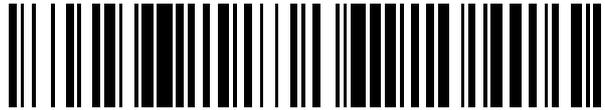


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 435 728**

51 Int. Cl.:

**H04W 72/08** (2009.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **14.05.2009 E 09745799 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **31.07.2013 EP 2279640**

54 Título: **Procedimiento de asignación de canales en una red en malla**

30 Prioridad:

**16.05.2008 US 152771**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**23.12.2013**

73 Titular/es:

**NOKIA SOLUTIONS AND NETWORKS OY  
(100.0%)  
Karaportti 3  
02610 Espoo, FI**

72 Inventor/es:

**BERGLUND, JAN;  
LI, ZHENG y  
TANG, KEVIN**

74 Agente/Representante:

**ZUAZO ARALUZE, Alexander**

**ES 2 435 728 T3**

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín europeo de patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre concesión de Patentes Europeas).

**DESCRIPCIÓN**

Procedimiento de asignación de canales en una red en malla

5 **Campo técnico:**

Las realizaciones a modo de ejemplo y no limitativas de esta invención se refieren en general a un método de comunicación inalámbrica, a un medio de memoria y a un aparato.

10 **Antecedentes:**

Diversas abreviaturas que aparecen en la memoria descriptiva y/o en las figuras del dibujo se definen a continuación:

- 15 AP *access point*, punto de acceso
- BTS *base transceiver station*, estación transceptora base
- CRC *cyclic redundancy check*, comprobación de redundancia cíclica
- 20 DVB *digital video broadcast*, difusión de vídeo digital
- FDD *frequency division duplex*, dúplex por división de frecuencia
- 25 GPS *global positioning system*, sistema de posicionamiento global
- GSM *global system for mobile communication*, sistema global para comunicación móvil
- IEEE *institute of electrical and electronics engineers*, instituto de ingenieros eléctricos y electrónicos
- 30 IP *internet protocol*, protocolo de Internet
- MAC *medium access control (layer 2, L2)*, control de acceso al medio (capa 2, L2)
- 35 O&M *operations and management*, operaciones y gestión
- PCI *peripheral component interface*, interfaz de componentes periféricos
- QAM *quadrature amplitude modulation*, modulación de amplitud en cuadratura
- 40 RF *radio frequency*, radiofrecuencia
- SGMII *serial gigabit media independent interface*, interfaz independiente de medios de gigabits en serie
- 45 TDD *time division duplex*, dúplex por división de tiempo
- TDM *time division multiplex*, multiplexado por división de tiempo
- USB *universal serial bus*, bus serie universal
- 50 WCDMA *wideband code division multiple access*, acceso múltiple por división de código de banda ancha
- Wi-Fi *WLAN based on the IEEE 802.11 standard*, WLAN basada en la norma IEEE 802.11
- 55 WLAN *wireless local area network*, red de área local inalámbrica
- WiMAX *worldwide interoperability for microwave access (IEEE 802.16 standard)*, interoperabilidad mundial para acceso por microondas (norma IEEE 802.16)
- 60 WMN *wireless mesh network*, red en malla inalámbrica

La red inalámbrica en malla está volviéndose un método importante para hacer retroceder el tráfico desde nodos de acceso de radio. El campo de la interconexión en red en malla inalámbrica ha evolucionado desde el uso militar durante las últimas décadas a aplicaciones comerciales tales como las que se encuentran en sistemas WiFi y WiMAX. La investigación actual ha estado dirigida a una única red de retroceso de radio en malla con una cobertura omnidireccional de 360 grados. Para sistemas multirradio, la investigación ha estado dirigida principalmente a

sistemas de punto a punto o de punto a multipunto.

Una red en malla es una red que emplea una de dos disposiciones de conexión: topología de malla completa o topología de malla parcial. En la topología de malla completa, cada nodo está conectado directamente a cada uno de los otros nodos. En la topología de malla parcial, los nodos están conectados a sólo algunos de los otros nodos, pero no a todos. Una WMN es una red inalámbrica que está equipada para gestionar conexiones de muchos a muchos y puede actualizar dinámicamente y optimizar estas conexiones. Esto puede ser (pero no tiene que ser) una "red móvil" en la que se supone que cada uno (o al menos algunos) de los nodos de la red son unidades móviles que cambian su posición con el tiempo. La gestión dinámica de información de encaminamiento complejo, que es muy probable que incluya información acerca de redes externas (por ejemplo, Internet y pasarelas a la misma), es un desafío para los protocolos en malla (dinámicos). Las WMN pueden comunicarse según diversas normas de comunicación tales como Wi-Fi y WiMAX, como ejemplo no limitativos. Dentro de una WMN, un sistema que tiene una conexión directa a una red troncal se denomina nodo raíz o pasarela. A menudo no hay enlace directo desde nodos en malla individuales a la pasarela y el tráfico se encamina a través de uno o más saltos a través de otros nodos en malla (por ejemplo, nodos de retransmisión). Por tanto, la planificación en WMN debe considerar múltiples saltos.

Puesto que las radios están volviéndose menos caras es económicamente viable empaquetar múltiples radios en un nodo en malla. Sin embargo, cuando se usan múltiples radios por nodo surge un problema de asignación de canales, puesto que cada radio tiene que operar en un canal específico. Ese canal debe seleccionarse de modo que se evite la interferencia dentro del nodo y se minimice la interferencia entre nodos y problemas de terminal oculto, mientras que al mismo tiempo se mantiene la conectividad y se optimiza el rendimiento en cuanto a utilización de canal y rendimiento global.

La asignación de canales en sistemas multirradio, por ejemplo, en radios celulares sectorizadas, se ha realizado tradicionalmente usando planificación de radio de implementación previa de manera manual o semiautomática fuera de línea. Esto ha sido viable puesto que los números de nodos han sido bastante pocos, y el coste de una planificación de radio profesional es un porcentaje pequeño del coste total de implementación de la red. Sin embargo, con radios WiFi que operan en un espectro sin licencia y con tamaños de célula menores esto ya no es así. En un sistema de este tipo el número de nodos será normalmente grande, y no puede saberse fácilmente antes de la instalación cómo estos nodos interaccionarán con el entorno en términos de alcance, rebote de señal e interferencia existente en el espectro usado.

Una característica de sistemas de tipo IEEE 802.11 es el uso de una trama de baliza. Una trama de baliza típica tiene una longitud de varias decenas de bytes, siendo aproximadamente la mitad de la longitud una cabecera de trama común y un campo CRC. Como con otras tramas, la cabecera incluye direcciones MAC de origen y destino así como otra información con respecto al proceso de comunicaciones. La dirección de destino se establece en todo unos, que es la dirección MAC de difusión. Esto fuerza a que las todas demás estaciones en el canal aplicable reciban y procesen cada trama de baliza. El campo CRC proporciona una capacidad de detección de errores.

El cuerpo de la trama de baliza está ubicado entre la cabecera y el campo CRC. Cada trama de baliza lleva convencionalmente la siguiente información en el cuerpo de trama.

a) Intervalo de baliza. Esto representa la cantidad de tiempo entre transmisiones de baliza. Antes de que una estación entre en un modo de ahorro de potencia, la estación necesita el intervalo de baliza para saber cuándo reactivarse para recibir la baliza (y saber si hay tramas almacenadas en memoria intermedia en el AP).

b) Sello de tiempo. Después de recibir una trama de baliza, una estación usa el valor de sello de tiempo para actualizar su reloj local. Este proceso permite una sincronización entre todas las estaciones que están asociadas con el mismo punto de acceso.

c) Identificador de conjunto de servicios (SSID). El SSID identifica una LAN inalámbrica específica. Antes de asociarse con una LAN inalámbrica particular, una estación debe tener el mismo SSID que el punto de acceso. Los puntos de acceso incluyen el SSID en la trama de baliza para permitir que las funciones de rastreo identifiquen el SSID y configuren automáticamente la interfaz de red inalámbrica con el SSID apropiado. En algunos casos el SSID puede no estar incluido por motivos de seguridad.

d) Tasas soportadas. Cada baliza lleva información que describe las tasas que soporta la LAN inalámbrica particular. Por ejemplo, una baliza puede indicar que sólo ciertas tasas de transmisión de datos (por ejemplo, 1, 2, y 5,5 Mbps) están disponibles. Con esta información, las estaciones pueden usar métricas de rendimiento para decidir con qué punto de acceso asociarse.

e) Conjuntos de parámetros. La baliza incluye información acerca de los métodos de señalización específicos (tales como espectro ensanchado de saltos de frecuencia, espectro ensanchado de secuencia directa, etc.). Por ejemplo, una baliza incluiría en el conjunto de parámetros apropiado el número de canal que un punto de acceso de IEEE 802.11b está usando. De la misma manera, una baliza asociada con una red de saltos de frecuencia puede indicar

el patrón de saltos de frecuencia y el tiempo de permanencia en cada frecuencia saltada.

f) Información de capacidad. Este campo indica los requisitos de estaciones que desean unirse a la LAN inalámbrica desde la que se originó la baliza. Como ejemplo, la información de capacidad puede indicar que todas las estaciones deben usar privacidad equivalente por cable (WEP) con el fin de unirse a la WLAN.

g) Mapa de indicación de tráfico (TIM). Un punto de acceso envía periódicamente el TIM dentro de una baliza para identificar qué estaciones que usan el modo de ahorro de potencia tienen tramas de datos en espera de las mismas en la memoria intermedia del punto de acceso. El TIM identifica una estación mediante un ID de asociación que el punto de acceso asignó a la estación durante un proceso de asociación de estación.

Se requieren mejoras para las técnicas de balizamiento existentes para mejorar la operación de una red en malla inalámbrica.

El documento US 2007/070937 A1 (DEMIRHAN MUSTAFA [EE.UU.]; HAZRA MOUSUMI M [EE.UU.]; ZHU JING Z [EE.UU.]) 29 de marzo de 2007 (29-03-2007) describe una lista de canales que indica un orden de preferencia para múltiples canales de una red en malla inalámbrica.

### Sumario

La sección de sumario a continuación está prevista meramente a modo de ejemplo y no limitativa.

Los anteriores y otros problemas se superan, y se materializan otras ventajas, mediante el uso de las realizaciones a modo de ejemplo de esta invención.

En un primer aspecto de la misma, las realizaciones a modo de ejemplo de esta invención proporcionan un método que incluye: recibir en un nodo en malla de pasarela una lista de conjunto de canales que indica canales de radio que pueden usarse por el nodo en malla de pasarela, explorar canales en la lista de conjunto de canales y crear una lista de canales en el orden de interferencia que está presente, asignar canales a partir de la lista de canales a una pluralidad de radios que comprenden el nodo en malla de pasarela, e iniciar la transmisión de tramas de baliza desde cada una de la pluralidad de radios en un canal principal. Cada trama de baliza comprende información descriptiva de un coste de trayectoria que representa una suma de todos los costes de enlace de vuelta a un punto central, un canal de radio primario usado por la radio que transmite la trama de baliza, un conjunto de canales que indica sólo los canales que una parte asociada de la red en malla puede usar y un conjunto de nodos en malla asociados con la radio.

En otro aspecto de la misma, las realizaciones a modo de ejemplo de esta invención proporcionan un medio de memoria que almacena instrucciones de programa, dando la ejecución de las instrucciones de programa mediante un procesador de datos como resultado operaciones que comprenden: recibir en un nodo en malla de pasarela una lista de conjunto de canales que indica canales de radio que pueden usarse por el nodo en malla de pasarela; explorar canales en la lista de conjunto de canales y crear una lista de canales en el orden de interferencia que está presente; asignar canales a partir de la lista de canales a una pluralidad de radios que comprenden el nodo en malla de pasarela; e iniciar la transmisión de tramas de baliza desde cada una de la pluralidad de radios en un canal principal, comprendiendo cada trama de baliza información descriptiva de un coste de trayectoria que representa una suma de todos los costes de enlace de vuelta a un punto central, un canal de radio primario usado por la radio que transmite la trama de baliza, un conjunto de canales que indica sólo los canales que una parte asociada de la red en malla puede usar, y un conjunto de nodos en malla asociados con la radio.

En un aspecto adicional de la misma, las realizaciones a modo de ejemplo de esta invención proporcionan un aparato que incluye: un controlador configurado con una pluralidad de radios y que puede operarse, cuando dicho aparato está configurado como nodo en malla de pasarela de una red en malla inalámbrica, para recibir una lista de conjunto de canales que indica canales de radio que pueden usarse por el nodo en malla de pasarela, para explorar canales en la lista de conjunto de canales y crear una lista de canales en el orden de interferencia que está presente y para asignar canales a partir de la lista de canales a la pluralidad de radios. El controlador está configurado además para iniciar la transmisión de tramas de baliza desde cada una de la pluralidad de radios en un canal principal. Cada trama de baliza incluye información descriptiva de un coste de trayectoria que representa una suma de todos los costes de enlace de vuelta a un punto central, un canal de radio primario usado por la radio que transmite la trama de baliza, un conjunto de canales que indica sólo los canales que una parte asociada de la red en malla puede usar, y un conjunto de nodos en malla asociados con la radio.

En un aspecto adicional de la misma, las realizaciones a modo de ejemplo de esta invención proporcionan un método que incluye: recibir una baliza desde una radio de un nodo en malla, comprendiendo la baliza información descriptiva de un coste de trayectoria que representa una suma de todos los costes de enlace desde la radio del nodo en malla de vuelta a un punto central, un canal de radio primario usado por la radio que transmite la trama de baliza, un conjunto de canales que indica los canales que una parte asociada de una red en malla puede usar, y un conjunto de nodos en malla asociados con la radio que transmite la trama de baliza. El método incluye además usar

al menos parte de la información para estimar un coste de enlace asociado con la radio.

En todavía otro aspecto de la misma, las realizaciones a modo de ejemplo de esta invención proporcionan un aparato que incluye: medios para recibir una baliza desde una radio de un nodo en malla, comprendiendo la baliza información descriptiva de un coste de trayectoria que representa una suma de costes de enlace desde la radio del nodo en malla de vuelta a un punto central, un canal de radio primario usado por la radio que transmite la trama de baliza, un conjunto de canales que indica los canales que una parte asociada de una red en malla puede usar, y un conjunto de nodos en malla asociados con la radio que transmite la trama de baliza. El aparato incluye además medios para usar al menos parte de la información para estimar un coste de enlace asociado con la radio.

**Breve descripción de los dibujos:**

En las figuras del dibujo adjunto:

La figura 1 es un diagrama de bloques simplificado de una red de retroceso de datos basada en WMN a modo de ejemplo.

La figura 2A es un diagrama de bloques a modo de ejemplo simplificado de una realización a modo de ejemplo de los nodos en malla mostrados en la figura 1.

La figura 2B es un diagrama de bloques a modo de ejemplo simplificado de otra realización a modo de ejemplo de los nodos en malla mostrados en la figura 1.

La figura 3 representa una pila de protocolos de nodo en malla a modo de ejemplo.

La figura 4 muestra, según aspectos a modo de ejemplo de esta invención, una trama de baliza que se amplía para incluir información de coste de trayectoria, canal primario, conjunto de canales y conjunto de nodos en malla asociados.

La figura 5 muestra el uso de balizamiento gratuito en otros canales del conjunto de canales.

La figura 6 es un diagrama de flujo lógico que ilustra la operación de un método a modo de ejemplo, y un resultado de ejecución de instrucciones de programa informático, según las realizaciones a modo de ejemplo de esta invención.

La figura 7 es un diagrama de flujo lógico que ilustra la operación de otro método a modo de ejemplo, y un resultado de ejecución de instrucciones de programa informático, también según las realizaciones a modo de ejemplo de esta invención.

**Descripción detallada:**

Las realizaciones a modo de ejemplo de esta invención proporcionan una red en malla multirradio para seleccionar canales de radio para un mejor rendimiento global e interferencia mínima, y al mismo tiempo hallar la trayectoria menos costosa de vuelta a un nodo de pasarela en la malla. Estas realizaciones a modo de ejemplo usan decisiones locales en los nodos en malla, y no requieren coordinación central. Las realizaciones a modo de ejemplo de esta invención consiguen estas y otras características ampliando el uso de balizas de tipo IEEE 802.11. En estas realizaciones a modo de ejemplo, cada nodo en la red en malla publica información suficiente para que nodos vecinos tomen una decisión independiente de cómo unirse a la malla, y cómo asignar de la mejor manera los canales a través de múltiples radios contenidas dentro de cada nodo en malla.

Las realizaciones a modo de ejemplo pueden usarse de manera ventajosa cuando la planificación de RF es inviable técnica o económicamente, y puede aplicarse en redes en malla inalámbricas en las que los nodos en malla tienen una cobertura omnidireccional con una o múltiples radios por nodo.

Las siguientes definiciones pueden usarse en el presente documento. Nodo en malla: nodo con una o más radios usadas para un retroceso en malla. Pasarela: nodo en malla que tiene un enlace inalámbrico separado o por cable a un punto central, tal como una oficina central, por ejemplo.

La figura 1 es un diagrama de bloques simplificado de una red 1 de retroceso de datos basada en WMN (WMN) a modo de ejemplo que incluye un nodo 3 raíz (también denominado en el presente documento pasarela (GW)) y nodos 20 en malla (que pueden considerarse que funcionan como encaminadores inalámbricos o conmutadores/puentes). En la topología de malla a modo de ejemplo mostrada en la figura 1, ciertos nodos 21 en malla están a un salto de la pasarela 3, ciertos otros nodos 22 en malla están a dos saltos de la pasarela 3 y otro nodo 23 en malla está a tres saltos de la pasarela 3. La pasarela 3 está conectada a una red 5 de transporte troncal (por ejemplo, una red IP o una red basada en Ethernet) a través de un enlace 3A que puede comprender, por ejemplo, un enlace de fibra, cable o microondas. La red 5 de transporte puede proporcionar conectividad a un punto

central o una oficina 6 central (CO). Una unidad 6A de O&M puede estar asociada con la CO 6. Existen conexiones 4 de radio entre los nodos 21, 22, 23 en malla, a través de antenas A1, A2, A3 direccionales, así como entre nodos 21 en malla y la pasarela 3. Las antenas A1, A2, A3 direccionales pueden estar dispuestas para proporcionar una cobertura de 360 grados (o aproximada o sustancialmente de 360 grados). Todo el tráfico de datos y la información de control a y desde los nodos 20 en malla individuales se encaminan a través de la pasarela 3 (conectada con la red 5 de transporte de ancho de banda alto). Puede apreciarse que la carga de tráfico es mayor para los nodos (21) en malla más próximos a la pasarela 3, puesto que el tráfico para los otros nodos (22, 23) en malla más distantes pasa a través de los mismos. El nodo 20 en malla individual se muestra con el fin de ilustrar parte de la estructura asociada con los nodos en malla, y otros nodos 21, 22, 23 en malla pueden tener una estructura similar a la del nodo 20 en malla individual. Las referencias en el presente documento con respecto al nodo 20 en malla puede considerarse que generalmente hacen referencia a uno o más de los nodos 21, 22, 23 en malla en la WMN 1.

Para aumentar el rendimiento global y reducir el retardo, los nodos de retroceso de datos de WMN usan una estructura de múltiples transceptores. Cada nodo 20 en malla (así como la pasarela 3) puede estar diseñado para soportar varios canales (físicos) simultáneos usando múltiples chips de extremo frontal de RF paralelos y módulos de procesamiento de banda base. Encima de la capa física (por ejemplo, una capa física de IEEE 802.11, tal como se muestra en la figura 3), hay capas de MAC relacionadas con la malla y de radio para coordinar las funciones de los múltiples canales. La conexiones 4 de radio para los nodos 20 en malla pueden implementarse usando cualquier tecnología de radio adecuada con una norma o una capa física personalizada.

Tal como se muestra en la figura 2A, en las realizaciones a modo de ejemplo puede suponerse para que los nodos 20 en malla incluyen cada uno una pluralidad de transceptores 20A, 20B, 20C que operan con antenas A1, A2, A3 direccionales a diferentes frecuencias  $f_{c1}$ ,  $f_{c2}$ ,  $f_{c3}$ , respectivamente. Obsérvese que estas realizaciones a modo de ejemplo no se limitan a su uso con tres transceptores, antenas y frecuencias, y en otras realizaciones a modo de ejemplo puede usarse un número diferente de transceptores, antenas y frecuencias.

La figura 2A muestra la estructura general de una realización a modo de ejemplo de un nodo 20 en malla. El nodo 20 en malla típico puede incluir varios (por ejemplo, tres) módulos de radio o transceptores 20A, 20B y 20C, un módulo 20D de procesamiento, una interfaz 20E de línea y un módulo 20F de sincronización y de reloj. Una memoria (MEM) 20G está asociada con el módulo 20D de procesamiento y almacena programas informáticos que dirigen la operación del nodo 20 en malla, así como datos de transmisión y recepción almacenados en memoria intermedia, estructuras de datos que expresan pilas de protocolos, tabla(s) de encaminamiento de paquetes y similares. Los transceptores 20A, 20B, 20C de radio procesan las señales de banda base y de RF de los enlaces inalámbricos. Cada transceptor 20A, 20B, 20C de radio está configurado con un correspondiente elemento de antena de una disposición de antenas, que está compuesta por elementos de múltiples antenas, tales como tres antenas de 120 grados o seis antenas de 60 grados que conjuntamente pueden proporcionar una cobertura de 360 grados. El módulo 20D de procesamiento incluye uno o más procesadores de datos para funciones tales como procesamiento de capa de MAC, procesamiento de capa de IP y encaminamiento (véase la pila de protocolos a modo de ejemplo mostrada en la figura 3).

Cuando el módulo 20D de procesamiento recibe un paquete desde uno de los transceptores 20A, 20B o 20C de radio, comprueba para ver si el paquete lleva una dirección de difusión o de multidifusión local. Si es así, el módulo 20D de procesamiento procesa el paquete localmente. Si la dirección de paquete indica que el paquete recibido no está destinado a este nodo 20 en malla particular, el módulo 20D de procesamiento comprueba la tabla de conmutación/encaminamiento almacenada en la memoria 20G local y encamina el paquete hacia el nodo hijo (enlace descendente) o nodo padre (enlace ascendente) correcto usando el transceptor 20A, 20B o 20C correspondiente. Puesto que el módulo 20D de procesamiento procesa y encamina/conmuta el paquete de datos en el nodo 20 en malla local, el tiempo de procesamiento puede ser muy rápido en comparación con el tiempo de transmisión y procesamiento de paquetes de datos en uno de los transceptores de radio. El módulo 20D de procesamiento también se usa para controlar los transceptores 20A, 20B, 20C de radio según la configuración de sistema, tal como el canal usado, estructura de trama y tiempo de transmisión y recepción.

La interfaz 20E de línea proporciona la interfaz entre el nodo 20 en malla y el dispositivo o dispositivos de acceso que usan la red de retroceso de datos en malla. Los dispositivos de acceso pueden ser, por ejemplo, AP de WLAN, BTS de GSM, NodoB de WCDMA o una BTS de DVBT. La interfaz 20E de línea puede implementarse usando, por ejemplo, tecnología de Ethernet o T1/E1. En la práctica la radio de acceso también puede unirse al módulo 20D de procesamiento de la misma manera que una radio en malla. Tecnologías adecuadas incluyen, por ejemplo, PCI, USB y SGMII.

El módulo 20F de sincronización y de reloj proporciona un reloj para sincronizar la operación del nodo 20 en malla con un reloj de sistema (por ejemplo, con un reloj basado en tiempo de GPS o cualquier otra fuente de sincronismo adecuada). El módulo 20F de reloj sólo tiene que proporcionar precisión moderada que se usa para, por ejemplo, una generación de baliza gratuita, tal como se describe a continuación.

La figura 2B muestra otra realización a modo de ejemplo de un nodo 20 en malla. En este caso hay una pluralidad de módulos 21A, 21B, 21C de procesamiento, de los que módulos individuales están asociados con un transceptor

20A, 20B, 20C de radio individual. En esta realización puede haber un módulo 20H de conmutación conectado entre los módulos 21A, 21B, 21C de procesamiento y la interfaz 20E de línea que permite que los módulos de procesamiento compartan acceso a/desde la interfaz 20E de línea. Los módulos de radio de acceso pueden conectarse directamente a módulos 21A, 21B, 21C de procesamiento, tal como se describió anteriormente con respecto al módulo 20D de procesamiento.

Obsérvese que la pasarela 3 puede construirse de manera similar a los nodos 20 en malla, y también incluirá en general una interfaz al enlace 3A de datos a la red 5 troncal.

En general, las diversas realizaciones a modo de ejemplo del nodo 20 en malla pueden incluir, pero no se limitan a, nodos móviles, estaciones móviles, teléfonos móviles, teléfonos celulares, asistentes digitales personales (PDA) que tienen capacidades de comunicación inalámbrica, encaminadores móviles, estaciones de retransmisión, nodos de retransmisión, ordenadores portátiles que tienen capacidades de comunicación inalámbrica, dispositivos de captura de imagen tales como cámaras digitales que tienen capacidades de comunicación inalámbrica, dispositivos de juego que tienen capacidades de comunicación inalámbrica, aparatos de almacenamiento y reproducción de música que tienen capacidades de comunicación inalámbrica, aparatos de Internet que permiten acceso y navegación a Internet inalámbrica, así como unidades o terminales portátiles que incorporan combinaciones de tales funciones.

La MEM 20G puede ser de cualquier tipo adecuado al entorno técnico local y puede implementarse usando cualquier tecnología de almacenamiento de datos adecuada, tal como dispositivos de memoria basados en semiconductores, memoria *flash*, dispositivos y sistemas de memoria magnética, dispositivos y sistemas de memoria óptica, memoria fija y memoria extraíble, como ejemplos no limitativos. Los procesadores mencionados anteriormente pueden ser de cualquier tipo adecuado al entorno técnico local, y pueden incluir uno o más de ordenadores de uso general, ordenadores de uso especial, microprocesadores, procesadores de señal digital (DSP) y procesadores basados en una arquitectura de procesador de múltiples núcleos, como ejemplos no limitativos.

Aunque se han descrito anteriormente con referencia a memorias (MEM 20G), puede considerarse generalmente que estos componentes corresponden a dispositivos de almacenamiento, circuitos de almacenamiento, componentes de almacenamiento y/o bloques de almacenamiento. En algunas realizaciones a modo de ejemplo, estos componentes pueden comprender uno o más medios legibles por ordenador, una o más memorias legibles por ordenador y/o uno o más dispositivos de almacenamiento de programas.

Aunque se han descrito anteriormente con referencia a uno o más procesadores, puede considerarse generalmente que estos componentes corresponden a procesadores, dispositivos de procesamiento, componentes de procesamiento, bloques de procesamiento, circuitos, dispositivos de circuitos, componentes de circuitos, bloques de circuitos, circuitos y/o chips integrados (por ejemplo, chips que comprenden uno o más circuitos o circuitos integrados).

Por tanto, habiendo descrito ejemplos no limitativos en relación con una WMN en la que pueden materializarse realizaciones a modo de ejemplo de la invención, ahora se proporciona una descripción adicional de las realizaciones a modo de ejemplo de esta invención.

En una realización a modo de ejemplo, y según un procedimiento básico, la pasarela 3 comienza obteniendo un conjunto de canales (una lista de canales que puede usar) a partir de un sistema 6A de operación y gestión (O&M) central. La pasarela 3 explora entonces todos los canales en el conjunto de canales para crear una lista de canales en orden de interferencia descendiente. La evaluación de interferencia se realiza, como ejemplo no limitativo, basándose en el umbral mínimo de ruido del canal y el tráfico identificado en el canal. Puede suponerse, al menos para algunas realizaciones a modo de ejemplo, que el aislamiento de RF entre las diferentes radios (por ejemplo, módulos 20A, 20B, 20C transceptores) en la pasarela 3 requiere que cada radio use un canal de radio no solapado, único.

La evaluación de canal se realiza preferiblemente por sectores. Cada sector tendrá valores de calidad para cada canal. La selección se realiza de modo que pueda conseguirse el rendimiento global máximo. Por ejemplo, y suponiendo un caso de tres sectores, el canal 1 podría en realidad ser el mejor en todos los sectores, mientras que un sector tiene un problema con el canal 2 y otro sector tiene un problema con el canal 3. En este caso los sectores que tienen condiciones que suponen un desafío en los canales 2 y 3 evitan el uso de esos canales. La distribución es tal que se evitan condiciones de canal que suponen un desafío.

Cuando a cada una de las radios se le ha asignado un canal de radio (un canal principal), cada radio comienza un proceso de balizamiento para anunciar su presencia y métricas. Haciendo referencia a la figura 4, cuando se usa una radio basada en IEEE 802.11, la baliza 30 estándar (convencional) se amplía con la siguiente información (aunque no necesariamente en el mismo orden mostrado en la figura 4):

coste 32 de trayectoria,

canal 34 primario,

conjunto 36 de canales, y

conjunto 38 de nodos en malla asociados (MAC asociados).

5 El canal 34 primario indica el canal principal usado por una radio específica, tal como se explicará a continuación en mayor detalle. El conjunto 36 de canales es una lista de canales (por ejemplo, recibida por la pasarela 3) desde el sistema 6A de O&M central (o puede estar configurado previamente). En algunas realizaciones a modo de ejemplo, el orden de los canales en la lista puede no tener ningún significado intrínseco. El conjunto 36 de canales puede considerarse como un listado de los canales que esta parte de la malla puede usar. En general, las condiciones de radio en la ubicación A no representarán las condiciones de radio en otra ubicación B. El conjunto 36 de canales puede contener más canales miembro que el número de sectores por nodo y, tal como se indicó, representa los únicos canales que esta parte de la WMN 1 podrá usar. El coste 32 de trayectoria representa la suma de todos los costes de enlace para volver a la oficina 6 central, y está relacionado con el uso de espectro para transmitir una trama hasta la oficina 6 central. A partir de la pasarela 3, esta métrica puede establecerse normalmente a cero. Cada nodo 20 posterior en la WMN 1 anuncia en la baliza 30 su coste de trayectoria asociado. El coste de enlace por salto se calculará, por ejemplo, tal como se propone en los borradores de IEEE 802.11s:

coste de enlace = coste de paquete de 512 bytes ficticio =  $(75 \text{ us} + 110 \text{ us} + 4096/\text{tasa de modulación}) * 1/(\text{tasa de errores de 1 bit})$  para una radio basada en IEEE 802.11a.

20 El conjunto de nodos 38 en malla asociados es una lista de nodos 20 en malla asociados con esta radio 20A, 20B, 20C específica en el nodo 20 en malla. Esto se usa para determinar si hay una situación de nodo oculto, tal como se explicará a continuación.

25 En general, antes de que un sector tenga cualquier nodo asociado, baliza una lista nula de nodos asociados, puesto que se espera que cada sector durante la operación indique sólo los nodos con los que está asociado. Esto permite una capacidad de detectar localmente si hay cualquier nodo oculto. Si un sector particular recibe una baliza desde otro nodo, pero no recibe una baliza desde uno o más nodos en el conjunto de nodos recibido asociado, puede suponer la existencia de al menos un nodo oculto y puede ajustar el coste de trayectoria de manera correspondiente, y puede evitar posiblemente esa trayectoria totalmente.

30 Cuando un nodo 20 en malla intenta evaluar las opciones de obtener conectividad en la WMN 1, explora los canales y escucha las balizas. Basándose en la información de baliza recopilada desde las radios 20, 20B, 20C del nodo 20 en malla, por ejemplo: coste de trayectoria; intensidad de señal de baliza; relación señal a ruido (SNR) de la baliza; el número de nodos en malla asociados para una baliza específica; y lista de nodos asociados como tal; y junto con más características estáticas tales como sensibilidad del receptor para diferentes tasas de modulación, puede conseguirse una estimación del coste de enlace virtual.

35 El coste de trayectoria se calcula añadiendo el coste de enlace adicional. Esto puede conseguirse estimando la posible tasa de modulación en función de la sensibilidad del receptor, la intensidad de señal de baliza y la SNR de la baliza. Esto se debe al hecho de que las balizas se envían normalmente usando una tasa de modulación inferior al tráfico de datos típico. El coste de enlace adicional puede calcularse entonces según, por ejemplo, una métrica basada en IEEE 802.11s. Si una baliza recibida indica que tiene nodos 20 en malla asociados, el coste de enlace adicional se estima de manera diferente con el fin de compensar la presencia de los otros nodos que están conectados al mismo nodo 20 en malla. Esto puede conseguirse, por ejemplo, como:

tasa de modulación compensada =  $\text{tasa de modulaciones evaluada de canal}/(N+1)$ , donde N es el número de nodos en malla ya asociados

40 A partir de este/estos cálculo(s), se selecciona el coste de trayectoria más bajo como candidato primario y el nodo 20 en malla intenta asociarse con el nodo en malla correspondiente. Esto también determina el canal para una radio que se asocia con la WMN 1. La asignación de canales a las otras radios (los otros transceptores de radio (por ejemplo, 20B, 20C) se realiza usando un algoritmo diferente que intenta, como objetivo primario, minimizar la interferencia con nodos alrededor del nodo 20, y como objetivo secundario maximizar nuevas rutas para los nodos 20 en malla más alejados. Los canales usados para las otras radios deben ser lo menos ruidosos posible con respecto a la pasarela 3, y con el menor tráfico posible en los mismos. Esto garantiza que otros nodos en malla que intentan conectarse a la WMN 1 a través de este nodo 20 en malla tengan las mejores condiciones de radio posibles.

45 Si las radios 20A, 20B 20C asignadas a canales pueden realizar una asociación con otros nodos 20 sin reelegir el canal, esto se realiza preferiblemente para proporcionar una copia de seguridad rápida si el enlace principal falla. Estos enlaces se bloquean en una tabla de reenvío de puente para evitar crear bucles.

50 Ahora se comenta una detección de nodo oculto. Si una baliza 30 recibida particular indica en el campo 38 de MAC asociados que tiene un nodo(s) 20 en malla asociado(s), pero la radio no recibe una baliza desde tales nodos asociados, puede suponerse que hay una situación con nodos ocultos. Esto puede provocar una degradación de

rendimiento grave, y por tanto se evita preferiblemente cuando se selecciona un enlace de conexión. En una implementación práctica esto puede conseguirse modificando el coste de enlace penalizando el coste de enlace mediante una mayor cantidad, por ejemplo, usando:

- 5 tasa de modulación compensada = tasa de modulación evaluada de canal/ $(n*N+1)$ , donde N es el número de nodos en malla ya asociados, y donde n tiene un valor superior a 1 (por ejemplo,  $n=2$ ).

10 En general, un nodo 20 puede estar oculto si no existe ninguna línea de visión (LOS) entre los nodos. Como ejemplo, se consideran tres nodos A, B, C, donde el nodo A puede escuchar al (comunicarse con) nodo B y el nodo A puede escuchar al nodo C. Sin embargo, los nodos B y C no pueden escucharse entre sí debido a alguna obstrucción de RF (por ejemplo, un edificio) entre los mismos. En IEEE 802.11, que tiene una función de control distribuida (DCF), es responsabilidad de cada nodo escuchar antes de enviar para evitar colisiones de transmisión. En este caso este procedimiento sólo funcionará parcialmente, puesto que si A está enviando, los nodos B y C no transmitirán. Si el nodo B está enviando, el nodo A no transmitirá, sin embargo el nodo C no se dará cuenta de que no debe enviar puesto que puede determinar que el otro está libre y puede transmitir al mismo tiempo que el nodo B. El resultado es una colisión que da como resultado potencia desperdiciada, así como posible destrucción del mensaje enviado desde el nodo B al nodo A.

20 Ahora se comenta un balizamiento de canal gratuito. También se hace referencia a la figura 5. Con el fin de mantener constantemente la mejor tabla de selección actualizada, que incluye un estado estacionario cuando los canales se han asignado a las radios, cada radio debe salir de su canal principal periódicamente y balizar en otros canales en el conjunto de canales. Esto hace posible que todas las radios en un escenario de tipo IEEE 802.11 continúen escuchando su propio canal mientras todavía reciben información de nodos vecinos. Para diferenciar estas balizas de balizas normales, cada baliza gratuita puede llevar información de "mi canal". Si este canal es diferente del canal que la radio de recepción está escuchando, puede determinarse por tanto que ésta es una baliza gratuita desde una radio en malla que escucha normalmente un canal diferente. En general, el balizamiento gratuito se realiza por cada sector de cada nodo 20.

30 El nodo 20 en malla registra el coste alternativo procedente de otros nodos cuando recibe una baliza alternativa. Esto es preferiblemente un proceso continuo que se realiza con el fin de evaluar que la red está operando en condiciones óptimas, y que permite realizar una transición a una configuración en malla alternativa si se produce un fallo.

35 Ahora se comenta una reelección de canal. Ejemplos no limitativos de eventos que pueden desencadenar un cambio de configuración en malla incluyen lo siguiente.

- 40 a) El nodo de trayectoria de retorno envía una baliza de que se pondrá fuera de servicio. Este evento puede deberse a cambios aguas abajo del árbol (hacia el nodo 3 raíz), y la acción en respuesta puede ser evaluar la nueva situación durante algún periodo de tiempo (por ejemplo, 10 segundos) antes de realizar una nueva selección.
- 45 b) Otro evento puede ser una pérdida de la trayectoria de retorno principal. Por ejemplo, la baliza desde el nodo de retorno principal se pierde durante algún periodo de tiempo (por ejemplo, 3 segundos), y la acción en respuesta puede ser intentar seleccionar inmediatamente una nueva trayectoria.
- 50 c) Otro evento puede ser una determinación de que un coste de trayectoria alternativo es alguna cantidad (por ejemplo, un 50%) del coste de trayectoria usado actualmente, y la acción en respuesta puede ser intentar seleccionar inmediatamente la trayectoria alternativa.
- d) Otro posible evento puede ser una intervención del operador con una reelección forzada a través del sistema 6A de O&M, y la respuesta puede ser intentar seleccionar inmediatamente una nueva trayectoria.

55 Antes de conmutar y reeleccionar canales, el nodo 20 puede balizar durante algún periodo de tiempo (por ejemplo, 1 segundo) en su canal primario, y también puede emitir dos balizas en cada uno de los otros canales en el conjunto de canales, con indicación especial de que se pondrá fuera de servicio. Esto no tiene que seguir un balizamiento lento en los canales adyacentes y se realiza preferiblemente de manera inmediata.

60 El uso de estas realizaciones a modo de ejemplo permite enviar la lista de nodos en malla asociados en la baliza, y facilita detectar y evitar la situación de nodo oculto. La factorización en la lista de nodos en malla asociados cuando se calcula el coste de trayectoria proporciona una técnica ventajosa para evitar o reducir la aparición del problema de nodo oculto.

65 El uso de estas realizaciones a modo de ejemplo también permite desacoplar la asignación de canal del encaminamiento/conmutación de capa 2, y facilita realizar una detección rápida y cambios de enlace basándose en métricas de capa de enlace de radio. Por tanto, no es necesario usar un protocolo de árbol abarcante para evitar bucles.

El uso de estas realizaciones a modo de ejemplo permite además formar una malla mínima para reducir la interferencia de radio y aumenta de ese modo la capacidad de red, facilitando de ese modo también el encaminamiento de capa 3/conmutación de capa 2.

5 El uso de estas realizaciones a modo de ejemplo también proporciona el balizamiento gratuito para facilitar un descubrimiento de trayectoria entre radios a través de múltiples canales.

10 Basándose en lo anterior debe resultar evidente que las realizaciones a modo de ejemplo de esta invención proporcionan un método, un aparato y producto(s) de programa informático para proporcionar una operación mejorada de una red en malla inalámbrica.

15 A continuación se proporcionan descripciones adicionales de diversas realizaciones a modo de ejemplo, no limitativas. Diversos aspectos de una o más realizaciones a modo de ejemplo pueden ponerse en práctica junto con uno o más aspectos o realizaciones adicionales a modo de ejemplo. Es decir, las realizaciones a modo de ejemplo de la invención, tal como las descritas inmediatamente a continuación, pueden implementarse, ponerse en práctica o utilizarse en cualquier combinación (por ejemplo, cualquier combinación que sea adecuada, factible y/o viable) y no se limitan sólo a las combinaciones descritas en el presente documento y/o incluidas en las reivindicaciones adjuntas.

20 La figura 6 es un diagrama de flujo lógico que ilustra la operación de un método a modo de ejemplo, y un resultado de ejecución de instrucciones de programa informático, según las realizaciones a modo de ejemplo de esta invención. En el bloque 6A hay una etapa de recepción en un nodo en malla de pasarela de una lista de conjunto de canales que indica canales de radio que pueden usarse por el nodo en malla de pasarela. En el bloque 6B hay una etapa de exploración de canales en la lista de conjunto de canales y de creación de una lista de canales en el orden de interferencia que está presente. En el bloque 6C hay una etapa de asignación de canales a partir de la lista de canales a una pluralidad de radios que comprenden el nodo en malla de pasarela.

30 En el bloque 6D hay una etapa de inicio de transmisión de tramas de baliza desde cada una de la pluralidad de radios en un canal principal, comprendiendo cada trama de baliza información descriptiva de un coste de trayectoria que representa una suma de todos los costes de enlace de vuelta a un punto central, un canal de radio primario usado por la radio que transmite la trama de baliza, un conjunto de canales que indica sólo los canales que una parte asociada de la red en malla puede usar, y un conjunto de nodos en malla asociados con la radio.

35 En la ejecución del método y programa informático del párrafo anterior, el coste de trayectoria se establece a cero por el nodo en malla de pasarela.

En la ejecución del método y programa informático del párrafo anterior, comprende además un nodo en malla posterior que anuncia en una baliza transmitida un coste de trayectoria asociado.

40 En la ejecución del método y programa informático del párrafo anterior, un nodo en malla posterior opera una pluralidad de radios para recibir balizas y recopilar información, y comprende además estimar un coste de enlace virtual para cada una de la pluralidad de radios.

45 En la ejecución del método y programa informático del párrafo anterior, el coste de enlace virtual se estima usando uno o más de coste de trayectoria, intensidad de señal de baliza, relación señal a ruido de la baliza y el número de nodos en malla asociados para una baliza específica.

50 En la ejecución del método y programa informático del párrafo anterior, el coste de trayectoria se calcula añadiendo coste de enlace adicional, donde si una baliza recibida indica que el nodo en malla de transmisión tiene al menos un nodo en malla asociado, el coste de enlace adicional se estima para compensar la presencia de al menos un nodo en malla asociado.

55 En la ejecución del método y programa informático del párrafo anterior, el coste de enlace adicional se estima usando:

tasa de modulación compensada = tasa de modulación evaluada de canal/(N+1), donde N es el número de nodos en malla ya asociados

60 En la ejecución del método y programa informático del párrafo anterior, comprende además, basándose en la estimación de coste de enlace adicional, seleccionar el coste de trayectoria más bajo para intentar asociarse al nodo en malla correspondiente, incluyendo la asignación de un canal de radio a una primera radio.

65 En la ejecución del método y programa informático del párrafo anterior, comprende además asignar canales a otras radios para minimizar la interferencia entre las radios del nodo en malla.

En la ejecución del método y programa informático del párrafo anterior, si se determina que un nodo en malla

particular desde el que se recibe una baliza está asociado con un nodo oculto, comprende además estimar el coste de enlace de manera que se penaliza el nodo en malla particular para reducir la probabilidad de asociación con el nodo en malla particular.

5 En la ejecución del método y programa informático del párrafo anterior, comprende además transmitir periódicamente una baliza en un canal distinto al canal principal.

10 En la ejecución del método y programa informático del párrafo anterior, la baliza transmitida periódicamente comprende información para permitir que un nodo en malla de recepción la distinga de una baliza transmitida en el canal principal.

En la ejecución del método y programa informático del párrafo anterior, un nodo en malla que recibe la baliza transmitida periódicamente la usa para determinar un coste de trayectoria asociado.

15 En la ejecución del método y programa informático del párrafo anterior, en respuesta a una aparición de un evento que desencadena un cambio de configuración en malla, reseleccionar al menos una de las radios a otro canal a partir del conjunto de canales.

20 La figura 7 es un diagrama de flujo lógico que ilustra la operación de otro método a modo de ejemplo, y un resultado de la ejecución de instrucciones de programa informático, también según las realizaciones a modo de ejemplo de esta invención. En el bloque 7A hay una etapa de recepción de una baliza desde una radio de un nodo en malla, comprendiendo la baliza información descriptiva de un coste de trayectoria que representa una suma de costes de enlace desde la radio del nodo en malla de vuelta a un punto central, un canal de radio primario usado por la radio que transmite la trama de baliza, un conjunto de canales que indica los canales que una parte asociada de una red  
25 en malla puede usar, y un conjunto de nodos en malla asociados con la radio que transmite la trama de baliza. En el bloque 7B hay una etapa de uso de al menos parte de la información para estimar un coste de enlace asociado con la radio.

30 En la ejecución del método y programa informático del párrafo anterior, el coste de enlace se estima usando uno o más del coste de trayectoria, intensidad de señal de baliza, relación señal a ruido de la baliza y los nodos en malla asociados.

35 En la ejecución del método y programa informático del párrafo anterior, el coste de trayectoria se calcula añadiendo coste de enlace adicional, donde si la baliza recibida indica que el nodo en malla de transmisión tiene al menos un nodo en malla asociado, el coste de enlace adicional se estima para compensar la presencia de al menos un nodo en malla asociado.

40 En la ejecución del método y programa informático del párrafo anterior, el coste de enlace adicional se estima usando:

tasa de modulación compensada = tasa de modulación evaluada de canal/(N+1), donde N es el número de nodos en malla ya asociados

45 En la ejecución del método y programa informático del párrafo anterior, comprende además, basándose en la estimación de coste de enlace adicional, seleccionar una trayectoria que tiene el coste más bajo para intentar asociarse al nodo en malla correspondiente.

50 En la ejecución del método y programa informático del párrafo anterior, si se determina que el nodo en malla desde el que se recibe una baliza está asociado con un nodo oculto, comprende además estimar el coste de enlace de manera que se penaliza el nodo en malla para reducir la probabilidad de asociación con el nodo en malla.

55 En la ejecución del método y programa informático del párrafo anterior, comprende además transmitir periódicamente una baliza en un canal de radio primario, y transmitir periódicamente una baliza gratuita en al menos un canal no primario.

En la ejecución del método y programa informático del párrafo anterior, en respuesta a una aparición de un evento que desencadena un cambio de configuración en malla, reseleccionar al menos una radio a otro canal a partir del conjunto de canales.

60 En otra realización a modo de ejemplo, un dispositivo de almacenamiento de programa legible por una máquina implementa de manera tangible un programa de instrucciones ejecutable por la máquina para realizar operaciones, comprendiendo dichas operaciones etapas de uno o más de los métodos a modo de ejemplo descritos anteriormente.

65 Los diversos bloques mostrados en las figuras 6 y 7 pueden visualizarse como etapas de método, y/o como operaciones que resultan de la operación de un código de programa informático, y/o como una pluralidad de

elementos de circuito lógico acoplados construidos para llevar a cabo la(s) función/funciones asociada(s). También puede considerarse que los bloques representados en las figuras 6 y 7 corresponden a una o más funciones y/u operaciones que se realizan por uno o más componentes, aparatos, procesadores, programas informáticos, circuitos, circuitos integrados, circuitos integrados de aplicación específica (ASIC), chips y/o bloques de función. Cualquiera y/o todos los anteriores pueden implementarse en cualquier disposición o solución factible que permita la operación según las realizaciones a modo de ejemplo de la invención.

Además, la disposición de los bloques mostrados en las figuras 6 y 7 debe considerarse meramente a modo de ejemplo y no limitativa. Debe apreciarse que los bloques representados en las figuras 6 y 7 pueden corresponder a una o más funciones y/u operaciones que pueden realizarse en cualquier orden (por ejemplo, cualquier orden factible, adecuado y/o viable) y/o de manera concurrente (por ejemplo, según sea factible, adecuado y/o viable) para implementar una o más de las realizaciones a modo de ejemplo de la invención. Además, una o más etapas, funciones y/u operaciones adicionales pueden utilizarse junto con las ilustradas en las figuras 6 y 7 para implementar una o más realizaciones adicionales a modo de ejemplo de la invención, tal como las descritas en mayor detalle en el presente documento.

Es decir, las realizaciones a modo de ejemplo no limitativas de la invención mostradas en las figuras 6 y 7 pueden implementarse, ponerse en práctica o utilizarse junto con uno o más aspectos adicionales en cualquier combinación (por ejemplo, cualquier combinación que sea factible, adecuada y/o viable) y no se limitan sólo a los bloques, etapas, funciones y/u operaciones ilustradas en las figuras 6 y 7.

Las realizaciones a modo de ejemplo de la invención, tal como se comentaron anteriormente y tal como se describieron particularmente con respecto a métodos a modo de ejemplo, pueden implementarse como producto de programa informático que comprende instrucciones de programa materializadas en un medio legible por ordenador tangible. La ejecución de las instrucciones de programa da como resultado operaciones que comprenden etapas en las que se utilizan las realizaciones a modo de ejemplo o etapas del método.

Las realizaciones a modo de ejemplo de la invención, tal como se comentaron anteriormente y se describieron particularmente con respecto a métodos a modo de ejemplo, pueden implementarse junto con un dispositivo de almacenamiento de programa (por ejemplo, un medio legible por ordenador, una memoria) legible por una máquina (por ejemplo, un ordenador, una estación móvil, un dispositivo móvil, un nodo móvil), que materializa tangiblemente una programa de instrucciones (por ejemplo, un programa, un programa informático) que puede ejecutarse por la máquina para realizar operaciones. Las operaciones comprenden etapas en las que se utilizan las realizaciones a modo de ejemplo o etapas del método.

En general, las diversas realizaciones a modo de ejemplo pueden implementarse en hardware o circuitos de uso especial, software, lógica o cualquier combinación de los mismos. Por ejemplo, algunos aspectos pueden implementarse en hardware, mientras que otros aspectos pueden implementarse en *firmware* o software que pueden ejecutarse por un controlador, microprocesador u otro dispositivo informático, aunque la invención no se limita a los mismos. Aunque diversos aspectos de las realizaciones a modo de ejemplo de esta invención pueden estar ilustrados y descritos como diagramas de bloques, diagramas de flujo, o usando alguna otra representación pictórica, se entiende bien que estos bloques, aparatos, sistemas, técnicas o métodos descritos en el presente documento pueden implementarse en, como ejemplos no limitativos, hardware, software, *firmware*, circuitos de uso especial o lógica, hardware o controlador de uso general u otros dispositivos informáticos, o alguna combinación de los mismos.

Como tal, debe apreciarse que al menos algunos aspectos de las realizaciones a modo de ejemplo de las invenciones pueden ponerse en práctica en diversos componentes tales como chips y módulos de circuito integrado. Por tanto, debe apreciarse que las realizaciones a modo de ejemplo de esta invención pueden realizarse en un aparato que está materializado como circuito integrado, pudiendo comprender el circuito integrado un conjunto de circuitos (así como posiblemente *firmware*) para materializar al menos uno o más de un procesador de datos, un procesador de señal digital, un conjunto de circuitos de banda base y un conjunto de circuitos de radiofrecuencia que pueden configurarse para operar según las realizaciones a modo de ejemplo de esta invención.

Diversas modificaciones y adaptaciones a las realizaciones anteriores a modo de ejemplo de esta invención pueden resultar evidentes para los expertos en las técnicas relevantes en vista de la descripción anterior, cuando se lee en conjunción con los dibujos adjuntos. Sin embargo, cualquiera de y todas las modificaciones todavía entrarán dentro del alcance de las realizaciones no limitativas y a modo de ejemplo de esta invención.

Por ejemplo, aunque las realizaciones a modo de ejemplo se han descrito anteriormente en el contexto de redes en malla de tipo IEEE 802.11, debe apreciarse que las realizaciones a modo de ejemplo de esta invención no se limitan a su uso con sólo este tipo particular de sistema de comunicación inalámbrica, y que pueden usarse de manera ventajosa en otros sistemas de comunicación inalámbrica.

Debe observarse que las expresiones "conectado(a)(s)," "acoplado(a)(s)" o cualquier variante de las mismas, significan cualquier conexión o acoplamiento, ya sea directa o indirecta, entre dos o más elementos, y pueden

- abarcando la presencia de uno o más elementos intermedios entre dos elementos que están “conectados” o “acoplados” entre sí. El acoplamiento o conexión entre los elementos puede ser físico, lógico o una combinación de los mismos. Tal como se emplea en el presente documento puede considerarse que dos elementos están “conectados” o “acoplados” entre sí mediante el uso de uno o más hilos, cables y/o conexiones eléctricas impresas, así como mediante el uso de energía electromagnética, tal como energía electromagnética que tiene longitudes de onda en la región de radiofrecuencia, la región de microondas y la región óptica (tanto visible como invisible), como varios ejemplos no limitativos y no exhaustivos.
- 5
- 10 Además, algunas de las características de las diversas realizaciones no limitativas y a modo de ejemplo de esta invención pueden usarse de manera ventajosa sin el correspondiente uso de otras características. Como tal, la descripción anterior debe considerarse meramente ilustrativa de los principios, enseñanzas y realizaciones a modo de ejemplo de esta invención, y no como limitación de los mismos.

**REIVINDICACIONES**

1. Método que comprende:
  - 5 recibir una lista (36) de conjunto de canales que indica canales de radio que pueden usarse;
   
explorar canales de radio en la lista (36) de conjunto de canales y crear una lista de canales de radio en el orden de interferencia que está presente;
   
10 iniciar una transmisión de tramas de baliza desde cada uno de una pluralidad de transceptores de radio en un canal de radio principal,
   
caracterizado por
   
15 recibir en un nodo (3) en malla de pasarela la lista (36) de conjunto de canales que indica canales de radio que pueden usarse por el nodo (3) en malla de pasarela;
   
asignar canales de radio a partir de la lista de canales de radio a cada uno de la pluralidad de transceptores de radio que comprenden el nodo (3) en malla de pasarela; y
   
20 comprendiendo cada trama de baliza información descriptiva de un coste (32) de trayectoria que representa una suma de todos los costes de enlace desde el transceptor de radio del nodo en malla de pasarela de vuelta a un punto central, un canal (34) de radio primario que indica el canal de radio principal usado por el transceptor de radio que transmite la trama de baliza, un conjunto (36) de canales de radio que indica sólo los canales de radio que una parte asociada de una red en malla puede usar, y un conjunto de nodos (20, 21, 22, 23) en malla asociados con el transceptor de radio.
   
25
  2. Método según la reivindicación 1, que comprende además un nodo (20, 21, 22, 23) en malla posterior que anuncia en cada trama de baliza un coste (32) de trayectoria asociado.
   
30
  3. Método según una cualquiera de las reivindicaciones 1-2, en el que el nodo (20, 21, 22, 23) en malla posterior opera una pluralidad de transceptores de radio para recibir cada trama de baliza y recopilar información, que comprende además estimar un coste de enlace virtual para cada uno de la pluralidad de transceptores de radio.
   
35
  4. Método según la reivindicación 3, en el que el coste de enlace virtual se estima usando uno o más de coste (32) de trayectoria, intensidad de señal de baliza, relación señal a ruido de la baliza y el número de nodos (20, 21, 22, 23) en malla asociados para una baliza específica.
   
40
  5. Método según la reivindicación 3, en el que el coste (32) de trayectoria se calcula añadiendo un coste de enlace adicional, en el que si una trama de baliza recibida indica que el nodo en malla de transmisión tiene al menos un nodo (20, 21, 22, 23) en malla asociado, el coste de enlace adicional se estima para compensar la presencia de al menos un nodo (20, 21, 22, 23) en malla asociado.
   
45
  6. Método según la reivindicación 5, en el que el coste de enlace adicional se estima usando:
   
tasa de modulación compensada = tasa de modulación evaluada de canal de radio/(N+1), donde N es el número de nodos (20, 21, 22, 23) en malla ya asociados.
   
50
  7. Método según la reivindicación 5, que comprende además, basándose en la estimación de coste de enlace adicional, seleccionar el coste (32) de trayectoria más bajo para intentar asociarse al nodo (20, 21, 22, 23) en malla correspondiente, incluyendo la asignación de un canal de radio a un primer transceptor de radio.
   
55
  8. Método según la reivindicación 7, que comprende además asignar canales de radio a otros transceptores de radio para minimizar la interferencia entre los nodos (20, 21, 22, 23) en malla.
   
60
  9. Método según la reivindicación 5, en el que, si se determina que un nodo (20, 21, 22, 23) en malla particular desde el que se recibe una baliza está asociado con un nodo oculto, comprende además estimar el coste de enlace de manera que se penaliza el nodo (20, 21, 22, 23) en malla particular para reducir la probabilidad de asociación con el nodo (20, 21, 22, 23) en malla particular.
   
65
  10. Medio (20G) de memoria que almacena instrucciones de programa,
   
dando la ejecución de las instrucciones de programa mediante un procesador de datos como resultado operaciones que comprenden:
   
65

- recibir una lista (36) de conjunto de canales  
que indica canales de radio que pueden usarse;
- 5 explorar canales de radio en la lista (36) de conjunto de canales y crear una lista de canales de radio en el orden de interferencia que está presente;
- 10 iniciar la transmisión de tramas de baliza desde cada uno de una pluralidad de transceptores de radio en un canal principal,  
caracterizado por
- 15 recibir en un nodo (3) en malla de pasarela la lista (36) de conjunto de canales que indica canales de radio que pueden usarse por el nodo (3) en malla de pasarela;
- 20 asignar canales de radio a partir de la lista de canales de radio a cada uno de la pluralidad de transceptores de radio que comprenden el nodo (3) en malla de pasarela; y
- 25 comprendiendo cada trama de baliza información descriptiva de un coste (32) de trayectoria que representa una suma de todos los costes de enlace desde el transceptor de radio del nodo en malla de pasarela de vuelta a un punto central, un canal (34) de radio primario que indica el canal de radio principal usado por el transceptor de radio que transmite la trama de baliza, un conjunto (36) de canales de radio que indica sólo los canales de radio que una parte asociada de una red en malla puede usar, y un conjunto de nodos (20, 21, 22, 23) en malla asociados con el transceptor de radio.
- 25 11. Nodo en malla, que comprende:
- 30 medios para recibir una trama de baliza desde un transceptor de radio de un nodo en malla adicional  
caracterizado por
- 35 los medios de recepción adaptados para recibir  
la trama de baliza que comprende información descriptiva de un coste (32) de trayectoria que representa una suma de costes de enlace desde el transceptor de radio del nodo (20, 21, 22, 23) en malla adicional de vuelta a un punto central, un canal (34) de radio primario que indica el canal de radio principal usado por la radio que transmite la trama de baliza, un conjunto (36) de canales que indica los canales de radio que una parte asociada de una red en malla puede usar, y un conjunto de nodos (20, 21, 22, 23) en malla asociados con el transceptor de radio que transmite la trama de baliza; y
- 40 medios para usar al menos parte de la información para estimar un coste de enlace asociado con el transceptor de radio.
- 45 12. Nodo en malla según la reivindicación 11, que comprende además medios, sensibles a una determinación de que el nodo (20, 21, 22, 23) en malla adicional desde el que se recibe una baliza está asociado con un nodo oculto, para estimar el coste de enlace para penalizar el nodo (20, 21, 22, 23) en malla adicional para reducir la probabilidad de asociación con el nodo (20, 21, 22, 23) en malla adicional.



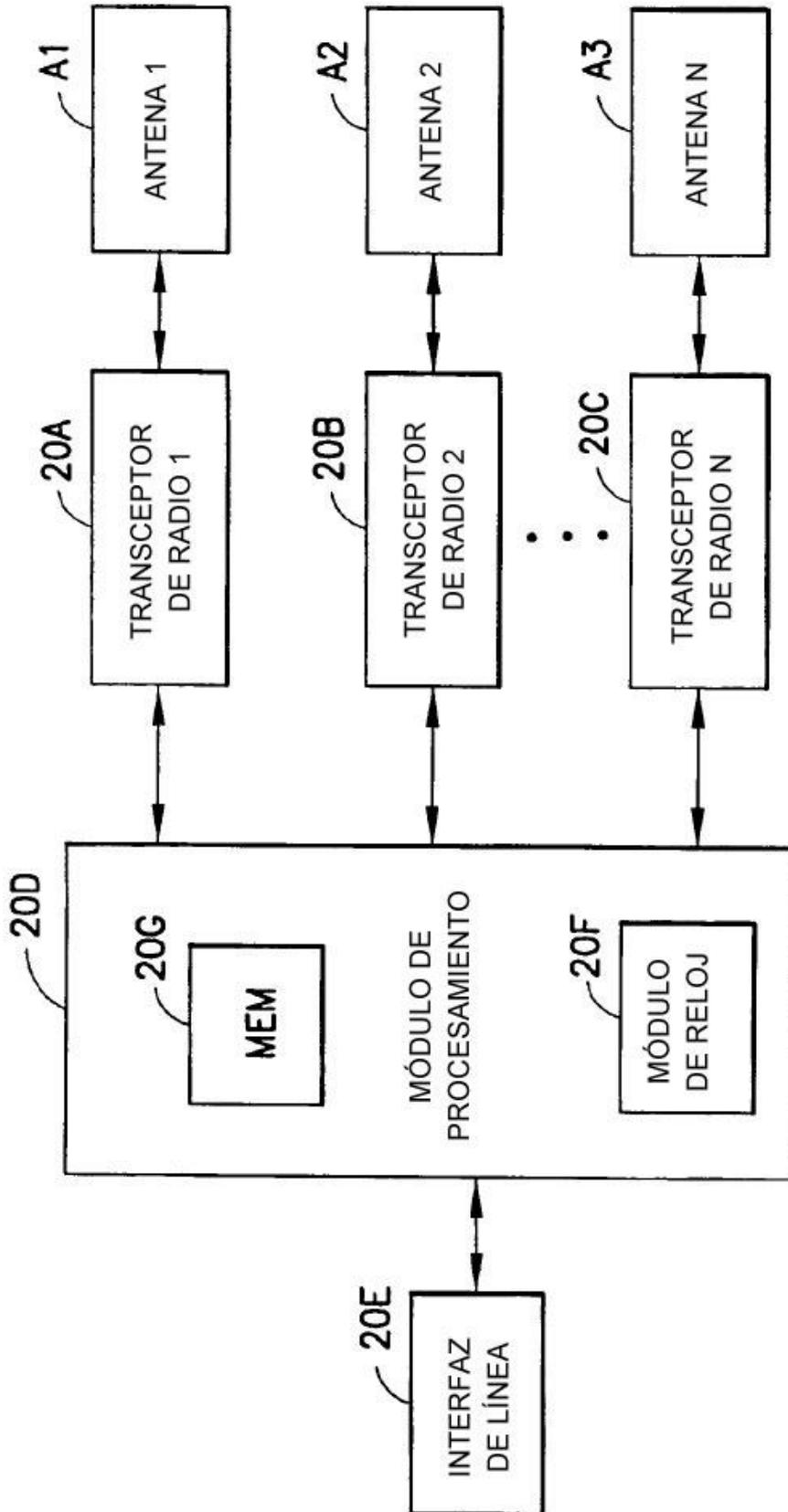


FIG.2A

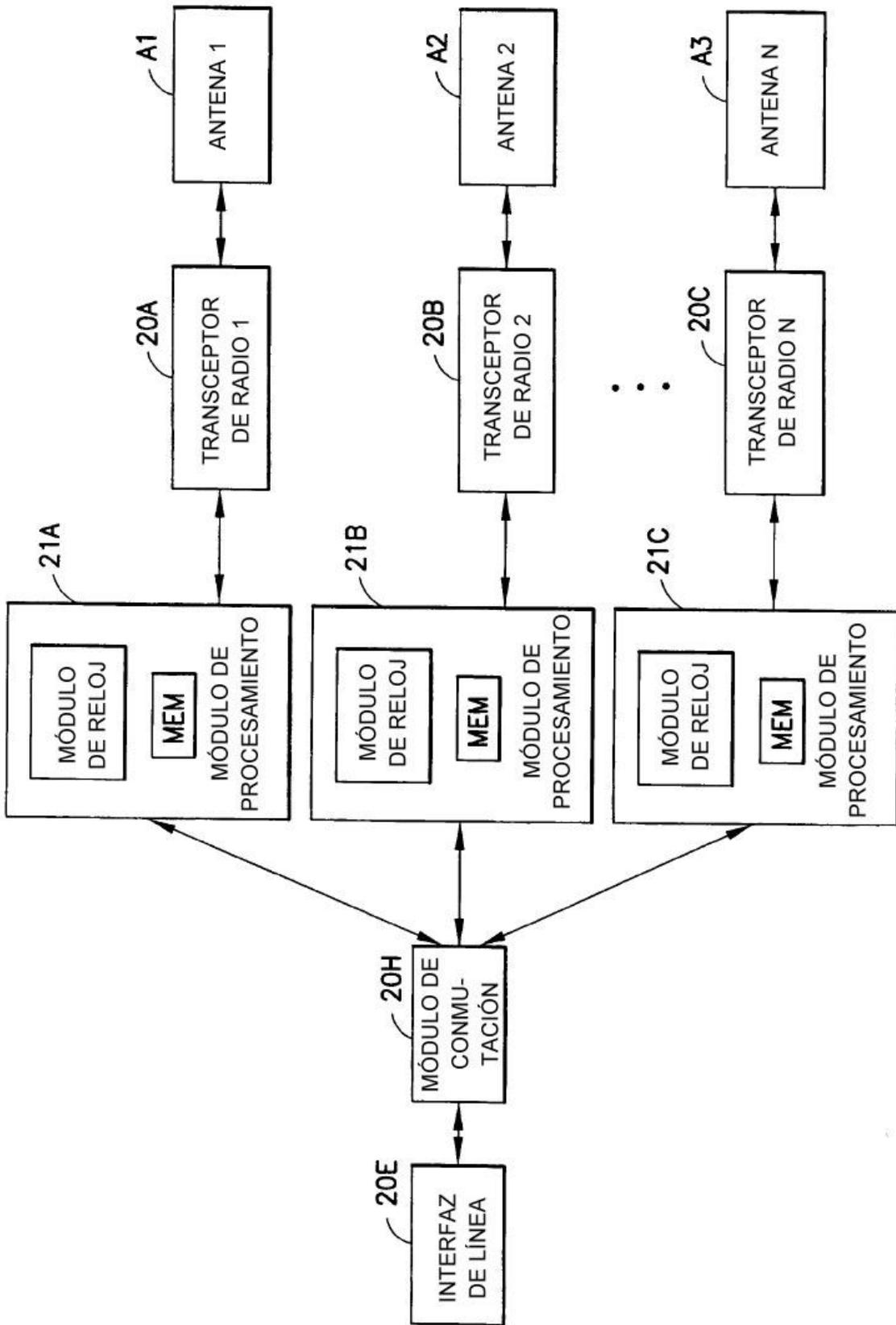
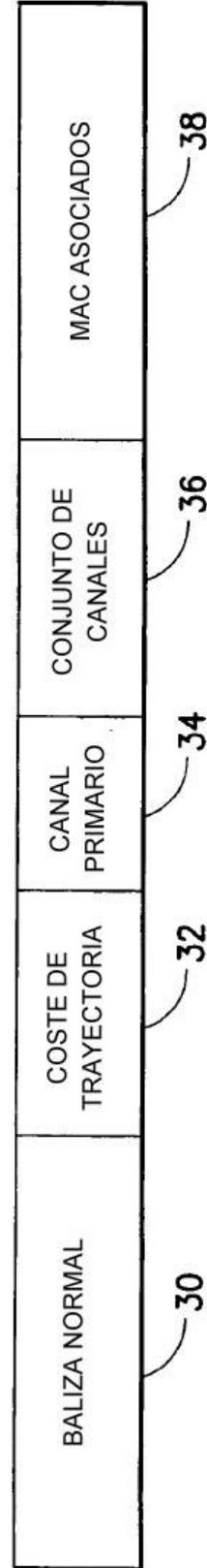


FIG.2B

MAC-M CAPA DE MAC PARA MALLA
MAC-R CAPA DE MAC PAR RADIO
CAPA FÍSICA DE 802.11

**FIG.3**



**FIG.4**

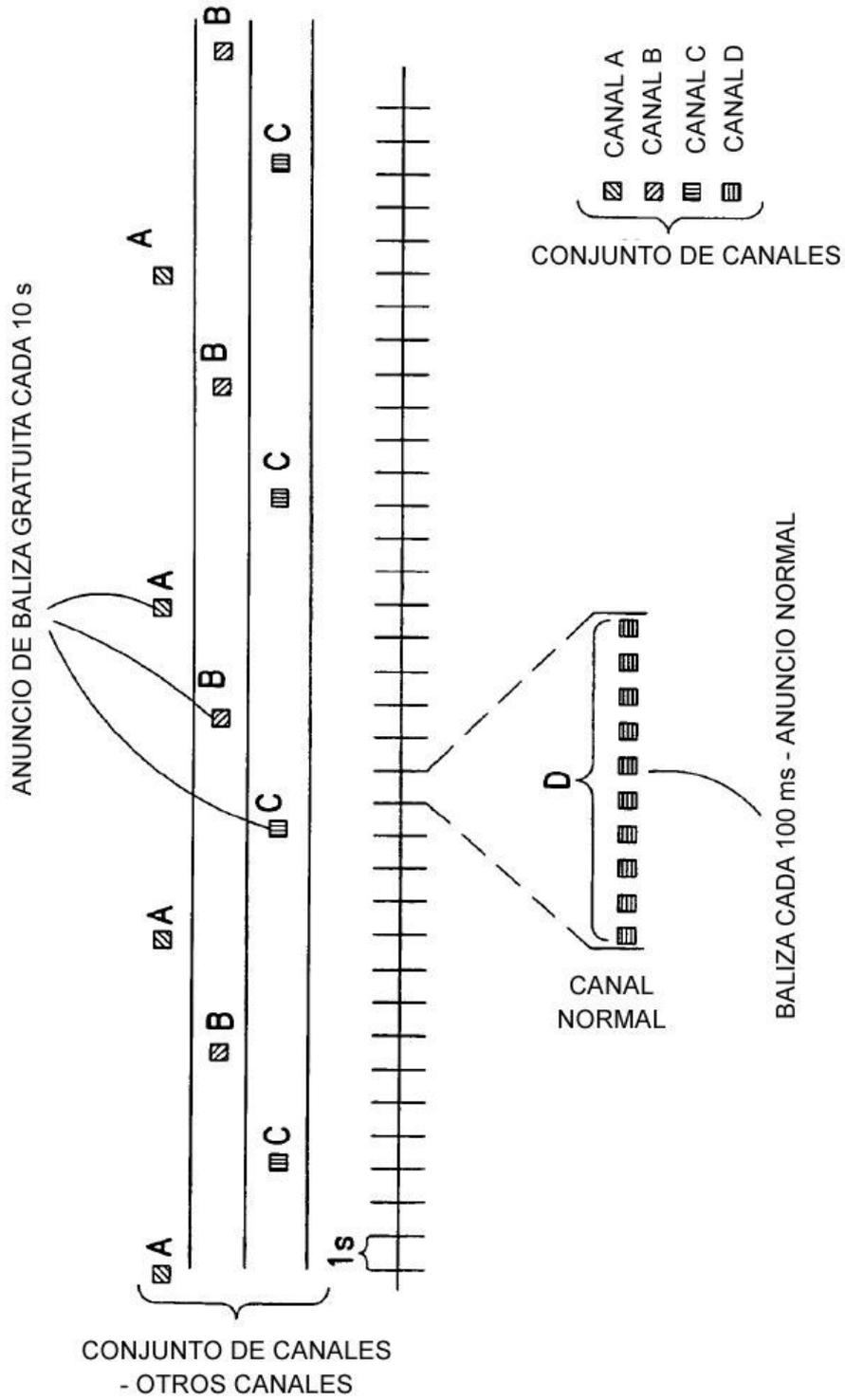


FIG.5

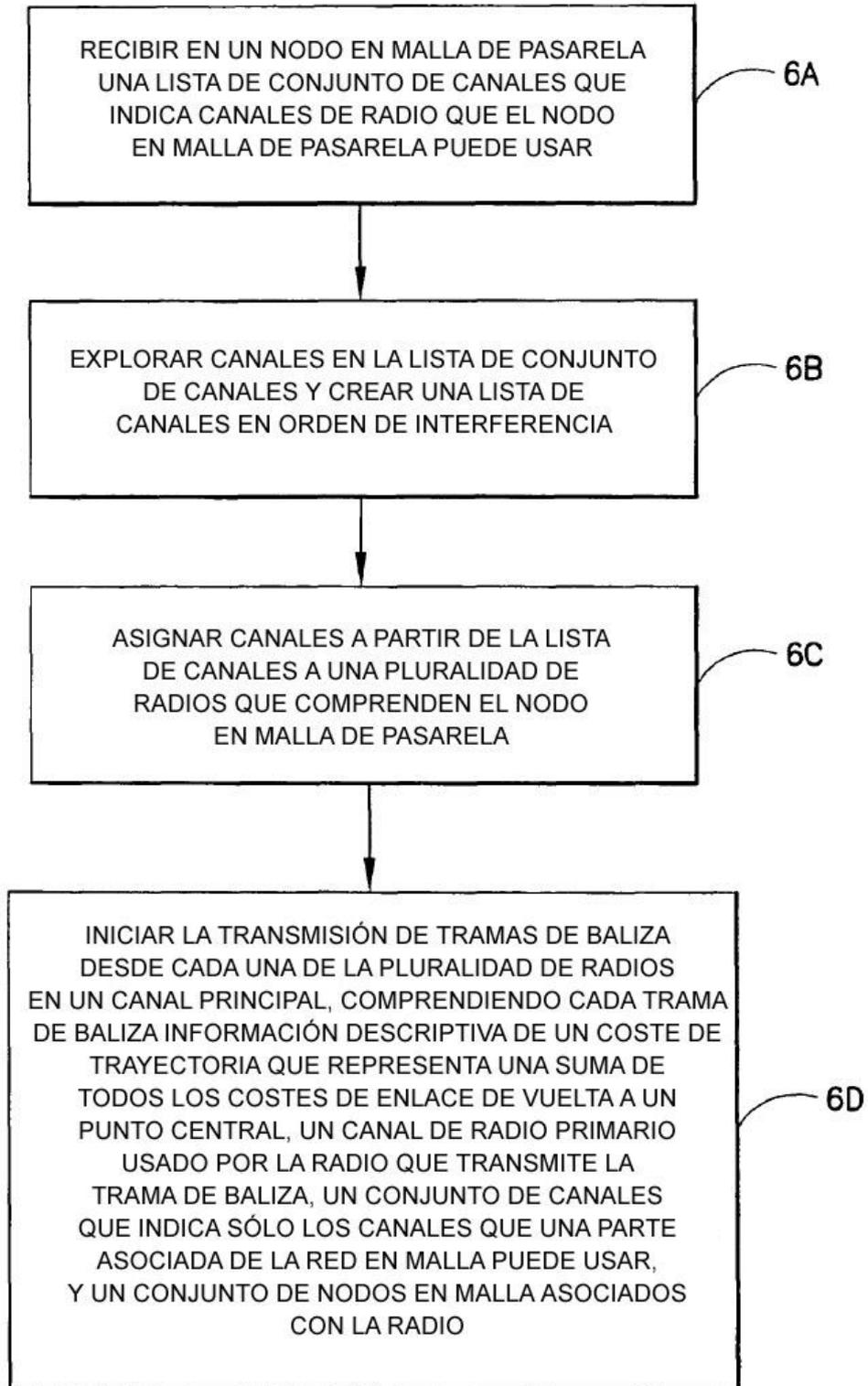
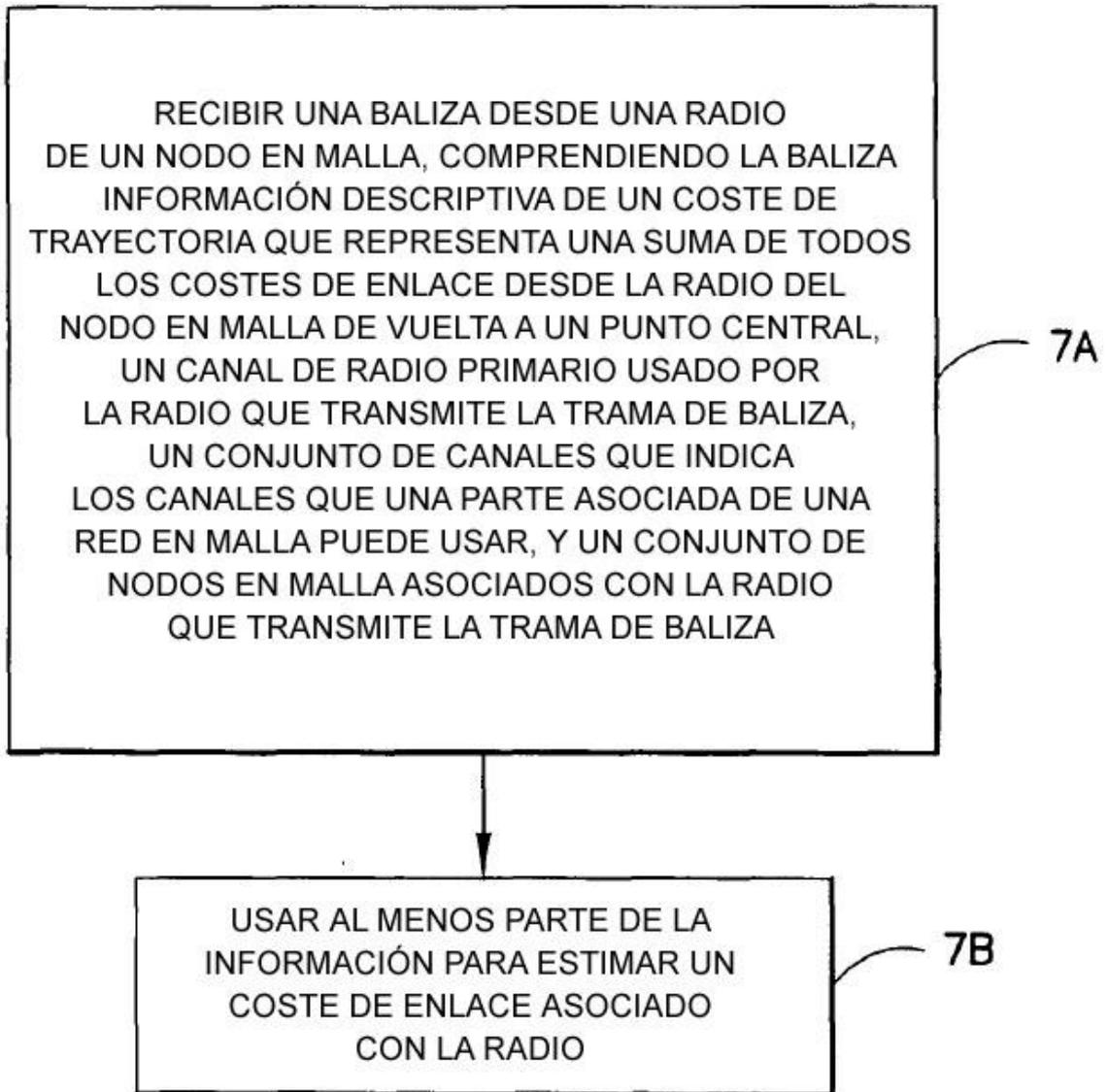


FIG.6



**FIG.7**