ED) proporcionada bajo demanda; evaluación de canal despejado (CCA) utilizando energía, sentido de portadora o ambos; e indicación de calidad de enlace (LQI) proporcionada con recepción de paquetes.

25 La capa MAC proporciona la capacidad para que un dispositivo transmita mensajes de difusión y unidifusión a otros dispositivos dentro del alcance de radio. Esto no impide que en el futuro se pueda soportar cualquier topología. Sin embargo, las capas por encima de esta capa MAC impondrán restricciones. La capa MAC soporta las siguientes funciones: un solo maestro y varios esclavos, el maestro envía una baliza que contiene el período de la baliza y el período activo, lo que permite que un dispositivo esclavo rastree la baliza sabiendo cuándo escuchar y cuándo ahorrar energía, el esclavo rastrea la baliza para establecer el estado del enlace, el maestro puede ser informado por capas superiores para que escuche en el canal de establecimiento de la red durante los períodos de inactividad de la baliza, un Identificador de red de área personal del robot de 16 bits (ID RPAN) permite a los dispositivos filtrar paquetes que no se encuentren en la red del robot de interés cuando se comparte el canal, el identificador de grupo en las direcciones incluye permitir la difusión a tipos específicos de dispositivos y evitar la necesidad de direcciones MAC únicas para muchos tipos de periféricos, el algoritmo de evitación de colisiones utilizando CCA y backoff aleatorio y la fiabilidad a través de las solicitudes de confirmación y el reintento automático.

El incluir el reconocimiento en la capa MAC se hizo para el IEEE 802.15.4. Esto puede hacer que la capa MAC esté a la altura de los medios cableados, tal como la Ethernet half duplex, en la que se puede utilizar la detección de colisiones para dar al remitente un alto nivel de confianza de que el paquete llegó al destino. Los esquemas de reconocimiento de la capa de red se pueden necesitar cuando los puentes y enrutadores entre el remitente y el receptor tienen el potencial de dejar caer paquetes debido a las restricciones de recursos. Se puede hacer un reconocimiento tanto de la capa MAC como de la capa de red para adaptarse a las necesidades de esta red.

45 El reconocimiento de la capa MAC es sensible al tiempo ya que no hay información de direccionamiento contenida en el paquete. Si el reconocimiento se envía muy rápidamente, es poco probable que colisione con un nuevo paquete de datos o que se confunda con el reconocimiento del nuevo paquete de datos. El número de secuencia reduce las posibilidades de procesar un ACK incorrecto.

Un reconocimiento en la capa de red no es tan sensible al tiempo ya que el paquete contiene información de direccionamiento. Sin embargo, se pierde más tiempo enviando esta información extra y la latencia es peor a medida que la información se pasa entre capas. Se necesita posiblemente más información de estado para recordar qué paquetes no han sido reconocidos a menos que se utilice el bloqueo de la cabecera de línea.

50 No es deseable evitar el procesamiento en tiempo crítico de los paquetes, pero puede haber situaciones en las que se utilice. Si otro robot o un dispositivo IEEE 802.15.4 está operando en el mismo canal, es posible que el receptor pueda tener que analizar y descartar rápidamente un paquete válido no destinado a él. En la medida en que se retrase, corre el riesgo de no escuchar cuando se reciba un paquete destinado a él. Después de tener esto en cuenta, puede ser apropiado incluir la función ACK y de reintento en la capa MAC y tomar medidas para mitigar las restricciones impuestas en tiempo real.

Una vez más, se puede hacer funcionar un esquema de reconocimiento implementado en las capas MAC o de red. Si la capa MAC resulta problemática, debido a cualquiera de los problemas expresados anteriormente, el esquema de reconocimiento se puede implementar en la capa de red.

5 La capa de red es responsable de establecer la membresía en una red. El papel de un dispositivo maestro y de un dispositivo esclavo es diferente en esta capa. La capa de red admite las siguientes funciones de esclavo: detección de redes mediante exploración activa de baja potencia en canal común, puede emitir solicitudes para unirse a una red utilizando una dirección MAC aleatoria temporal y puede participar en una red sin ninguna transacción de unión si se conoce la dirección MAC. La capa de red soporta las siguientes funciones de maestro: selección de canal cuando se inicia la red basada en el mejor canal disponible y gestión de las solicitudes de unión enviadas en el canal común, incluyendo la asignación de direcciones MAC a los esclavos que utilicen direcciones temporales.

10 Los 16 canales disponibles se describen de una forma con base cero (0-15). El canal 4 no recibe interferencias 802.11b en EE.UU. o Europa. Dado esto, se elige como el canal de señalización común utilizado para los procedimientos de unión de red.

15 La capa MAC definida se basa en IEEE 802.15.4. Algunos conceptos prestados incluyen el algoritmo CSMA-CD, la función de fiabilidad y el concepto de baliza hasta determinado punto. Las funciones de coordinación PAN se sustituyen con un método más orientado a las necesidades más limitadas de las capas superiores.

20 La capa MAC se basa en la presencia de un maestro que genera balizas que definen un período de comunicaciones activas durante el cual cualquier dispositivo puede hablar con un dispositivo. Los dispositivos esclavos rastrean esta baliza para determinar si el robot está presente y cuándo puede ahorrar energía. El robot móvil 104 es el dispositivo maestro y es responsable de la transmisión de la baliza y de la gestión de los dispositivos esclavos. Los dispositivos esclavos rastrean la baliza del maestro para que sepan cuándo deben escuchar la siguiente baliza, cuándo pueden comunicarse con otros dispositivos y cuándo deben apagar sus módems de RF para ahorrar energía.

25 La cabecera de la capa MAC incluye un campo diseñado para entrar en conflicto con el campo de tipo de trama IEEE 802.15.4, de modo que un dispositivo MAC de este tipo debería rechazarlo como un tipo de trama no válido, y se diseña por otra parte para permitir que varios RPAN compartan un único canal. El campo ID RPAN se encuentra en una ubicación fija en el paquete, por lo que un receptor puede filtrar en un RPAN en particular de forma muy parecida a una LAN virtual (VLAN) en Ethernet.

30 Las balizas se transmiten por un maestro a intervalos periódicos. Una razón es para introducir información sobre cuándo los dispositivos esclavos deben esperar intercambiar mensajes con el maestro. Este control de ciclo de trabajo permite determinado nivel de ahorro de energía incluso durante los modos de operación activos. La segunda razón para transmitir balizas es para proporcionar un estado constante de la proximidad del robot. El objetivo es descargar al software de la capa de aplicación de esta tarea.

35 Una baliza se envía periódicamente según lo especificado por el Período de Baliza que se especifica en la propia baliza. Así, un esclavo que recibe una baliza sabe cuándo esperar la próxima. También se especifica un Período de Acceso en la baliza. Esto dicta el período de tiempo durante el cual el maestro estará activo en el canal. Los esclavos deben prestar atención durante este tiempo y pueden apagar sus receptores en otros momentos. El número de secuencia en la baliza permite al esclavo detectar una o más balizas perdidas.

40 Cuando un maestro especifica un pequeño período activo en relación con el período de la baliza, le da la oportunidad de pasar el tiempo ocioso escuchando en el CSC para admitir nuevos periféricos en la red. Dado esto, los períodos de baliza se pueden fijar de una manera relacionada con el período que los periféricos utilizan para despertarse y tratar de unirse a una red.

45 El período típico de baliza puede ser del orden de un segundo. La fluctuación del retardo del mensaje de baliza es relativamente alta considerando la naturaleza aleatoria del algoritmo de backoff. Además, los esclavos no deben soportar la carga de tener que gestionar eventos con un alto nivel de precisión temporal. Sujeto a los requisitos de reloj descritos más adelante, el esclavo debe definir una "ventana de baliza" que es un período de tiempo centrado en la próxima vez que se espera que se reciba una baliza. El esclavo debe escuchar la baliza durante esta ventana. La ventana termina cuando se recibe la baliza esperada, idealmente. Si no se recibe ninguna baliza, la ventana finaliza, pero el esclavo opera durante el período de acceso como si hubiera recibido una. Cuando se pierde una baliza de esta manera, la ventana se alarga para la siguiente baliza, ya que se añaden imprecisiones de reloj. Una vez que se han perdido demasiadas balizas, se declara una pérdida de balizas y el esclavo sólo escucha constantemente hasta que la readquiere. La pérdida de la condición de baliza es análoga en el mundo Ethernet a la pérdida de enlace. El maestro transmite balizas con una precisión de tiempo inferior al 0,1%.

50 El motor MAC se basa en una comprobación del proceso de 250 microsegundos para simplificar la gestión de los temporizadores de estado y evitar la espera de ocupado. Debe ser un objetivo de diseño de la implementación asegurar que el procesamiento en una sola comprobación nunca exceda los 125 microsegundos para dejar suficiente disponibilidad de procesador para otras tareas más críticas. En 250 microsegundos, se pueden transmitir 7,8 caracteres a una velocidad de transmisión fija de 250 kbps. Incluyendo el preámbulo y la cabecera PHY, el

paquete más pequeño posible tiene 8 caracteres de longitud. Esto significa que dos funciones CCA realizadas en comprobaciones consecutivas detectarán casi con toda seguridad un ACK en vuelo.

5 El algoritmo de evitación de colisión se invoca siempre que haya un paquete listo para transmitir. El transmisor retrasará un número aleatorio de períodos de backoff antes de ejecutar la función CCA. En la comprobación en la que se ha completado la función CCA, el transmisor comenzará a enviar si la CCA regresa diciendo que el canal está despejado.

10 El tiempo muerto entre el final de la recepción de un paquete y el inicio de un ACK es de entre una y dos comprobaciones. Por lo tanto, una función CCA que hace todo lo posible para evitar dar pasos en el ACK es aquella que realiza dos mediciones CCA separadas una distancia de una comprobación y que declara el canal despejado si ambas pasan. El período de backoff se diseña para ser más largo que el tiempo de transmisión de un paquete pequeño como un ACK, por lo que se eligen dos comprobaciones.

15 Si se recibe una trama de datos con reconocimiento solicitado con una dirección de destino coincidente, el receptor se prepara para enviar un paquete de reconocimiento siempre que pueda pasar el búfer a lo largo de la aplicación. El receptor espera una comprobación para dar al remitente tiempo para cambiar su transceptor al modo de recepción, a continuación, transmite un reconocimiento que son los primeros 2 bytes de la cabecera MAC que se hizo eco con el tipo de trama cambiado a un valor ACK. El remitente que espera un ACK esperará hasta cinco comprobaciones (1,25 ms) para recibir la respuesta antes de volver a intentar la transmisión. Se realizan hasta tres reintentos. Si se solicita un reconocimiento, el remitente debe posponer el envío del paquete si no queda tiempo suficiente en el período activo actual para que el receptor envíe el reconocimiento.

20 Las cargas útiles de datos en esta red comienzan con la cabecera de transporte, que consiste en un byte que especifica el punto de acceso al servicio (SAP). Este multiplexa diferentes tipos de servicios en la misma dirección de dispositivo. Anteriormente, esto se había logrado utilizando los "opcodes".

25 El control del dispositivo, la solicitud del estado del dispositivo y el estado del dispositivo SAP se relacionan en que los mensajes de carga útil utilizan los mismos puntos de código sobre una base por dispositivo. Es decir que, los dispositivos tendrán un conjunto publicado de elementos de control e información de estado que consistirá en un código de elemento seguido de un número conocido de bytes de carga útil del elemento. Si se puede controlar a través de RF, el control del dispositivo SAP se utiliza para establecer valores. Los elementos que se pueden controlar y observar se pueden consultar con una solicitud del estado del dispositivo. El estado real se suministra utilizando el estado del dispositivo SAP, ya sea solicitado, es decir, solicitado a través de la solicitud del estado del dispositivo SAP, o ya sea no solicitado, es decir, enviado de forma espontánea. Las alarmas y otras indicaciones se pueden suministrar de esta manera.

30 La razón para utilizar múltiples códigos SAP para esta funcionalidad relacionada es que puede representar una parte importante del tráfico total de RF. Dado esto, cuanto más pequeños puedan ser los paquetes, más fiable será la transmisión. Por lo tanto, para los mensajes de control y estado críticos, tener una cabecera de dos bytes < Dispositivo_SAP>< Control_Cmd> o < Dispositivo _SAP>< Estado_Cmd> mantiene las cabeceras PHY y MAC lo más pequeñas posible.

REIVINDICACIONES

1. Un sistema de robots que incluye:
 - un robot móvil de limpieza con aspiración, de fregado de suelos o de corte de césped (104);
 - un sistema de comunicación inalámbrico (202, 204) para comunicarse con el robot móvil, en donde el sistema de comunicación inalámbrico incluye una unidad de interfaz de red configurada para comunicarse con capacidad de comunicación con una primera red y para transmitir datos al robot de forma inalámbrica;
 - un servidor (702) configurado para comunicarse con la unidad de interfaz de red por medio de la primera red, en donde la unidad de interfaz de red se configura para convertir los datos de un protocolo inalámbrico a un protocolo de red utilizado por la primera red;
 - en donde el robot se configura para transmitir datos de forma inalámbrica a la unidad de interfaz de red que transmite los datos al servidor; y
 - en donde el servidor se configura para producir información de utilización y/o comportamiento del robot basada en los datos transmitidos al servidor;
 - en donde el sistema de comunicación inalámbrico proporciona además una función de adaptación o actualización inalámbrica del robot basada en la información de utilización y/o comportamiento del robot producida por el servidor,
 - en donde la adaptación o actualización inalámbrica incluye la modificación del desempeño del robot por los efectos aprendidos de un hogar real del cliente.
2. El sistema de robots de la reivindicación 1, que además comprende:
 - un terminal de usuario configurado para comunicarse con capacidad de comunicación con la primera red y para controlar al menos una función del robot.
3. El sistema de robots de la reivindicación 2, en donde el terminal de usuario transmite una orden correspondiente a al menos una función del robot a la unidad de interfaz de red por medio de la primera red, en donde la unidad de interfaz de red transmite de forma inalámbrica la orden al robot.
4. El sistema de robots de la reivindicación 3, en donde la interacción del usuario se realiza a través de la interfaz de usuario, lo que permite recopilar datos de utilización adicionales.
5. El sistema de robots de cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde el servidor une entre sí varios sistemas de robots, que son funcionalmente independientes, a través de un servidor de recogida de información de datos de registro.
6. El sistema de robots de cualquiera de las reivindicaciones anteriores que comprende además contenido audible almacenado en el servidor;
 - en donde el servidor se configura para transmitir el contenido audible a la unidad de interfaz de red, que se configura para transmitir de forma inalámbrica el contenido audible al robot móvil.
7. El sistema de robots de la reivindicación 1, en donde se implementan cambios en el comportamiento del robot basados en la supervisión y el análisis de los datos transmitidos al servidor.
8. El sistema de robots de la reivindicación 7, en donde el comportamiento del robot se modifica en respuesta a que repetidamente no se consigue hacerlo volver a una estación de carga antes de que una batería del robot se agote.
9. El sistema de robots de cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde el robot móvil comprende comportamientos que están parametrizados.
10. El sistema de robots de la reivindicación 9, en donde los comportamientos se pueden modificar, desactivar o activar en base del análisis de utilización y/o de la información de detección.

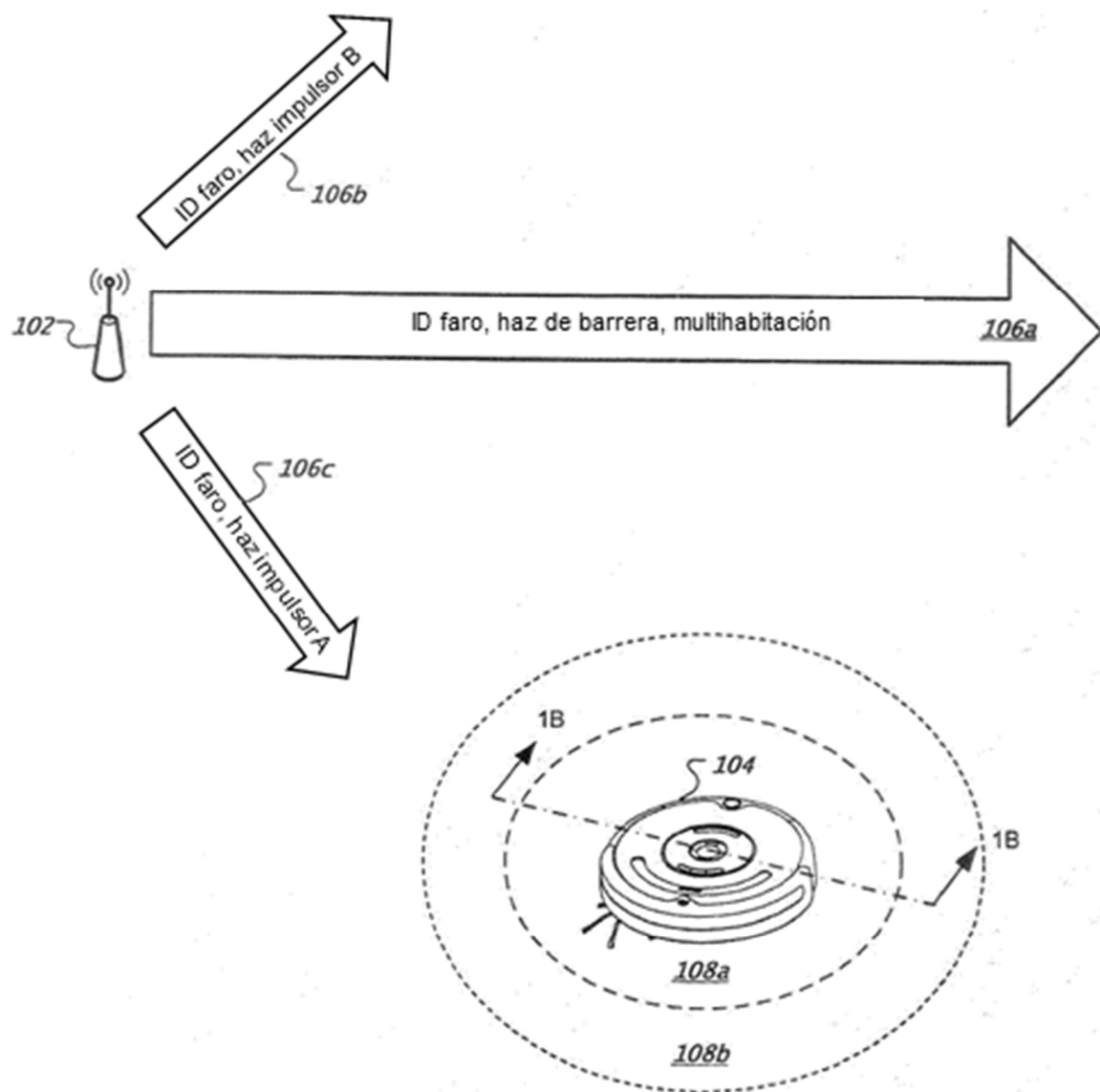


FIG. 1A

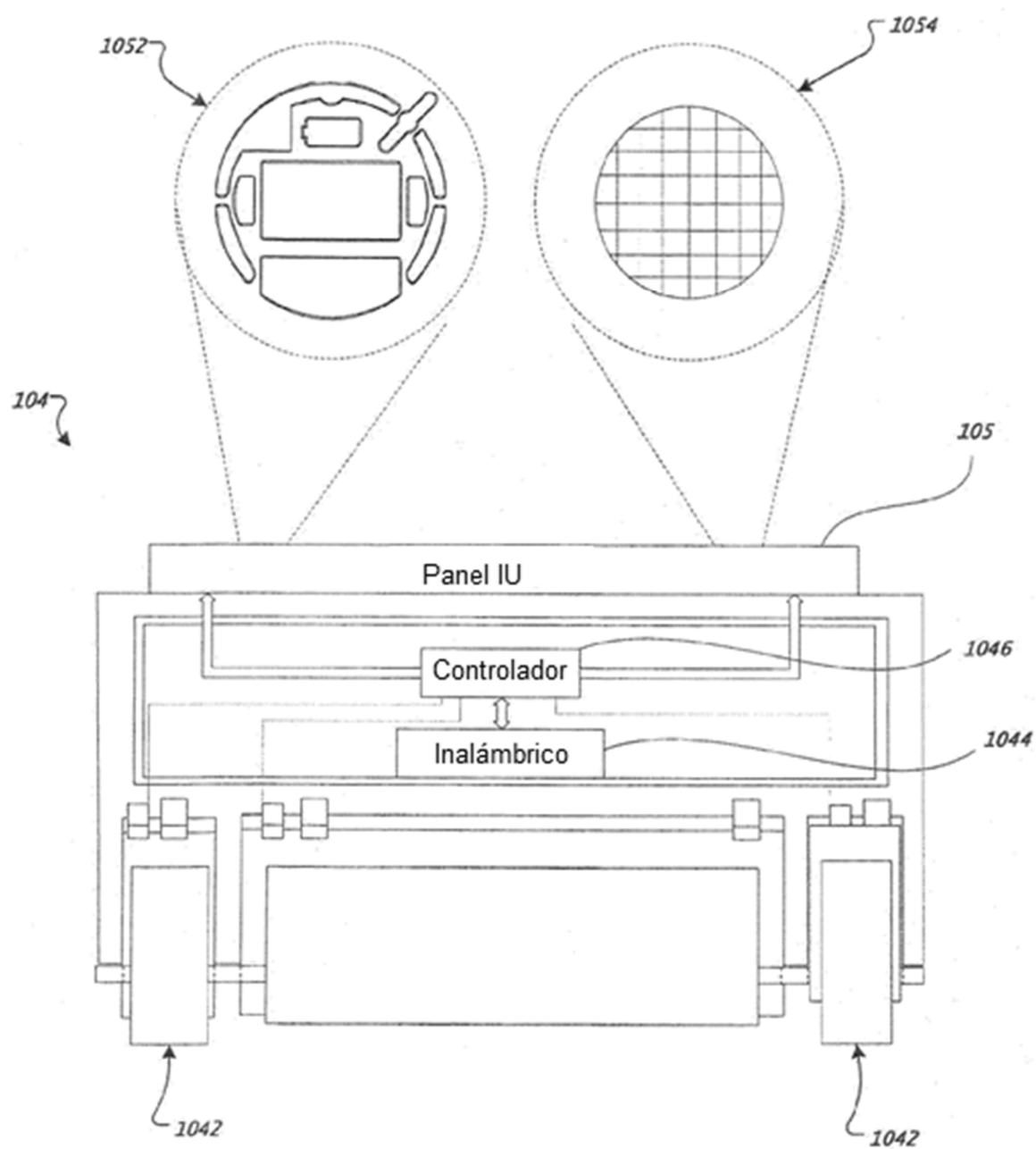


FIG. 1B

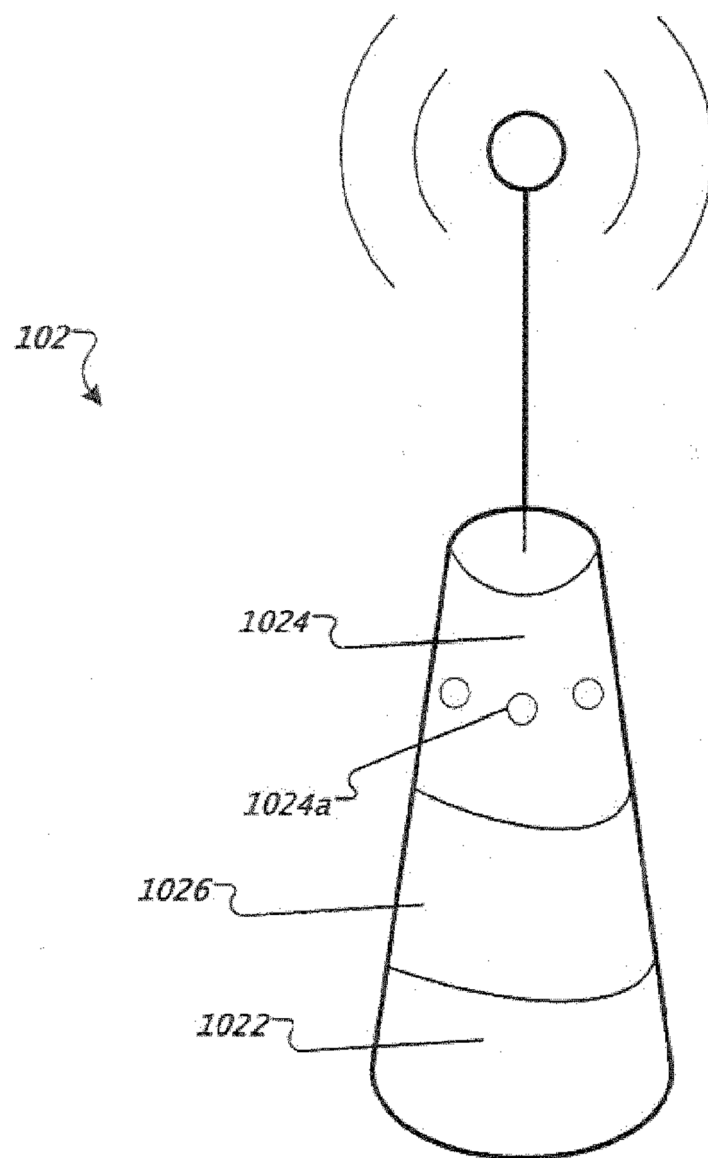


FIG. 1C

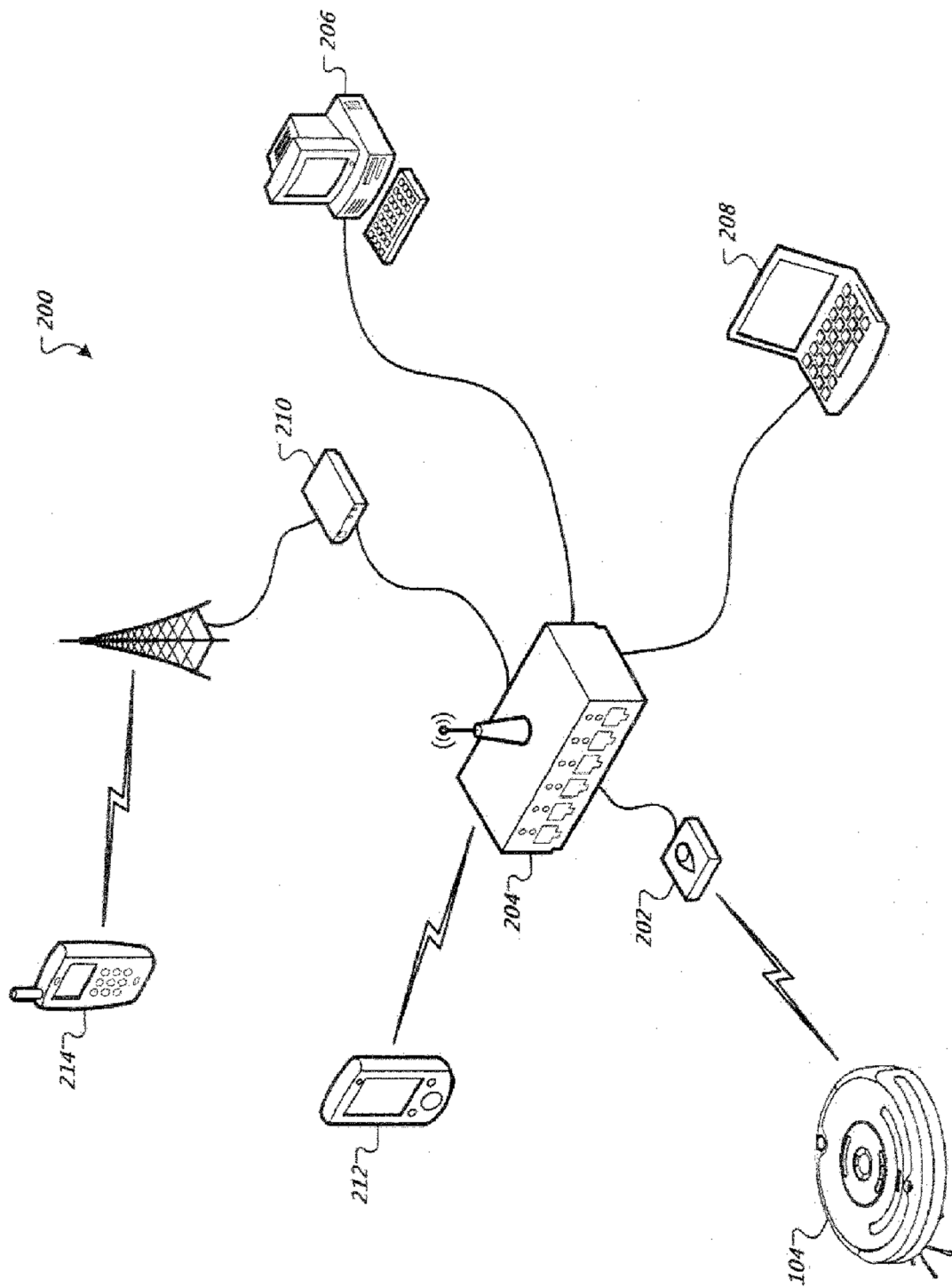


FIG. 2

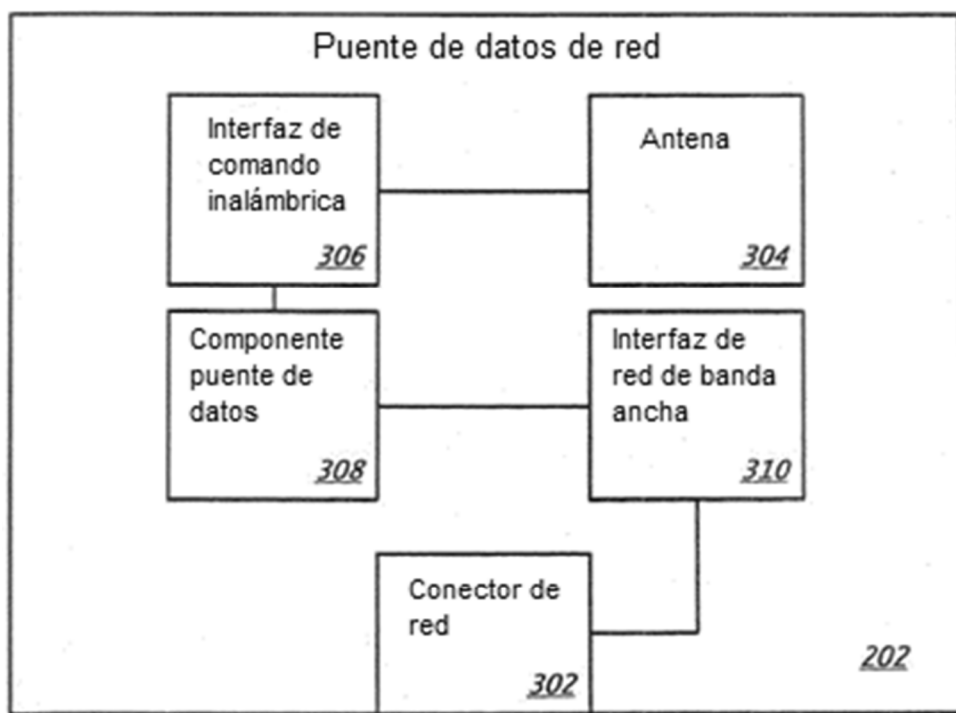


FIG. 3

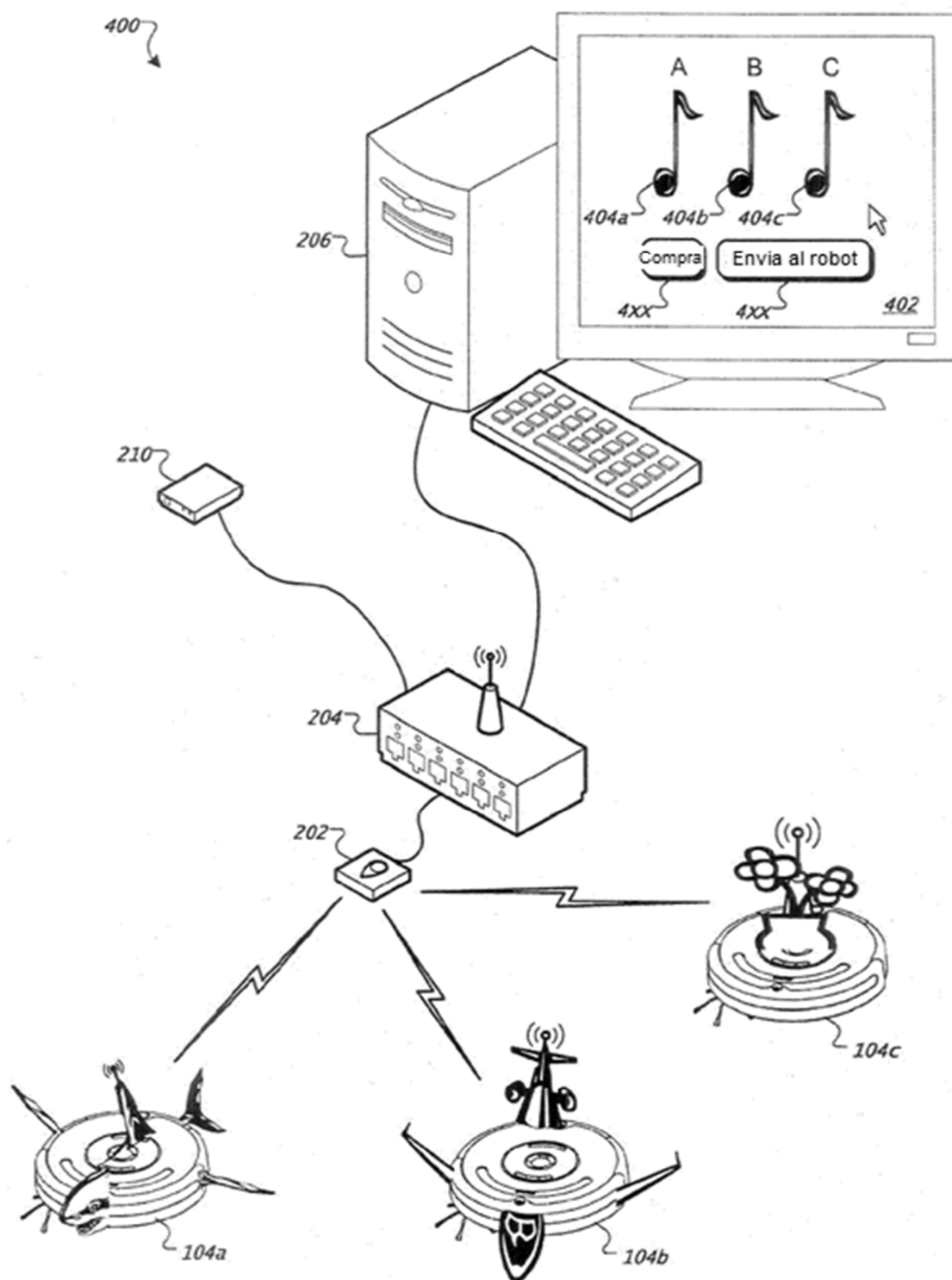


FIG. 4

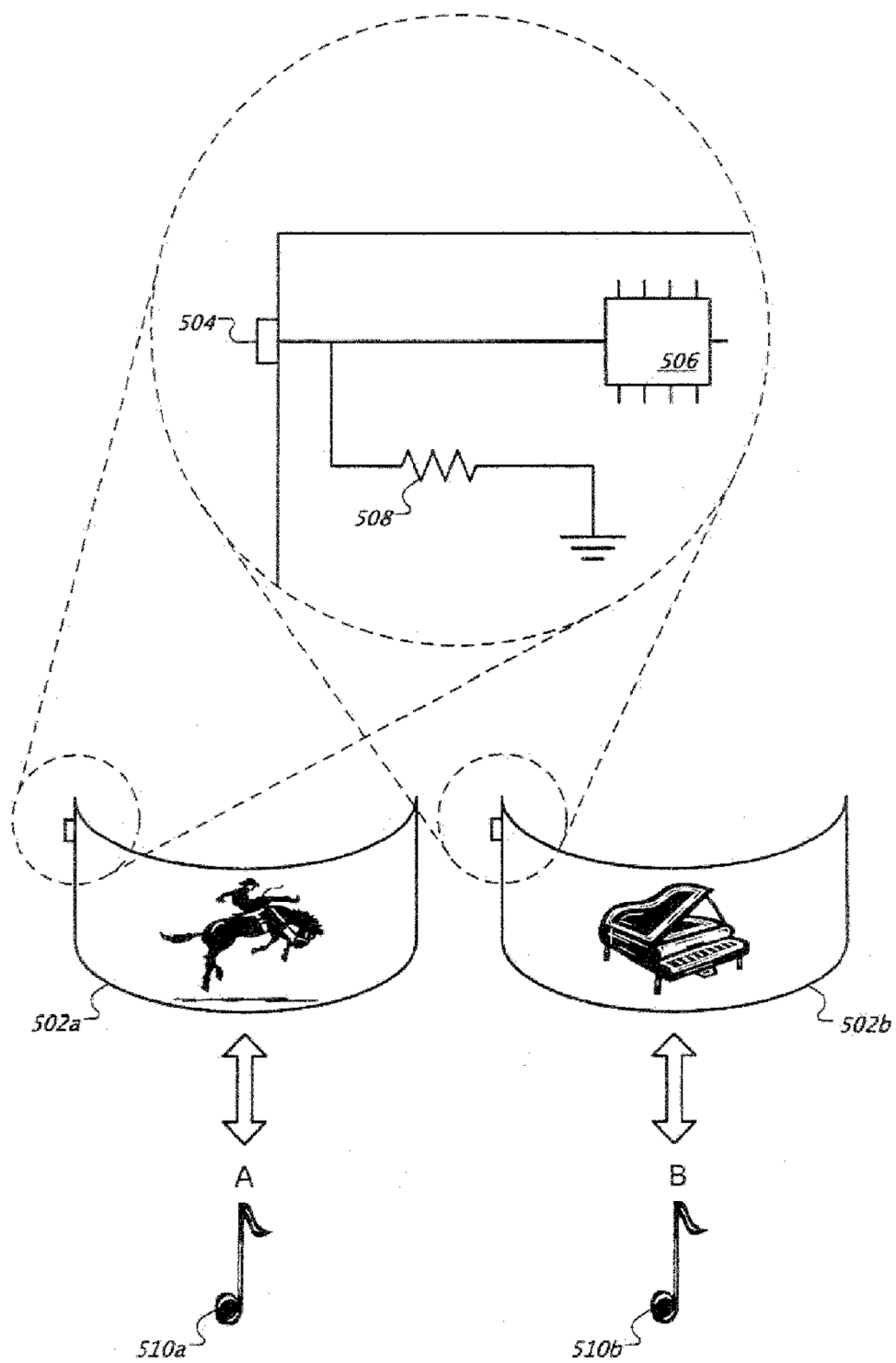


FIG. 5

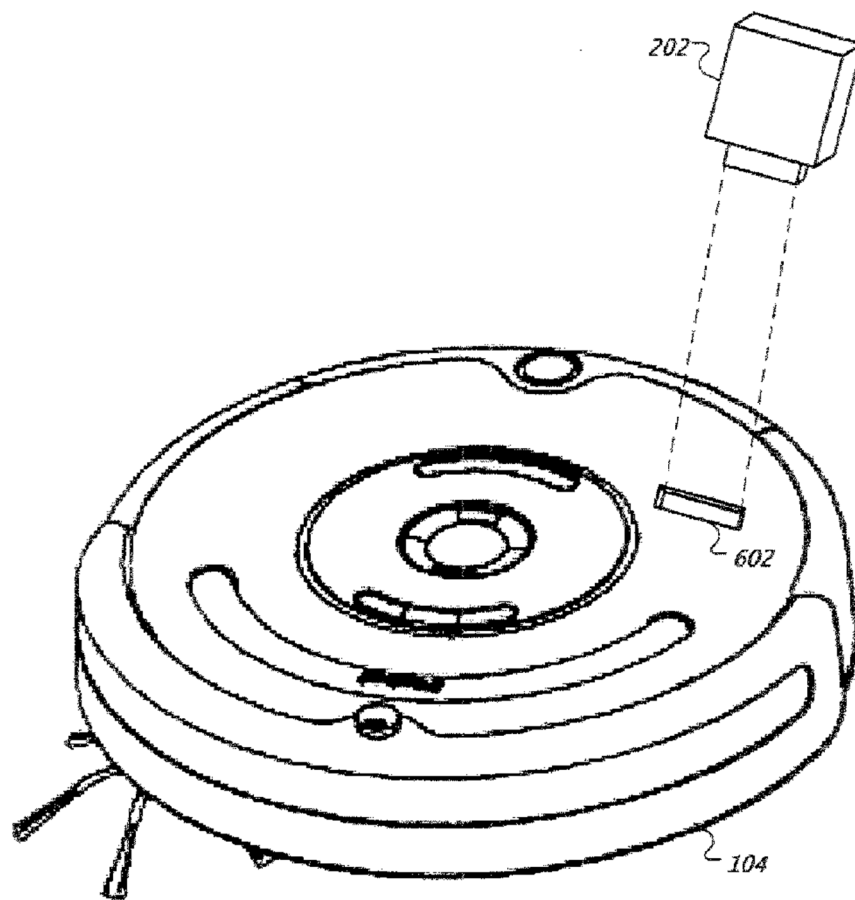


FIG. 6A

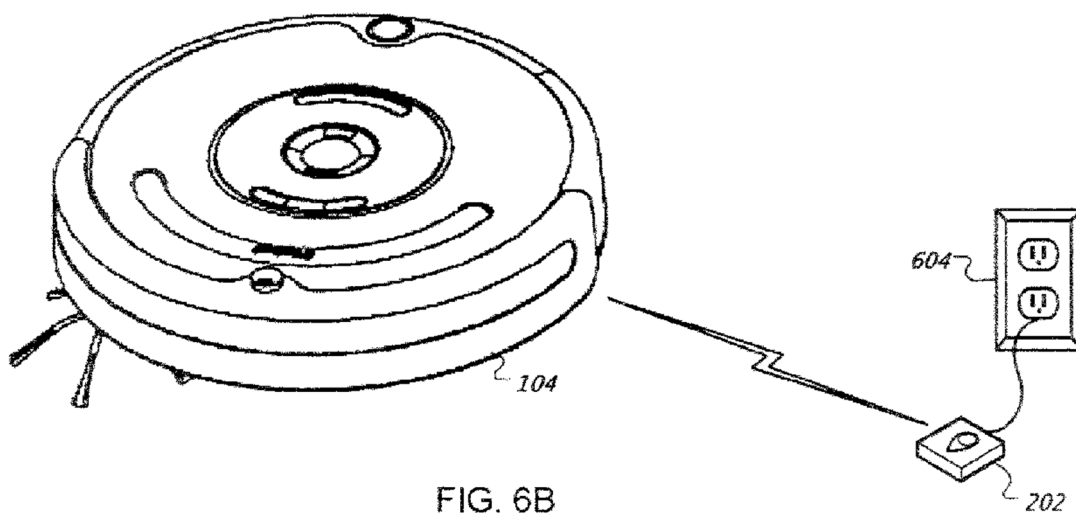


FIG. 6B

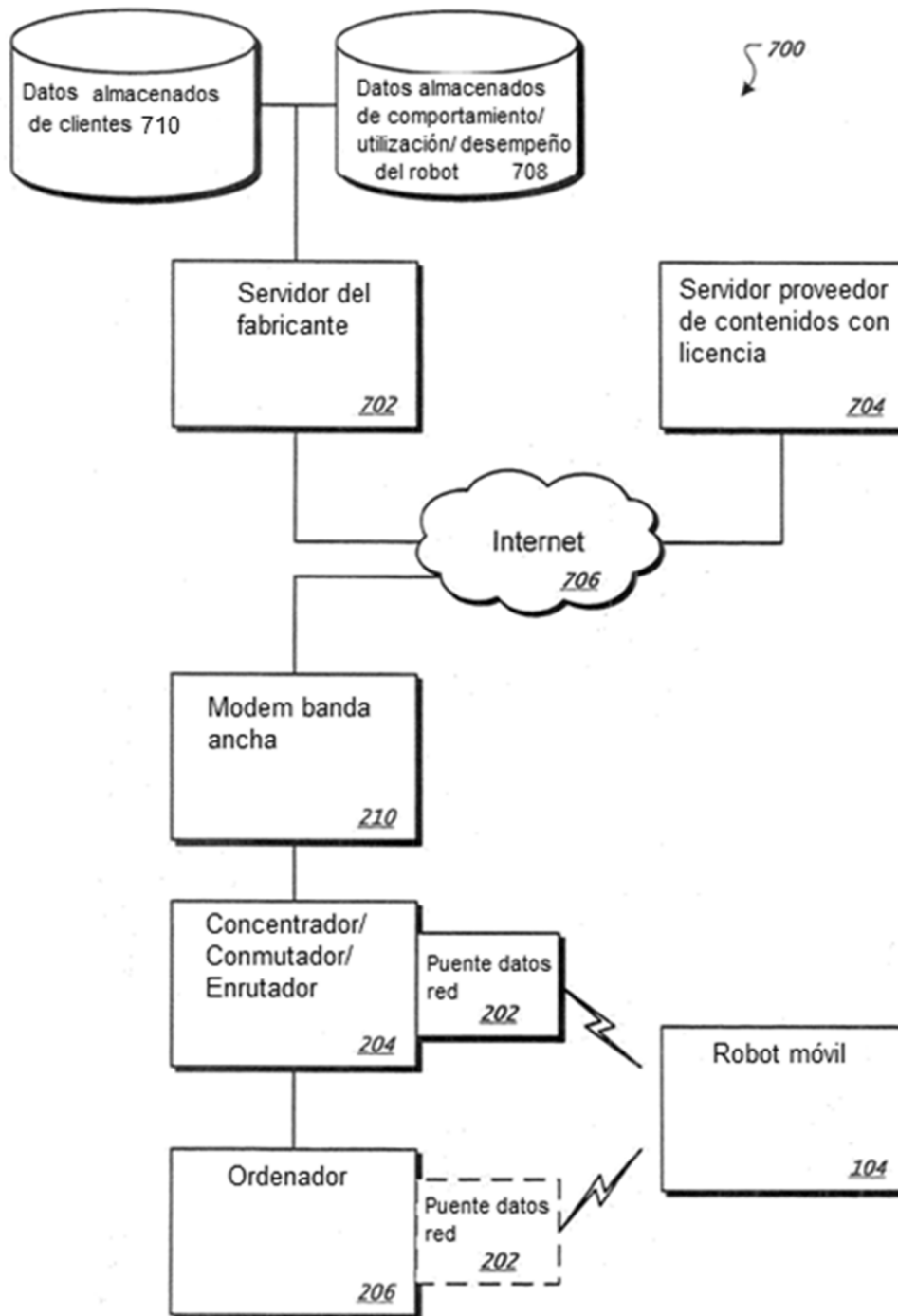
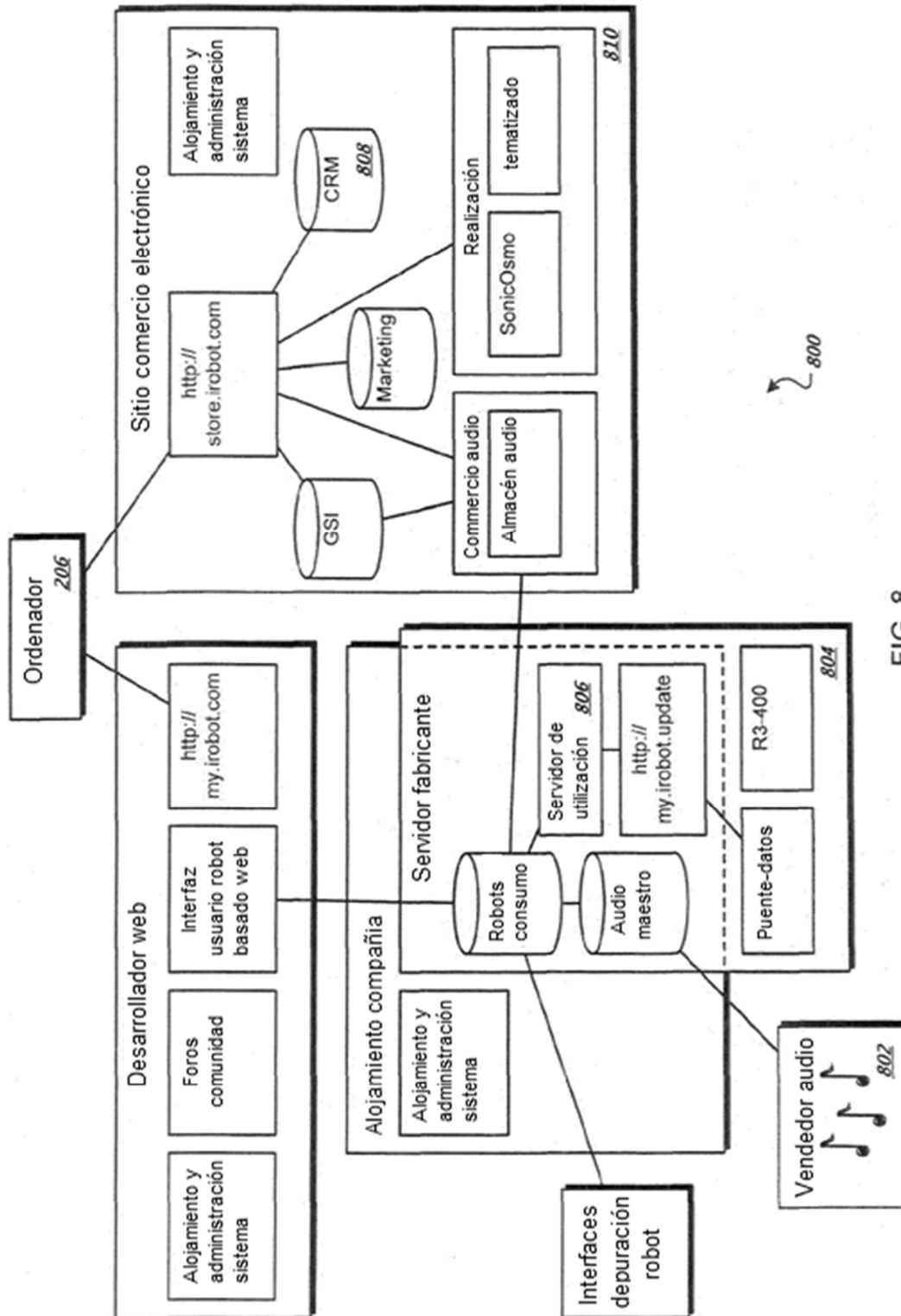


FIG. 7



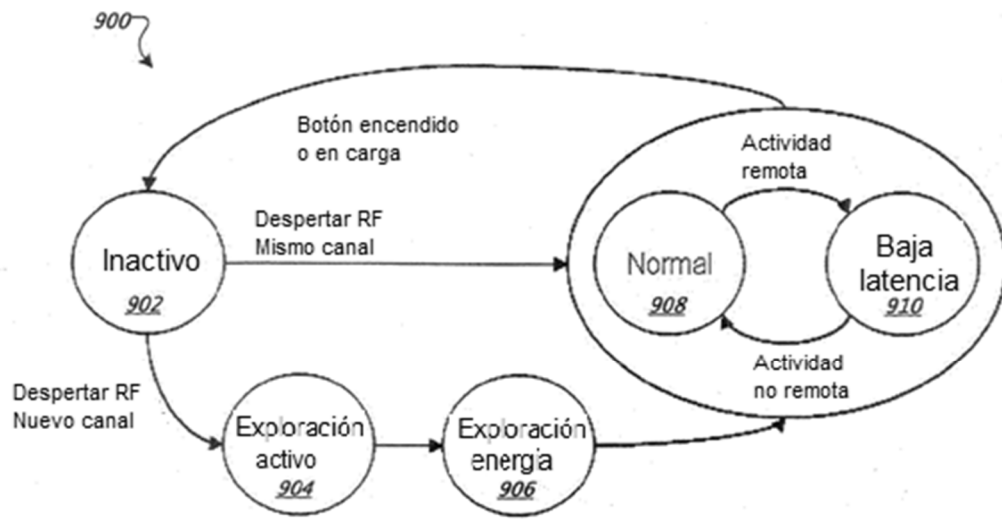


FIG. 9A

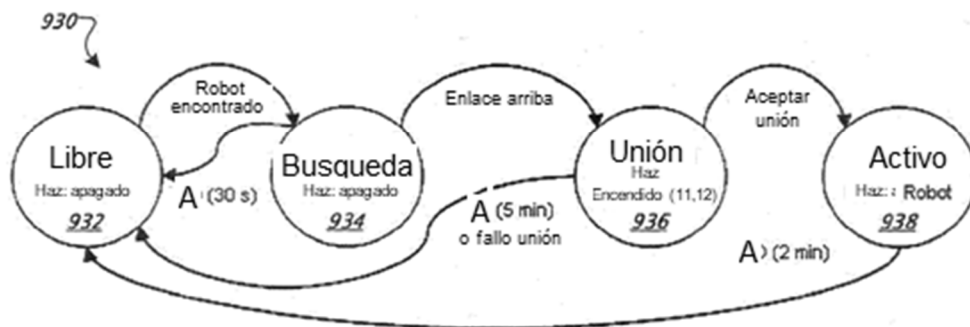


FIG. 9B

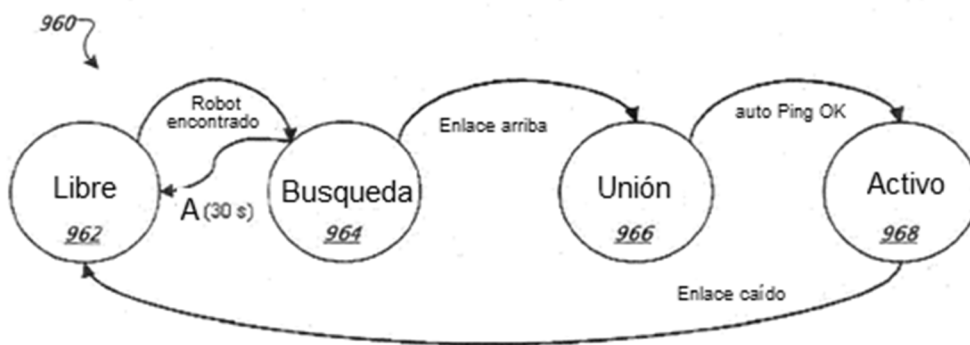


FIG. 9C