



19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 330 394**

51 Int. Cl.:  
**H04W 84/20** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **98943134 .1**

96 Fecha de presentación : **16.09.1998**

97 Número de publicación de la solicitud: **1016241**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **05.07.2000**

54 Título: **Picorrede de salto de frecuencia en un sistema inalámbrico multiusuario no coordinado.**

30 Prioridad: **17.09.1997 US 932911**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:  
**09.12.2009**

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:  
**09.12.2009**

73 Titular/es:  
**TELEFONAKTIEBOLAGET LM ERICSSON (publ)**  
**164 83 Stockholm, SE**

72 Inventor/es: **Haartsen, Jacobus, Cornelis**

74 Agente: **Elzaburu Márquez, Alberto**

ES 2 330 394 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).

# ES 2 330 394 T3

## DESCRIPCIÓN

Picorredes del salto de frecuencia en un sistema inalámbrico multiusuario no coordinado.

### 5 Antecedentes

La presente invención se refiere a los sistemas inalámbricos multiusuario no coordinados, y más particularmente a conectividad auto organizada en un sistema inalámbrico multiusuario no coordinado.

10 Las Redes de Área Local (LAN) Radio típicamente cubren un área de tecnología donde la industria informática y la industria de las comunicaciones inalámbricas se funden. La interconexión convencional de ordenadores se ha basado en LANs por cable, típicamente de conmutación por paquetes y orientadas a transferencia de datos. Por el contrario, la interconexión inalámbrica, y en particular la interconexión celular, se ha basado en redes de área extensa, típicamente de circuitos conmutados y orientadas a la transferencia de voz. La mayoría de los esfuerzos en el diseño de LANs  
15 radio han reutilizado los principios que se usan en las LANs cableadas. Este, no obstante, es un procedimiento cuestionable porque los entornos del medio cableado y del medio inalámbrico difieren en aspectos importantes. Además, las comunicaciones multimedia requieren características adicionales debido a las características especiales de tráfico planteadas por los datos, la voz y el vídeo. Finalmente, el entorno residencial tiene sus propios requerimientos que pueden ser decisivos para el diseño del sistema.

20 Casi el cien por cien de los las redes informáticas actuales usan una infraestructura cableada. El medio cableado puede variar desde un simple par trenzado a una fibra óptica. Debido a su entorno apantallado y controlable, el medio cableado se caracteriza por bajos niveles de interferencia y condiciones estables de propagación. Consecuentemente, el medio cableado tiene potencial para velocidades de transmisión de datos altas a muy altas. Debido a esto último, todos los participantes en LANs cableadas típicamente comparten este medio único. El medio constituye un canal único que se usa solamente por uno único de una pluralidad de usuarios distintos en cualquier momento dado. La multiplexación por división en el tiempo (TDM) se usa para permitir a los distintos usuarios acceder al canal en distintos momentos.

30 Los protocolos para acceder al medio cableado se han estandarizado por el IEEE en sus series 802. Típicamente, las técnicas de reserva de acceso múltiple como detección de portadora (por ejemplo, Acceso Múltiple con Detección de Portadora/Detección de Colisiones (CSMA/CD), 802.3, Ethernet), o testigos (por ejemplo, buses con testigo 802.4, o anillos con testigo 802.5) se usan para ganar el acceso al medio. Estos protocolos pueden ser usados en una detección distribuida en que el usuario que ocupa el canal reserva el medio por medio de su transmisión actual o por su testigo. En estos esquemas, cada usuario puede oír todo el tráfico. Es decir, en una LAN única, todos los usuarios comparten  
35 no solo el canal, sino también toda la información transportada en el canal. Cuando el número de participantes crece, la LAN se puede dividir en segmentos o LANs más pequeñas, cuyos canales funcionan independientemente. Las LANs se pueden interconectar mediante puentes o encaminadores que forman interfaces entre las distintas redes locales. Estas configuraciones provocan redes más complejas. Por ejemplo, se hace referencia a D. Bertsekas y R. Callager, *Redes de Datos*, 2ª Edición, Prentice-Hall, Londres, 1992. Para la discusión de las LANs residenciales, basta considerar la LAN única. La LAN típicamente proporciona un servicio de paquetes conmutados sin conexión. Cada paquete tiene una dirección de destino (y normalmente una dirección fuente también) de manera que cada usuario puede determinar si el paquete que pasa está destinado para él o no.

45 Se comprenderá que el flujo neto por usuario en una LAN única se determina por la velocidad de transmisión de datos de pico en el canal y por el número de usuarios que comparten este canal. Incluso si la velocidad de transmisión de datos de pico es muy alta debido al ancho de banda amplio del medio de la línea cableada, el flujo de usuario efectivo puede ser bajo si el canal tiene que ser compartido entre muchos usuarios.

50 Dado que el tipo de comunicación que tiene lugar sobre las LANs cableadas actuales es asíncrono y sin conexión, se adapta mal para soportar servicios de retardo crítico como la voz. Los servicios de voz demandan conexiones síncronas e isócronas, que requieren técnicas de prioridad en los protocolos de Control de Acceso al Medio (MAC) para dar preferencia a los usuarios de voz sobre los usuarios que no son de voz. Distintos estudios en redes de datos existentes han mostrado que ésta no es una tarea trivial.

55 Durante los últimos años, grupos de estándares en los Estados Unidos y en Europa han trabajado en LANs inalámbricas (WLANs). En los Estados Unidos, esto ha provocado el estándar IEEE 802.11 (Borrador de estándar IEEE 802.11, P802.11/D1, Dic. de 1994), mientras que en Europa esto ha provocado el estándar HIPERLAN del ETSI (ETSI, RES10/96/etr, "Equipos y Sistemas de Radio (RES); Redes de Área Local Radio de Altas Prestaciones (HIPERLANs), Julio de 1996).

60 Mirando primero al estándar IEEE 802.11, como el nombre indica, es una extensión del estándar LAN 802. La conexión inalámbrica es tanto un enlace radio como un enlace infrarrojo. El medio radio está en la banda Industrial, Científica, Médica (ISM) a 2,4 GHz. No obstante, para una LAN radio única, solamente está disponible un canal de 1-2 Mb/s en cualquier momento dado. Este relativamente estrecho canal tiene que ser compartido entre todos los  
65 participantes de la red radio. Tanto una configuración basada en una infraestructura cableada como una configuración basada en una estructura *ad-hoc* han sido definidas. Con una infraestructura cableada, el sistema radio meramente proporciona una extensión entre la LAN cableada y el terminal de usuario. Los puntos de acceso fijos hacen de interfaz

## ES 2 330 394 T3

entre el dominio de línea de cable y el dominio inalámbrico. En una red *ad hoc*, las unidades inalámbricas crean su propia red inalámbrica. La troncal cableada no está implicada del todo. Es la naturaleza *ad hoc* proporcionada con las comunicaciones inalámbricas la que da a las WLANs una importante ventaja sobre las redes cableadas en ciertas aplicaciones.

5

Para evitar la interferencia con otras redes u otras aplicaciones en la banda ISM de 2,4 GHz, se usa tanto la expansión de secuencia directa como el salto lento de frecuencia. El acceso al canal se consume por una forma especial de Acceso Múltiple con Detección de Portadora/Anulación de Colisión (CSMA/CA) que proporciona un servicio sin conexión. En una arquitectura basada en una infraestructura cableada, la parte fija toma el papel de un controlador central que programa todo el tráfico. En una arquitectura *ad hoc*, el protocolo distribuido CSMA/CA proporciona el acceso múltiple al canal.

10

En conjunto, el estándar IEEE 802.11 es muy similar al de Ethernet cableado, pero en donde el cable se ha reemplazado por un canal radio de 1 Mb/s. Se comprenderá que el flujo efectivo de usuario disminuye rápidamente cuando el número de participantes aumenta. Además, dado que el factor de expansión para Espectro Expandido de Secuencia Directa (DSSS) es solamente 11 y el régimen de salto para Espectro Expandido por Salto de Frecuencia (FHSS) está solamente en el orden de 10 a 20 saltos/s, se proporciona pequeña inmunidad contra la interferencia en la banda ISM. Aunque redes distintas pueden coexistir teóricamente en el mismo área (redes distintas usan tanto distintas frecuencias de portadora DSSS de las que siete se definen, como que usan distintas secuencias de salto FHSS), aumentando por ello el flujo agregado. De hecho, en A. Kamerman, "Las Técnicas de Espectro Expandido Direccional el Rendimiento de la WLAN," Microondas & RF, Septiembre de 1996, páginas 109-114, se reivindicó que el flujo agregado, definido como el flujo medio por usuario por el número de usuarios co-ubicados (no necesariamente participando en la misma red), nunca puede exceder de 4-6 Mb/s con cualquier tecnología. Para la co-ubicación de distintas redes bajo el estándar IEEE 802.11 es preferible que las redes estén basadas en una infraestructura cableada: un número limitado de puntos de acceso fijos co-ubicados pueden crear su propia red. Entonces es posible una cierta cantidad de coordinación a través de la red cableada. No obstante, para redes basadas en una estructura *ad hoc*, esto es mucho más difícil bajo el IEEE 802.11 porque el protocolo MAC no se presta para esta creación. En su lugar, las unidades que entran en el alcance de una red *ad hoc* se unirán a una red existente y no crearán su propia red.

15

20

25

30

35

40

HIPERLAN ha seguido un camino similar al IEEE 802.11. El sistema funciona en la banda de 5,2 GHz (no disponible en los Estados Unidos). El estándar está todavía bajo desarrollo y consta de una familia de sub-estándares, HIPERLAN 1 a 4. La parte más básica, HIPERLAN 1 (ETSI, ETS 300652, "Equipos y Sistemas de Radio (RES); Redes de Área Local Radio de Altas Prestaciones (HIPERLAN) Tipo 1; Especificación Funcional," Junio de 1996), es similar al IEEE 802.11. De nuevo, se usa un canal único, pero con una velocidad de transmisión de datos pico más alta de 23,5 Mb/s. Se usa un esquema dedicado CSMA/CA, llamado Eliminación-Producción de Acceso Múltiple con Prioridad sin Apropiación (EY-NPMA) que proporciona una pluralidad de fases basadas en contención antes de que el canal se reserve. Aunque la banda de 5,2 GHz es sin licencia en Europa, solamente se permiten las aplicaciones tipo HIPERLAN. Por lo tanto, no se implementan medidas especiales contra perturbaciones desconocidas. Se usan distintas redes que pueden coexistir en el mismo área proporcionados distintos canales de anchura 23 MHz. Fuera de los 5,2 GHz, han sido definidos cinco de tales canales.

45

Otra actividad interesante en el área de HIPERLAN es la estandarización HIPERLAN 2 que se concentra en el Modo de Transferencia Asíncrono (ATM) inalámbrico. Presumiblemente, esta red inalámbrica también usará la banda de 5,2 GHz, soportará velocidades de transmisión de datos de pico de alrededor de 40 Mb/s, y usará un esquema de acceso centralizado con algún tipo de esquema MAC de asignación de demanda.

50

55

60

Lo que los sistemas WLAN existentes tienen en común con las LANs cableadas es que se comparte un canal único entre todos los participantes de la red local. Todos los usuarios comparten el medio en sí mismo y toda la información transportada sobre este medio. En la LAN cableada, este canal puede abarcar el medio completo. No obstante, esto no es así en las LANs radio. En las LANs radio, el medio radio típicamente tiene un ancho de banda de 80 a 100 MHz. Debido a las limitaciones de implementación y coste de los transceptores radio, y debido a las restricciones que tienen lugar por los órganos reguladores como la FCC y el ETSI, es virtualmente imposible definir un canal radio en la LAN radio con el mismo ancho de banda que el medio radio. Por lo tanto, solamente parte del medio radio se usa en una LAN única. Como resultado, la velocidad de transmisión de datos de pico sobre el canal disminuye. Pero de manera más importante, el flujo efectivo de usuario disminuye porque todos los participantes comparten este canal, que ahora es mucho más pequeño que el medio. Aunque el medio se divide en distintos canales, cada uno de los cuales puede ser usado para ajustar una LAN radio distinta, en la práctica, solamente una red única cubre un cierto área, especialmente cuando afecta a redes *ad hoc*. En LANs radio basadas en una infraestructura cableada, los distintos canales se pueden usar para crear celdas, cada celda con su propia red que no es molestada por sus celdas vecinas. Este resultado se alcanza a costa del esfuerzo en planificar la asignación de los canales. En este sentido, se crea una estructura celular que es similar a aquellas que se encuentran en los sistemas móviles celulares. El uso de las distintas redes radio *ad hoc* en la misma celda, no obstante, está prohibida, limitando por ello el flujo agregado accesible por unidad de área.

65

Considerando ahora la transmisión de voz por medio de enlaces de datos, esto todavía es un problema en los sistemas convencionales porque los estándares LAN inalámbricos reutilizan los esquemas de acceso múltiple como se encuentra en las réplicas cableadas. Como se indica en M. A. Visser, y otros, "Transmisión de Voz y Datos sobre Red Inalámbrica 802.11" Proc. de PIMRC '95, Toronto, Septiembre de 1995, páginas 648-652, el uso de estos protocolos MAC para la transmisión de voz no es muy apropiada tampoco.

## ES 2 330 394 T3

La US 5.287.384 A describe un sistema de comunicaciones de datos de espectro expandido por salto de frecuencia en que la misma señal de información se usa para sincronizar tanto la secuencia de salto entre un transmisor y un receptor como los intervalos de tiempo del protocolo de acceso al medio. El sistema comprende al menos una estación base y una pluralidad de terminales.

La US 5.414.731 A describe un conjunto de comandos y un procedimiento para sincronización de los relojes de control de salto de frecuencia. En una LAN inalámbrica cada adaptador incluye un controlador y un transceptor. Cada controlador y transceptor tienen su propio reloj de salto y tabla de salto. Un interfaz de datos sincroniza los relojes de salto y las tablas de salto entre el controlador y el transceptor. Un sistema de salto de frecuencia lento se usa para la comunicación.

La US 5.574.979 A muestra cómo la interferencia periódica se puede evitar en un sistema de comunicaciones de frecuencia radio inalámbrico. Una estación base (56) usa un protocolo de comunicación de salto de frecuencia para mantener la comunicación con dispositivos informáticos móviles (61, 62). Cada estación base puede usar una secuencia de salto de frecuencia distinta. Adicionalmente, distintas estaciones base pueden no emplear un reloj maestro común y no se sincronizarán para tener el inicio de las secuencias de salto de frecuencia en el mismo momento, ver columna 11, línea 22 a columna 12, línea 23. Una NET es un grupo de usuarios de una secuencia de salto dada o una secuencia de salto en sí misma. Las NETs emplean distintas secuencias de salto para minimizar la interferencia potencial entre distintas NETs.

Hay por lo tanto una necesidad para una sustitución inalámbrica a coste efectivo de una red local que puede soportar tanto voz como datos y se auto organiza para un uso eficiente del espectro limitado de radio.

### **Compendio**

Es, por lo tanto, un objetivo de la presente invención proporcionar métodos y aparatos para conectar dispositivos inalámbricamente, haciendo uso óptimo del espectro asignado.

Es otro objetivo proporcionar una estructura de conectividad en la cual las unidades puedan establecer conexiones punto a punto independientemente, sin ser entorpecidas por conexiones punto a punto entre otras unidades que comparten el mismo área y el mismo espectro.

De acuerdo con un aspecto de la presente invención, el anteriormente mencionado y otros objetivos se alcanzan en una red inalámbrica que comprende: una unidad maestra; y una unidad esclava. La unidad maestra comprende: medios para enviar una dirección maestra a la unidad esclava; medios para enviar un reloj maestro a la unidad esclava; y medios para comunicar con la unidad esclava por medio de un canal de salto de frecuencia virtual. La unidad esclava comprende: medios para recibir la dirección maestra de la unidad maestra; medios para recibir el reloj maestro de la unidad maestra; y medios para comunicar con la unidad maestra por medio del canal de salto de frecuencia virtual. Adicionalmente, en esta realización de la red inalámbrica, una secuencia de salto del canal de salto de frecuencia virtual es función de la dirección maestra; y una fase de la secuencia de salto es función del reloj maestro.

En otro aspecto de la invención, la unidad maestra en la red inalámbrica además comprende medios para transmitir un mensaje de petición de información que solicita una dirección esclava de la unidad esclava; y la unidad esclava además comprende: medios para recibir el mensaje de petición de información; y medios, sensibles al mensaje de petición de información, para transmitir la dirección esclava a la unidad maestra.

En otro aspecto de la invención, la unidad maestra en la red inalámbrica además comprende: medios para recibir la dirección esclava y la información de topología de más de una unidad esclava; y medios para generar un árbol de configuración de la información de topología y de dirección.

En otro aspecto de la invención, la unidad maestra en la red inalámbrica además incluye medios para utilizar el árbol de configuración para determinar una ruta para una conexión entre la unidad maestra y la unidad esclava.

Todavía en otro aspecto de la invención, la información de topología y dirección esclava comprende una dirección propia de cada una de las más de una unidades esclavas y solamente las listas de direcciones de primer orden de cada una de las más de una unidades esclavas; y los medios para generar el árbol de configuración de la información de topología y dirección comprenden: medios para generar  $n$  anillos de conectividad de las listas de direcciones de primer orden, en donde  $n$  es un entero positivo, y en donde los medios de generación generan cada uno de los anillos de conectividad de acuerdo con una regla que un anillo de conectividad numerado más alto no puede incluir nodos que representan unidades que ya están representadas por un nodo en un anillo de conectividad numerado más bajo.

En una realización alternativa, los medios para generar el árbol de configuración de la información de topología y dirección comprenden: medios para generar  $n$  anillos de conectividad de las listas de direcciones de primer orden, en donde  $n$  es un entero positivo, y en donde los medios de generación generan cada uno de los anillos de conectividad considerando un anillo presente de conectividad numerado que tiene nodos madre, y que incluye en un siguiente anillo de conectividad numerado más alto aquellos nodos que representan todas las hijas de los nodos madre que satisfacen las siguientes reglas: el no descendiente de una madre puede representar la misma unidad que se representa por la

## ES 2 330 394 T3

madre; el no descendiente de una hija de la madre puede representar la misma unidad que cualquiera de las hijas de la madre; y la no hija de cualquier madre puede tener el mismo nombre que cualquier otra hija de dicha cualquier madre.

5 En otro aspecto de la invención, una unidad inalámbrica, para uso en una red inalámbrica que tiene una topología dispersa, comprende medios para recibir la información de topología y dirección de cada una de una pluralidad de otras unidades inalámbricas; y medios para generar un árbol de configuración de la información de topología y dirección.

10 En otro aspecto de la invención, la unidad inalámbrica además comprende medios para utilizar el árbol de configuración para determinar una ruta para una conexión entre la unidad inalámbrica y al menos una de las otras unidades inalámbricas.

15 En otro aspecto de la unidad inalámbrica inventada, la información de topología y dirección comprende una dirección propia de cada una de las otras unidades y solamente las listas de dirección de primer orden de cada una de las otras unidades; y los medios para generar el árbol de configuración de la información de topología y dirección para generar  $n$  anillos de conectividad de las listas de direcciones de primer orden, en donde  $n$  es un entero positivo, y en donde los medios de generación generan cada uno de los anillos de conectividad de acuerdo con una regla que un anillo de conectividad numerado más alto no puede incluir nodos que representan unidades que ya están representadas por un nodo en un anillo de conectividad numerado más bajo.

20 En otro aspecto de la unidad inalámbrica inventada, la información de topología y dirección comprende una dirección propia de cada una de las otras unidades y solamente las listas de dirección de primer orden de cada una de las otras unidades; y los medios para generar el árbol de configuración de la información de topología y dirección comprenden: medios para generar  $n$  anillos de conectividad de las listas de dirección de primer orden, en donde  $n$  es un entero positivo, y en donde los medios de generación generan cada uno de los anillos de conectividad considerando un anillo presente de conectividad numerado que tienen nodos madre, y que incluye en un siguiente anillo de conectividad numerado más alto aquellos nodos que representan todas las hijas de los nodos madre que satisfacen las siguientes reglas: el no descendiente de una madre puede representar la misma unidad que se representa por la madre; el no descendiente de una hija de la madre puede representar la misma unidad que cualquiera de las hijas de la madre; y la no hija de cualquier madre puede tener el mismo nombre que cualquier otra hija de dicha cualquier madre.

30 En otro aspecto de la invención, una red inalámbrica que tiene una topología dispersa comprende: una primera unidad maestra; una segunda unidad maestra; una primera unidad esclava; y una segunda unidad esclava. La primera unidad maestra comprende: medios para enviar una primera dirección maestra a la primera unidad esclava; medios para enviar un primer reloj maestro a la primera unidad esclava; y medios para comunicar con la primera unidad esclava por medio de un primer canal virtual de salto de frecuencia. La primera unidad esclava comprende: medios para recibir la primera dirección maestra de la primera unidad maestra; medios para recibir el primer reloj maestro de la primera unidad maestra; y medios para comunicar con la primera unidad maestra por medio del primer canal virtual de salto de frecuencia. La segunda unidad maestra comprende: medios para enviar una segunda dirección maestra a la segunda unidad esclava; medios para enviar un segundo reloj maestro a la segunda unidad esclava; y medios para comunicar con la segunda unidad esclava por medio de un segundo canal virtual de salto de frecuencia. La segunda unidad esclava comprende: medios para recibir la segunda dirección maestra de la segunda unidad maestra; medios para recibir el segundo reloj maestro de la segunda unidad maestra; y medios para comunicar con la segunda unidad maestra por medio del primer canal virtual de salto de frecuencia. Adicionalmente, en la red inalámbrica una primera secuencia de salto del primer canal virtual de salto de frecuencia es función de la primera dirección maestra; una fase de la primera secuencia de salto es función del primer reloj maestro; una segunda secuencia de salto del segundo canal virtual de salto de frecuencia es función de la segunda dirección maestra; una fase de la segunda secuencia es función del segundo reloj maestro; el primer reloj maestro no está coordinado con el segundo reloj maestro; y el primer canal virtual de salto de frecuencia usa el mismo espectro radio que el segundo canal virtual de salto de frecuencia. Con esta adaptación, el primer canal virtual de salto de frecuencia es distinto del segundo canal virtual de salto de frecuencia, permitiendo por ello la comunicación entre la primera unidad maestra y la primera unidad esclava que tiene lugar sin que interfiera, sustancialmente, con la comunicación entre la segunda unidad maestra y la segunda unidad esclava.

55 En otro aspecto de la invención, cada una de las primera y segunda unidades maestras en la red inalámbrica además comprende medios para transmitir un mensaje de petición de información que solicita una dirección esclava de la primera y segunda unidades esclavas. Adicionalmente, cada una de las primera y segunda unidades esclavas en la red inalámbrica además comprende: medios para recibir el mensaje de petición de información; y medios, sensibles al mensaje de petición de información, para transmitir la dirección esclava a la primera y segunda unidades maestras.

60 En otro aspecto de la invención, cada una de la primera y segunda unidades maestras en la red inalámbrica, además comprende: medios para recibir la información de topología y dirección esclava de más de una unidad esclava; y medios para generar un árbol de configuración de la información de topología y dirección.

65 En otro aspecto de la invención, cada una de las primera y segunda unidades maestras en la red inalámbrica además incluye medios para utilizar el árbol de configuración para determinar una ruta para una conexión entre la primera y segunda unidad maestra y las primera y segunda unidades esclavas respectivamente.

Todavía en otro aspecto de la red inalámbrica, la información de topología y dirección esclava comprende una dirección propia de cada una de las más de una unidades esclavas y solamente las listas de dirección de primer orden

## ES 2 330 394 T3

de cada una de las más de una unidades esclavas; y los medios para generar el árbol de configuración de la información de topología y dirección comprende: medios para generar  $n$  anillos de conectividad de las listas de direcciones de primer orden, en donde  $n$  es un entero positivo, y en donde los medios de generación generan cada uno de los anillos de conectividad de acuerdo con una regla en que un anillo de conectividad numerado más alto no puede incluir nodos que representan unidades que ya están representadas por un nodo en un anillo de conectividad numerado más bajo.

Todavía en otro aspecto de la invención, la información de topología y dirección esclava en la red inalámbrica comprende una dirección propia de cada una de las más de una unidades esclavas y solamente las listas de direcciones de primer orden de cada una de las más de una unidades esclavas; Adicionalmente, los medios para generar el árbol de configuración de la información de topología y dirección comprende: medios para generar  $n$  anillos de conectividad de las listas de direcciones de primer orden, en donde  $n$  es un entero positivo, y en donde los medios de generación generan cada uno de los anillos de conectividad considerando un anillo presente de conectividad numerado que tienen nodos madre, y que incluye en un siguiente anillo de conectividad numerado más alto aquellos nodos que representan todas las hijas de los nodos madre que satisfacen las siguientes reglas: el no descendiente de una hija de la madre puede representar la misma unidad que se representa por la madre; el no descendiente de una hija de la madre puede representar la misma unidad que cualquiera de las hijas de la madre; y la no hija de cualquier madre puede tener el mismo nombre que cualquier otra hija de dicha cualquier madre.

### 20 Breve descripción de los dibujos

Los objetivos y ventajas de la invención se comprenderán leyendo la siguiente descripción detallada en unión con los dibujos en los que:

La Fig. 1 es un diagrama de bloques de una red que tiene una topología en estrella;

La Fig. 2 es un diagrama de bloques de una red que tiene una topología en anillo;

La Fig. 3 es un diagrama de bloques de una red que tiene una topología en malla;

La Fig. 4 ilustra una LAN inalámbrica que tiene una topología dispersa, de acuerdo con un aspecto de la invención;

La Fig. 5a describe una LAN de la técnica previa que utiliza un canal único que es idéntico al medio;

La Fig. 5b describe una LAN de la técnica previa en la que el medio se divide en varios subcanales;

La Fig. 5c ilustra una LAN que utiliza un planteamiento multicanal de acuerdo con un aspecto de la invención;

La Fig. 6a describe una picorred de acuerdo con un aspecto de la invención en la que dos unidades inalámbricas que no están dentro del rango de otra comunican por medio de una unidad inalámbrica intermedia que está dentro del rango de cada una de las otras unidades inalámbricas, y que actúa como una maestra de la picorred;

La Fig. 6a describe una realización alternativa de la invención en la que dos unidades inalámbricas que no están dentro del alcance de otra comunican por medio de una unidad inalámbrica intermedia que está dentro del alcance de cada una de las otras unidades inalámbricas, y que actúa como un puente entre las dos picorredes;

La Fig. 7 describe una configuración ejemplar para ilustrar el procedimiento de petición de información de acuerdo con un aspecto de la invención;

La Fig. 8 describe un proceso de petición de información extendido de acuerdo con otro aspecto de la invención;

La Fig. 9 describe un primer tipo ejemplar de árbol de conectividad, de acuerdo con un aspecto de la invención;

La Fig. 10 describe un segundo tipo ejemplar de árbol de conectividad, de acuerdo con otro aspecto de la invención;

La Fig. 11 ilustra la utilización de un árbol de conectividad para determinar rutas posibles para hacer una conexión, de acuerdo con un aspecto de la invención; y

La Fig. 12 es un diagrama de bloques de un sistema ejemplar para transportar varias características inventivas.

### 60 Descripción detallada

Varias características de la invención se describirán ahora con respecto a las figuras, en las cuales se identifican como partes con los mismos caracteres de referencia.

65 Como se mencionó en la sección de Antecedentes, el planteamiento de canal único convencional a LANS se caracteriza por el hecho de que todas las unidades pueden recibir toda la información transferida sobre el canal. Consecuentemente, la topología de la red es tanto una estrella, como se ilustra en la Fig. 1; un anillo, como se ilustra en la Fig. 2; o una malla, como se ilustra en la Fig. 3. En la topología en estrella, un controlador maestro que programa

todas las comunicaciones puede ser situado en el centro. En las topologías en anillo y en malla, se aplica un control más distribuido. Para las LANs cableadas, las topologías en estrella y en anillo son las más apropiadas, porque minimizan la cantidad de cableado. No obstante, la topología en malla (es decir, una topología en la que una unidad puede conectar directamente con muchas otras unidades) se obtiene automáticamente en las LANs radio debido a la propagación radio omnidireccional. En las topologías convencionales ilustradas en las Fig. 1, 2 y 3, todas las unidades conectan a cada una de las otras unidades en la red. Cada unidad escucha constantemente a la maestra y escucha el tráfico en el canal. Esto es beneficioso en aplicaciones como radiodifusión y multidifusión. No obstante, estas aplicaciones solamente se usan en un pequeño porcentaje del tiempo. En su lugar, la mayoría de las aplicaciones llaman a servicios punto a punto o punto a multipunto entre dos o un número limitado de unidades conectadas a la red. Para estas aplicaciones, el planteamiento de canal único limita el rendimiento.

Por lo tanto, de acuerdo con un aspecto de la invención, se aplica un planteamiento de multicanal en el que las unidades que quieren comunicar no tienen que esperar por un punto libre en el canal, sino que en su lugar buscan un canal libre que puedan usar directamente. En este planteamiento, todos los usuarios comparten todos los canales en el espectro asignado en promedio, pero solamente unos pocos usuarios utilizan un canal particular en un momento particular en el tiempo. En este sentido, se pueden establecer enlaces de comunicación simultáneos sin interferir los unos a los otros. El planteamiento multicanal también permite reutilizar el canal: si las conexiones están suficientemente separadas geográficamente, pueden utilizar el mismo canal sin molestar una a otra.

En una red como ésta, solamente están conectadas las unidades que comunican entre ellas. La red "global" consta de conexiones dispersas o subredes (picorredes) dispersas y por lo tanto se referencian aquí dentro como que tienen topología dispersa. Esta disposición difiere de las LANs cableadas existentes y LANs inalámbricas en que aunque el medio (por ejemplo, el espectro de radio de 83,5 MHz a 2,4 GHz) se comparte entre todos los usuarios, la información transferida sobre el medio no se comparte entre todos los usuarios. En su lugar, se crean múltiples canales, y cada canal solamente se comparte por los participantes de interés, a saber, solamente aquellos participantes que necesitan compartir la información. Aunque cada unidad puede conectar potencialmente con cada una de las otras unidades en el alcance, no conectará instantáneamente a todas las unidades en el alcance simultáneamente. Se pueden establecer múltiples conexiones *ad-hoc*, cada una de las cuales que funciona independientemente.

Un ejemplo de una red dispersa 401 de acuerdo con la invención se ilustra en la Fig. 4. En esta figura, se han formado cuatro subredes 403-1, ..., 403-4. En cada subred 403-x, solamente participan aquellas unidades que verdaderamente quieren intercambiar información. Cada subred 403-x tiene su propio canal virtual, y solamente los participantes de la picorred disputan por el canal correspondiente. Las subredes 403-x funcionan independientemente con respecto a otra. Las unidades para las que no hay necesidad de intercambio de información (tales como la unidad 8 en la Fig. 4) no están conectadas. No obstante, estas unidades barren periódicamente el espectro para mensajes de búsqueda para ver si otra unidad quiere conectarse a ellas.

Para evitar la interferencia entre las distintas conexiones y subredes 403-x, se aplica tanto una forma de asignación de canal adaptativa como una forma de expansión. Cuando se aplica la asignación del canal adaptativa, las unidades que quieren conectar realizan mediciones en los distintos canales y entonces selecciona en mejor canal (es decir, el canal menos interferido). El esquema adaptativo, no obstante, tiene algunas desventajas comparado con las técnicas de expansión descritas a continuación. Primero, puede ser difícil obtener mediciones fiables en un canal debido a la naturaleza de ráfagas del tráfico de datos. Segundo, se debe incluir un mecanismo de tal manera que las unidades que quieren comunicar verdaderamente seleccionen el mismo canal (con el menos interferido), lo cual no es una tarea trivial. Un controlador central es inevitable. En lugar de expansión, como también se requiere por la Comisión Federal de Comunicaciones (FCC) en la banda sin licencia como la ISM de 2,4GHz, es un método mucho más atractivo.

Para el caso en que se utiliza la expansión, se puede aplicar expansión de secuencia directa o expansión por salto de frecuencia (FH) para expandir la interferencia. Un interfaz aéreo adecuado que aplica a FH lento se describe en la Solicitud de Patente de U.S. N° 08/685.069 (Sumario de Procurador No. 27951/00059 EUS00390-RCUR), titulada "Sistema de Comunicaciones Radio de Corto Alcance y Método de Uso", que fue presentada el 23 de Julio de 1996 en nombre de Paul W. DENT y Jacobus C. HAARTSEN, que se asigna comúnmente al mismo beneficiario que aquél de la presente solicitud, y que se incorpora por este medio aquí dentro por referencia. En la solicitud recién referenciada, se describe un interfaz aéreo que obtiene inmunidad contra interferencia co-usuario y otras perturbaciones aplicando salto de frecuencia y un esquema de retransmisión rápida de paquetes.

El salto de frecuencia es preferible sobre la expansión directa de secuencia por una pluralidad de razones. Primero, es deseable ser capaz de hacer conexiones *ad hoc* múltiples, co ubicadas pero no coordinadas. En este entorno, la expansión directa de secuencia podría plantear problemas de cercanía lejanía. Un mecanismo de control de potencia se puede implementar debido a la naturaleza no coordinada de los transmisores. La existencia de perturbaciones desconocidas también mandarían la necesidad de una ganancia de procesamiento más alta y una alta potencia de transmisión (TX). El alto régimen de expansión que la alta ganancia de procesamiento implicaría, provocaría un diseño costoso de transceptor. Como en el caso de la alta potencia de TX, esto es menos atractivo en equipos de usuario que funcionan con batería. Finalmente, la mejor inmunidad de interferencia se obtiene usando el espectro disponible entero, que es de 83,5 MHz a 2,4 GHz. La expansión directa de secuencia solamente puede usar parte del espectro debido a las limitaciones del ancho de banda en el transceptor. En su lugar, los sistemas por salto de frecuencia pueden saltar sobre el espectro entero en promedio, pero tener todavía un ancho de banda de canal razonable instantáneamente. Análogo al estándar IEEE 802.11, la presente invención define 79 saltos de 1 MHz de ancho. Un canal virtual se define como

una secuencia de salto pseudo-aleatoria que salta en promedio sobre todos los 79 saltos. Se pueden establecer distintas conexiones simultáneamente aplicando distintos canales virtuales. Ocasionalmente, distintos canales virtuales utilizarán el mismo salto, en cuyo caso entran en conflicto. La recuperación de errores y la redundancia se usan entonces para superar la perturbación.

5 La compartición del medio de acuerdo con la presente invención comparada con otros sistemas se explica además en las Fig. 5a, 5b y 5c. La Fig. 5a muestra un planteamiento de canal único de la técnica previa en el que hay solamente un canal 503, y este canal 503 es idéntico al medio 501, como se encuentra típicamente en las LANs cableadas. Todos los usuarios disputan por el mismo canal 503, y se utiliza TDM para dar a cada usuario una parte de la capacidad de transmisión. El acceso al canal 503 se controla tanto centralmente como de una manera distribuida. En la Fig. 5b, se muestra un sistema de la técnica previa en el que el medio 501 se divide en varios subcanales 505-x, por ejemplo, aplicando Multiplexación por División en Frecuencia (FDM). Los usuarios al alcance establecen una red que utiliza uno de esos subcanales 505-x. Este subcanal 505-x es tanto fijo (como en HIPERLAN) como que salta lentamente a través del medio entero (como en IEEE 802.11 FHSS). Es decir, en diferentes instantes de tiempo, se selecciona un subcanal 505-x distinto. No obstante, en cualquier instante de tiempo, todos los usuarios disputan para ganar el acceso al mismo subcanal. Por ejemplo, en la ilustración de la Fig. 5b, se muestra un instante de tiempo en que cada uno de los usuarios 1 a 9 disputa para ganar el acceso al subcanal 505-3.

En la Fig. 5c, se muestra el planteamiento multicanal de la invención. De nuevo, el medio 501 ha sido dividido en subcanales. No obstante, un grupo de usuarios conectados 507-x se multiplexa (es decir, se salta en frecuencia) a través de todos los subcanales 509-x en un régimen relativamente alto. Los paquetes se multiplexan a un régimen de salto entre los distintos subcanales 509-x. El patrón de salto representa un canal virtual. En la Fig. 5c, se suponen tres grupos de usuarios 507-x: un primer grupo 507-1 que comprende usuarios identificados como los usuarios 2, 3 y 4; un segundo grupo 507-2 que comprende usuarios identificados como los usuarios 5 y 8; y un tercer grupo 507-3 que comprende usuarios identificados como los usuarios 6, 7 y 9. De acuerdo con la invención, cada uno de estos grupos 507-x constituye una picorred. En este ejemplo, un usuario adicional, el usuario 1, no está en cualquiera de los grupos de usuario 507-x, y no está conectado por lo tanto en ninguna de las tres picorredes.

Se comprenderá que el planteamiento multicanal en la Fig. 5c da un flujo total mucho más alto que el planteamiento de canal único en la Fig. 5b cuando el medio tiene que ser dividido en una pluralidad de subcanales más pequeños debido a las limitaciones de los transceptores radio o las regulaciones. En la presente invención, cada picorred corresponde a un canal virtual que usa una secuencia particular para multiplexar (saltar) a través de los subcanales, y que usa una dirección de enlace particular para identificar sus paquetes. Las distintas picorredes reutilizan todos los subcanales de una forma aleatoria; cada subcanal se usa en promedio por todas las picorredes. La compartición de los subcanales provoca una multiplexación estadística entre las picorredes que aumenta la eficiencia bajo condiciones de tráfico de ráfagas tales como aquellas que se encuentran en las aplicaciones de datos. Debido al régimen de salto rápido (un paquete por salto), la multiplexación estadística es mucho más eficiente que, por ejemplo, la que puede ser obtenida co-ubicando WLANs basadas en un FHSS 802.11 donde el tiempo fijado en un canal único es mucho más largo.

El tipo de servicio obtenido con un planteamiento multicanal se sitúa en algún lugar entre un servicio puro de circuitos conmutados y un servicio puro de paquetes conmutados. Los canales virtuales se definen de forma similar a los canales en conexión orientados a redes de paquetes conmutados. No obstante, cada canal virtual se acopla únicamente a dos o más usuarios y funciona en una manera síncrona similar a los canales en las redes de circuitos conmutados. Adicionalmente, a diferencia de los (sub)canales o circuitos en redes de circuitos conmutados que se usan exclusivamente por los usuarios conectados, los circuitos en las picorredes se comparten en promedio entre todos los usuarios. Para aplicaciones de datos a ráfagas esto proporciona un flujo más alto y un mejor uso del medio debido a la multiplexación estadística de paquetes que no se encuentra en las redes convencionales de circuitos conmutados.

La discusión ahora se enfocará en las técnicas ejemplares para permitir a las unidades establecer las conexiones *ad hoc* de las picorredes descritas arriba. El sistema descrito aquí ha sido optimizado para establecer y finalizar rápidamente las conexiones *ad-hoc* entre unidades inalámbricas arbitrarias dispersas en un área restringida. Tanto las conexiones punto a punto como las punto a multipunto pueden ser establecidas. Todas las unidades son unidades semejantes, utilizando cada una idéntico equipamiento transceptor de radio. De acuerdo con un aspecto de la invención, a una unidad se le asigna temporalmente el papel de maestra siempre que se inicia una conexión. Esta asignación dura solamente durante la duración de la conexión. A menos que se redefina, la unidad maestra es la unidad que inicia la conexión. Cada unidad tiene una dirección única, o código de acceso, por el que se identifica. En una realización ejemplar, la dirección tiene una longitud de 64-bits, pero, por supuesto, este no necesita ser el caso en cada realización. La dirección determina la secuencia de salto pseudo-aleatoria o el canal virtual que la unidad utiliza cuando es una maestra. La maestra, por lo tanto, tiene que distribuir su dirección entre las esclavas de manera que todas usen el mismo canal virtual de salto. Durante una conexión, se usa una secuencia de salto muy larga en la cual se visita cada salto en los 79 saltos posibles con igual probabilidad. La fase en la secuencia de salto se determina por el reloj del sistema en la unidad transceptora maestra.

Una unidad en modo de espera activa se despierta en intervalos de tiempo regulares, digamos cada T segundos (tal como cada 1,28s), para escuchar a un mensaje de búsqueda que consta de su dirección. Este mensaje de búsqueda puede ser considerado como un código directo de secuencia de 64-chip: el receptor pone en correlación contra este código y solamente entonces activa el resto del transceptor si el resultado de la correlación excede un cierto valor umbral. Cada nuevo instante de despertar, la unidad despierta en un nuevo salto de acuerdo a una secuencia de despertar

## ES 2 330 394 T3

de 32 saltos. Los 32 saltos de despertar son todos únicos y expandidos incluso sobre la banda ISM de 2,4 GHz. Tanto los saltos de despertar y la secuencia de salto de despertar pseudos-aleatoria se determinan por la dirección de la unidad en espera activa. La fase en la secuencia se determina por el reloj del sistema de la unidad en espera activa. La unidad que intenta conectar (la "unidad de radiobúsqueda") retransmite el mensaje de búsqueda (que es código de expansión que representa la dirección del destinatario) con un régimen de repetición alto en distintos saltos. Usa los saltos de despertar y la secuencia de salto de despertar del destinatario, e intenta alcanzar el destinatario enviando el mensaje de búsqueda en tantos saltos distintos en la secuencia de salto de despertar como sea posible. Teniendo una estimación del reloj del sistema del destinatario, la unidad de radiobúsqueda puede expedir la adquisición porque conoce cuándo y en qué salto despertará el destinatario. Con el conocimiento sobre el reloj del destinatario, el retardo de adquisición en el caso peor es T (debido al hecho de que una unidad en espera activa solamente se despierta una vez cada T segundos). Sin el conocimiento del reloj de la unidad en espera activa, el retardo de adquisición en el caso peor asciende a 2T. Estos retardos se obtienen en un entorno libre de errores. Si los errores ocurren, el tiempo de adquisición puede incrementarse. Las técnicas descritas arriba para acceder a una unidad que está en modo de espera activa se describen más plenamente en la Solicitud de Patente de U.S. N° 08/771.692, titulada "Técnica de Acceso del Sistema de Comunicaciones por Salto de Canal" y presentada el 23 de diciembre de 1996 en nombre de Haartsen y otros. La Solicitud de Patente de U.S. N° 08/771.692 se incorpora, por este medio, aquí dentro por referencia.

Una vez que se ha establecido una conexión, la unidad de radiobúsqueda, que se designa como la unidad maestra, transporta su dirección y su reloj del sistema al destinatario. El código maestro y reloj entonces se usará para definir el canal virtual de FH. El código maestro también se usa para identificar los paquetes en el canal virtual. Es decir, cada paquete en el canal virtual, sin tener en cuenta que el usuario del canal virtual es el remitente, está precedido por la dirección maestra, que actúa como una dirección de enlace. Cuando las distintas unidades en el mismo área establecen distintas conexiones, cada una usa un canal virtual distinto y dirección de enlace distinta como se define por los parámetros de las unidades que iniciaron las conexiones (es decir, las unidades maestras).

Para permitir a más de dos usuarios participar en una picorred, se definen capacidades punto a multipunto limitadas en una realización ejemplar que permiten a una unidad asignada como maestra conectar con una pluralidad de esclavas. Se produce una topología en estrella con la maestra en el centro. Las esclavas no pueden comunicar directamente entre ellas, sino que necesitan usar la maestra como intermediaria. Se utiliza un esquema de puesta en común que programa las transmisiones de las distintas esclavas. Todas las esclavas se sincronizan en el tiempo, es decir, todas escuchan a la maestra en el mismo momento. Solamente la esclava que se direcciona (léase puesta en común) en el receptor (RX) esclavo se le permite responder en los intervalos TX esclavos sucesivos. Todas las unidades, maestras y esclavas, reconocen los paquetes en el canal virtual por el código de enlace (que es la dirección maestra). Se identifica una esclava particular en la picorred por una dirección de miembro. En una realización particular, la dirección de miembro es una dirección de 3 bits en la cabecera del paquete. La dirección de 3 bits limita el número de participantes en una picorred a ocho. Si una realización particular no permite que la cabecera del paquete se agrande para incluir un campo de dirección más amplio, entonces un número más grande de participantes podría ser permitido implementando un esquema de direccionamiento adicional en la carga de pago del paquete.

El enlace entre las unidades utiliza un esquema Duplex por División en el Tiempo (TDD) en el que un transceptor radio alternativamente transmite y recibe. Una trama TDD consta de un intervalo de transmisión y un intervalo de recepción. Los mensajes que van a ser transmitidos se dividen en paquetes. Cada intervalo de TX y RX puede contener como mucho un paquete de TX y un paquete de RX, respectivamente. Intervalos consecutivos utilizan distintos saltos como se define por el canal virtual. El canal virtual proporciona un enlace síncrono: las unidades que comparten el mismo canal virtual saltan en sincronía y se adhieren estrictamente a la temporización TDD. No obstante, un intervalo no tiene que ser ocupado. Si no hay datos que van a ser enviados, dos unidades conectadas pueden saltar en sincronía sin intercambiar paquetes. Aunque el servicio proporcionado por este enlace está por su naturaleza orientado a conexión, cada paquete contiene la dirección del enlace que corresponde al canal virtual. El canal no está libre de contienda. Más bien, los distintos canales virtuales ocasionalmente pueden usar el mismo salto. Consecuentemente, un destinatario necesita examinar la dirección de enlace recibida para identificar si el paquete recibido es realmente el suyo, o si el paquete está asociado con otro canal virtual, que por accidente, aterrizó en el mismo salto de recepción como el que es para el canal virtual del destinatario. El uso de la dirección de enlace es bastante importante porque el tráfico a ráfagas puede provocar intervalos vacíos que pueden ser rellenados accidentalmente por otros enlaces, y porque pueden suceder situaciones de cercanía lejanía en las que un paquete que interfiere borra completamente el paquete pretendido.

La transmisión de voz no es un problema en este sistema porque se proporciona un enlace síncrono. Si la voz es parte de la secuencia de información, un paquete de voz se transmitirá cada trama TDD. Las colisiones ocasionales se pueden superar mediante técnicas de recuperación en el destinatario, o alternativamente pueden ser ignoradas. Lo último requiere que sean aplicadas técnicas robustas de codificación como modulación Delta de Pendiente Variable Continua (CVSD).

Un esquema de Petición de Retransmisión Automática (ARQ) se aplica en el cual el éxito o fallo de un paquete en la trama TDD se informa directamente en la trama TDD siguiente. En este sentido, se desperdicia el mínimo espectro en el Protocolo ARQ: solamente se transmiten los paquetes que fallan. Además, tanto la latencia como el sobredimensionado de cabecera se minimizan (en la realización ejemplar, el esquema ARQ solamente requiere dos bits en la cabecera del paquete). La implementación del esquema ARQ se puede hacer directamente en los componentes físicos y preferentemente se sitúa muy cerca de la capa física en el protocolo de comunicaciones.

## ES 2 330 394 T3

La topología en estrella y el esquema de acceso de puesta en común de la presente invención son una consecuencia de la definición de picorred y la estricta sincronización del tiempo en el canal virtual. Si dos esclavas necesitan comunicarse directamente con otra, se crea entonces una picorred adicional sobre la cual la maestra original no tiene control directo. Una de las esclavas desplaza su trama TDD por media trama. Esta esclava no puede oír más a la maestra (actúa como una maestra de la nueva picorred), y la maestra original tampoco puede oír a la esclava. Aunque para una picorred, se usa una aproximación de canal (virtual) único, el control distribuido no es posible debido a la estricta sincronización del tiempo aplicada.

Para ser capaz de conectar a la unidad, es esencial que su dirección sea conocida. En LANs convencionales (incluyendo LANs inalámbricas convencionales), estas direcciones se conocen normalmente por todos los participantes de la LAN. Debido a que todas las unidades están conectadas ya entre ellas, las unidades pueden simplemente establecer enlaces usando las direcciones apropiadas cuando envían un mensaje. No se necesita que la conexión sea establecida. La unidad que reconoce su dirección simplemente toma el mensaje, mientras que todas las otras unidades descartan el mensaje.

Debido a que la red dispersa se establece en una base *ad hoc*, las unidades no tienen conocimiento previo de todas las direcciones de sus unidades vecinas. Para solventar este problema, y de acuerdo con otro aspecto de la invención, se proporciona un procedimiento de petición de información que permite a las unidades aprender de las direcciones de las unidades cercanas. El procedimiento de petición de información es muy similar al procedimiento de búsqueda. En lugar de un mensaje de búsqueda, se transmite un mensaje de petición de información con un régimen de repetición alto en distintos saltos. En la realización ejemplar, el mensaje de petición de información es un código de 64-bits que pide al destinatario revelar sus parámetros de unidad. Como la dirección, el código de petición determina, por ejemplo, 32 saltos de petición de información distintos y una secuencia de salto de petición de información. Las unidades que reciben un mensaje de petición de información responden con un paquete único que incluye la dirección del destinatario, el reloj del sistema del destinatario, y su clase de servicio (por ejemplo, si la unidad es una impresora, un ordenador portátil, una estación base, y similares). Las unidades pueden elegir aleatoriamente un salto de vuelta en la secuencia de salto de petición de información para evitar colisiones. La unidad solicitante de información recoge todas las respuestas, y hace una lista de códigos y desviaciones de reloj de las unidades que están dentro de su alcance. La información puede ser usada entonces más tarde cuando se desee una conexión. Dado que las unidades se mueven, el procedimiento de petición de información puede ser repetido periódicamente de manera que la lista puede ser actualizada cuando sea necesario.

El proceso descrito arriba permite a una recoger toda la información necesaria para ello para establecer una picorred con unidades que están dentro del alcance. No obstante, en algunos ejemplos una unidad puede querer conectar con una unidad que está fuera del alcance (es decir, demasiado lejos para que la comunicación radio directa tenga lugar entre las unidades). De acuerdo con otro aspecto de la invención, este problema se resuelve utilizando una unidad intermedia que están dentro del alcance tanto de la unidad fuente como de la unidad destino. En una realización, la unidad intermedia actúa como una maestra en una configuración punto a multipunto, y repite la información entre dos unidades que no pueden conectar directamente. Esta realización se ilustra en la Fig. 6a, en la que dos unidades A y B están fuera del alcance. Una tercera unidad, la unidad C, están en el alcance de ambas unidades A y B, y se usa como una maestra. Las unidades A y B son esclavas en esta picorred 601 única.

En una realización alternativa, ilustrada en la Fig. 6b, la unidad intermedia que está dentro del alcance de las otras dos unidades actúa como un puente entre las unidades fuente y destino. Una unidad puente es una unidad más complicada que es capaz de conectar a dos picorredes. Como se ilustra en la Fig. 6b, las unidades A y B, que están fuera de alcance una con respecto a otra, participan en distintas picorredes 603 y 605. La unidad puente C participa en cada una de estas picorredes 603 y 605. Debido a que las dos picorredes 603 y 605 son no coordinadas, la unidad puente C comprende esencialmente dos unidades transceptoras, cada una que participa en una diferente de la picorred 603 y 605. Dentro de la unidad puente C, la información se transfiere hacia atrás y adelante entre los dos transceptores. Debido a que el puente C usa dos canales virtuales (dos picorredes) en lugar de una, proporciona un flujo más alto entre las unidades A y B que la configuración punto a multipunto de la Fig. 6a.

Para permitir configuraciones puente que van a ser establecidas en un sistema, es necesario un proceso de petición de información más extenso para permitir a cada unidad aprender las direcciones de no solamente aquellas unidades que están dentro del alcance, sino también de las direcciones de aquellas unidades fuera del alcance que están dentro del alcance de las unidades puente accesibles. Este proceso de petición de información extensivo se describirá con mayor detalle debajo. Por el momento, sin embargo, cabe señalar además que si se requiere una conexión a una unidad que está fuera del alcance, la unidad fuente primero establece una conexión a la maestra o a la unidad puente que está en el alcance de la unidad fuente. Una vez que se establece una conexión, la unidad fuente ordena a la maestra o a la puente hacer una conexión adicional a la siguiente puente o a la destino final. Una vez que una unidad maestra o puente ha hecho las dos conexiones, meramente repite toda la información entrante de usuario. La información de control, no obstante, se trata separadamente.

El uso de unidades intermedias para establecer conexiones depende, por supuesto, de las distancias geográficas y el alcance de una unidad única. El alcance de las unidades radio puede ser limitada porque esto provoca una implementación rentable y de bajo consumo de potencia. Los niveles de potencia más altos provocarían un alcance aumentado y simplificarían la conectividad en la LAN inalámbrica. No obstante, cabe señalar que los niveles de potencia también afectan a la capacidad del sistema en su totalidad. Cuando se utilizan niveles de potencia bajos, el alcance limitado

## ES 2 330 394 T3

supone que las picorredes que están separadas por una distancia geográfica suficiente no interferirán entre ellas del todo porque la potencia de interferencia será más baja que el nivel de sensibilidad del receptor.

5 Volviendo ahora al proceso de petición por el cual las unidades aprenden de las direcciones de otras unidades con las que pueden comunicar, se presentan dos problemas si la capacidad de la unidad puente va a ser soportada:

- 1) Si la destino está fuera del alcance, ¿cómo puede una unidad fuente conocer de su existencia?
- 10 2) ¿Cómo se obtiene la dirección de la unidad de destino si ésta no se puede obtener como un resultado directo del proceso de petición de la unidad fuente?

Para solventar ambos problemas, la cantidad de información intercambiada durante una petición se incrementa más allá que la que fue descrita arriba. Es decir, además de la propia dirección de la unidad y su clase de servicio, una unidad que recibe un mensaje de petición de información proporciona también a la unidad solicitante de información 15 todas las direcciones y clases de servicio de las unidades que puede alcanzar la unidad solicitada. Esta información habrá sido recogida en la unidad solicitada en un proceso previo de petición llevado a cabo por la unidad solicitada. En este sentido, no se determinan solamente las unidades en el alcance de la unidad solicitante, sino que también se determinan las unidades en el alcance de estas unidades solicitadas. La unidad fuente puede conectar entonces con una unidad destino que está fuera del alcance a través de unidades puente intermedias a cuyas direcciones pueden ser 20 derivadas. Este procedimiento puede ser repetido, en que una unidad solicitada no proporciona solamente su propia lista de direcciones, sino también las listas de direcciones recibidas desde otras unidades que obtiene durante sus propias sesiones de petición de información. En este sentido, una unidad puede recoger todas las listas que identifican todas las unidades en el área que tienen la posibilidad de conectar entre ellas, tanto directamente como indirectamente (por ejemplo, a través de unidades puente). A partir de las listas, la unidad fuente puede clasificar las unidades de acuerdo con anillos de "conectividad". Las unidades que pertenecen al primer anillo de conectividad pueden ser alcan- 25 zadas directamente por la unidad fuente. Las unidades que pertenecen al segundo anillo de conectividad pueden ser alcanzadas solamente por las unidades consideradas a través de una unidad puente (u otra intermediaria) en el primer anillo de conectividad. Las unidades en el tercer anillo de conectividad pueden ser alcanzadas solamente aplicando dos unidades puente, una en el primer anillo de conectividad, y una en el segundo anillo de conectividad (que está en el primer anillo de conectividad de la primera unidad puente). 30

Para conectar a una unidad destino, una unidad fuente investiga las listas de direcciones con anillos de conectividad, y usa un algoritmo de seguimiento en árbol para determinar qué unidades se usarán como unidades puente. Se establece entonces una conexión al destino haciendo consecuentemente una conexión primero desde la unidad fuente a la unidad 35 puente, entonces desde la primera unidad puente a la segunda unidad puente, y así sucesivamente, hasta que la última unidad puente conecta con la unidad destino.

El proceso de petición se ilustrará ahora en conexión con la configuración ejemplar mostrada en la Fig. 7. Las unidades iguales 1, ..., 10 se muestran en un área local. Cada unidad se indica por un nodo y un número. Se pueden 40 establecer conexiones potenciales entre ciertas unidades, como se muestra por las líneas discontinuas. Se puede ver en este ejemplo que no todas las unidades pueden alcanzarse directamente entre ellas, por ejemplo, la unidad 9 está en el área de cobertura, y por lo tanto puede conectarse a, las unidades 2, 8 y 10, pero no puede alcanzar las otras unidades 1, 3, 4, 5, 6 y 7. Esto puede ser causado por pérdidas adicionales de propagación (sombras de radio) u otras condiciones que bloquean una posible conexión radio. 45

Cuando se emite una petición de información, la unidad 9 cogerá una respuesta de las unidades 2, 8 y 10, que revelará sus direcciones y clases de servicio. La lista de direcciones de "primer orden" en la unidad 9 es de esta manera {2, 8, 10}. Estas son las direcciones de las unidades en el primer anillo de conectividad de la unidad 9. (Por supuesto, la 50 unidad 9 también retiene listas de otra información, tal como clases de servicio, en relación con las unidades cercanas. En aras de la simplicidad, toda esta información será referida en adelante generalmente como direcciones). Además de sus propias direcciones, cada unidad 2, 8, y 10 da a la unidad 9 su respectiva lista de direcciones de primer orden. Estas listas incluirán, por supuesto, la dirección de la unidad 9 si la unidad 9 ha estado en el área local bastante tiempo para haber recibido y respondido a una petición de información de estas otras unidades. Por ejemplo, la unidad 2 dará su propia lista de direcciones de primer orden incluyendo 1, 3, 6, 7 y 9. Con la lista de direcciones recibida de las 55 unidades 2, 8 y 10, la unidad 9 puede generar una lista de direcciones de segundo orden que incluye todas las unidades en las listas de primer orden de las otras unidades, no cubiertas en la lista de direcciones de primer orden de la unidad 9 y excluyendo la unidad 9 en sí misma.

Comparando la lista de direcciones de primer orden de la unidad 2 {1, 3, 6, 7, 9} y la lista de direcciones de primer 60 orden de la unidad 9 {2, 8, 10}, la lista de direcciones de segundo orden de la unidad 9 incluirá al menos las unidades 1, 3, 6 y 7. Usando las listas de direcciones de primer orden de las unidades 8 y 10 también, la lista final de segundo orden en la unidad 9 leerá {1, 3, 6, 7}. Se comprenderá que este proceso puede ser extendido a más unidades remotas, es decir, las unidades pueden dar también sus listas de direcciones de segundo orden a la unidad 9, que puede ser usada entonces como la base para generar una lista de direcciones de tercer orden, y así sucesivamente. 65

Este proceso de petición de información extendido se ilustra en la Fig. 8, en que la que la lista de direcciones  $i$ -ésima de una unidad arbitraria  $j$  se indica como  $L(i,j)$ . En la Fig. 8, solamente se han considerado las listas de direcciones necesarias para la unidad 9. La unidad 9 tiene una lista de primer orden de  $L(1,9) = \{2, 8, 10\}$ . Las unidades 2, 8 y 10

## ES 2 330 394 T3

en sí mismas tienen listas de primer orden  $L(1,2)$ ,  $L(1,8)$ ,  $L(1,10)$  como se muestra en la figura. Las listas  $L(1,2)$ ,  $L(1,8)$ ,  $L(1,10)$  se suministran a la unidad 9 por las unidades 2, 8 y 10 respectivas en respuesta a la petición de la unidad 9. A partir de estas listas, la unidad 9 puede formar, por sí misma, una lista de segundo orden  $L(2,9)$  fusionando  $L(1,2)$ ,  $L(1,8)$  y  $L(1,10)$  y extrayendo las referencias a ella misma así como las referencias a cualesquiera otras unidades que se incluyen ya en su propia lista de primer orden,  $L(1,9)$ . En este ejemplo, esto provoca la lista de segundo orden  $L(2,9)=\{1, 3, 6, 7\}$ . Las unidades identificadas en esta lista no pueden ser alcanzadas por la unidad 9 directamente, pero pueden ser alcanzadas mediante el uso de una unidad puente única. De esta manera, las unidades listadas en  $L(2,9)$  forman el segundo anillo de conectividad como se ve desde la unidad 9.

El procedimiento descrito arriba puede ser extendido además porque las unidades 2, 8 y 10 también pueden derivar sus listas de segundo orden ( $L(2,2)$ ,  $L(2,8)$  y  $L(2,10)$ , respectivamente) y proporcionar estas listas a la unidad 9. Después de fundir y filtrar estas listas, la unidad 9 puede derivar una lista de tercer orden  $L(3,9)=\{4, 5\}$ . Con las listas como se muestra en la Fig. 8, se puede generar un árbol de conectividad que incluye las conexiones posibles. El árbol de conectividad 901 para la unidad ejemplar 9 se muestra en la Fig. 9. Cada nodo en el árbol de conectividad 901 representa una particular de las unidades 1, ..., 10., y una rama representa una posible conexión. En la parte de arriba del árbol de conectividad 901 está la unidad considerada, que en este ejemplo es la unidad 9.

El árbol de conectividad también se puede generar considerando meramente todas las listas de direcciones de primer orden de todas las unidades, y siguiendo la regla de que un anillo de conectividad numerado más alto no puede incluir unidades que ya se encuentran en anillos de conectividad numerados más bajos para excluir bucles.

La técnica de petición de información extendida descrita arriba y el árbol de conectividad, tal como el ejemplar mostrado en la Fig. 9, permiten a cada unidad fuente encontrar la ruta más corta (que usa el mínimo número de unidades puente) a la unidad destino. No obstante, esta técnica no tiene en cuenta el hecho de que ciertas unidades no son capaces de funcionar como puentes, o pueden estar ocupadas actualmente dejándolas sin los recursos radio necesarios para repetir la información entre otras unidades. Debido a que funcionan con potencia de batería, normalmente es preferible que los dispositivos portátiles no se usen como dispositivos puente. Por lo tanto, la unidad fuente no sería capaz de usar la ruta más corta. En ese caso, las técnicas descritas arriba proporcionan demasiado poca información.

Para orientar este problema, se describirá ahora una realización alternativa que hace uso de otra estructura en árbol. Con referencia ahora a la Fig. 10, la unidad 9 es capaz de utilizar solamente listas de direcciones de primer orden para crear un segundo árbol de conectividad 1001. Como con el primer árbol de conectividad 901, la unidad 9 está en la parte de arriba del árbol de conectividad 1001. Hay tres unidades que pueden ser conectadas directamente a la unidad 9, a saber, las unidades 2, 8 y 10. Estas unidades 2, 8 y 10 constituyen un primer anillo de conectividad 1003. En esta discusión, la relación entre una unidad y las otras unidades a las que puede conectarse directamente será referida como una relación madre hija. De esta manera, por ejemplo, la unidad 9 es una madre cuyas hijas son las unidades 2, 8 y 10. Estas hijas, cuando se consideran como madres en sí mismas, cada una tiene sus propias hijas, y así sucesivamente.

Cada madre conoce a sus hijas por medio de su lista de direcciones de primer orden. Para establecer un árbol de conectividad tal como el segundo árbol de conectividad 1001, es necesario conocer solamente las listas de direcciones de primer orden. Es deseable reducir el tamaño del árbol extrayendo todos los nodos y ramas innecesarias. Para realizar esta reducción, se aplican las siguientes reglas:

- 1) Las descendientes (por ejemplo, hijas, nietas, bisnietas, y así sucesivamente) de una madre no pueden tener el mismo nombre (es decir, dirección de unidad) que esa madre;
- 2) Las descendientes de una hija de una madre no pueden tener el mismo nombre que cualquiera de las hijas de esa madre; y
- 3) Cualquier hija de una madre no puede tener el mismo nombre que cualquiera de las otras hijas de esa madre.

El segundo árbol de conectividad 1001 es resultado del seguimiento de esta regla con respecto a las unidades ejemplares representadas en la Fig. 7. Por ejemplo, considerar cualquier presencia de la unidad 5 en el tercer anillo de conectividad 1007. Como se puede ver en la Fig. 7, la lista de conectividad de primer orden de la unidad 5,  $L(1,5)=\{4, 6\}$ . No obstante, si a la unidad 5 se le permitiera tener una unidad hija 4 en el cuarto anillo de conectividad 1009, esto violaría la segunda regla, porque la unidad 5, como una hija de la unidad 6, también tiene una hermana (es decir, otra hija de la unidad 6) identificada como la unidad 4.

También, si a la unidad 5 se le permitiera tener una unidad hija 6 en el cuarto anillo de conectividad 1009, esto violaría la primera regla porque esta unidad hija 6 tendría una abuela (en el segundo anillo de conectividad 1005) que se indentifica también como la unidad 6.

De esta manera, el árbol no se puede extender en cualquiera de los nodos que representan la unidad 5 en el tercer anillo de conectividad 1007. No obstante, también hay nodos que representan a la unidad 5 en el cuarto anillo de conectividad 1009, porque su colocación no violó ninguna regla.

## ES 2 330 394 T3

El árbol se construye de las listas de conectividad de primer orden y se reduce de acuerdo a las dos reglas establecidas sucesivamente arriba hasta que no se pueden añadir nuevos nodos. En este punto, el árbol se finaliza, y toda la información de conectividad disponible está presente en la unidad considerada.

5 Se entenderá que se puede generar un segundo árbol de conectividad 1001 tal como el que se representa en la Fig. 10 en una unidad considerada (por ejemplo, la unidad 9) tan pronto como esa unidad ha recibido todas las listas de direcciones de primer orden. Para facilitar la recogida de esta información, una unidad que recibe una petición de información preferentemente responde no solamente con su propia lista de direcciones de primer orden, sino también con las listas de direcciones de primer orden de cada uno de los otros nodos que conoce. Se entenderá también que  
10 cada unidad puede generar un árbol similar, con su propia dirección de unidad en la parte de arriba.

Se puede ver que el primer, segundo y tercer anillos de conectividad 903, 905 y 907 del primer árbol de conectividad 901 (Fig. 9) es idéntico al primer, segundo y tercer anillos de conectividad 1003, 1005 y 1007 del segundo árbol de conectividad 1001 (Fig. 10). No obstante, el segundo árbol de conectividad 1001 difiere del primer árbol de conectividad 901 en que tiene un anillo de conectividad adicional, a saber, el cuarto anillo de conectividad 1009. La razón  
15 de por qué existe este cuarto anillo de conectividad 1009 en el segundo árbol de conectividad 1001 (y, por lo tanto, por qué el segundo árbol de conectividad 1001 contiene más información que el primer árbol de conectividad 901) es porque el criterio de reducción que se aplicó al segundo árbol de conectividad 1001 no se diseñó para minimizar el número de anillos de conectividad.

20 Tan pronto como se determina el árbol de conectividad en una unidad, se conoce la conectividad porque, para cada unidad en el árbol, se conoce la dirección y se conoce la ruta para alcanzarlo. Además, porque se conoce la clase de servicio para cada unidad, las capacidades de todas las unidades se conocen completamente.

25 Para conectar a una unidad en el árbol, la unidad de arriba (actuando como unidad fuente) puede seleccionar rutas descendentes para conectar a la unidad destino. Pueden existir distintas rutas. Por ejemplo, supongamos que en el ejemplo de la Fig. 7, la unidad 9 quiere conectar con la unidad 6. Con referencia ahora a la Fig. 11, se puede ver del segundo árbol de conectividad 1001 que hay tres rutas distintas que se pueden seguir: una primera ruta 1101, una segunda ruta 1103 y una tercera ruta 1105. El procedimiento de selección de ruta se puede basar en cualquier  
30 combinación de los factores siguientes:

- el número de unidades puente que tienen que ser usadas para cada una de las rutas 1101, 1103 y 1105;
- si, para cada ruta posible 1101, 1103 y 1105, los nodos intermediarios tienen la capacidad de funcionar como unidades puente (es decir, si los nodos intermediarios tienen la capacidad de repetir la información que va a ser intercambiada atrás y adelante y una fuente de alimentación adecuada para hacerlo así);
- si, para cada ruta posible 1101, 1103 y 1105, todas las unidades puente dentro de la ruta pueden proporcionar las velocidades de transmisión de datos deseadas para la conexión entre la unidad fuente y la destino;
- si, para cada ruta posible 1101, 1103 y 1105, cada una de las unidades puente tiene actualmente recursos radio disponibles para soportar la función de repetición;
- para cada ruta posible 1101, 1103 y 1105, el número de ramas que abandonan las unidades puente. Cuantas más ramas de una unidad puente, más interferencias puede causar la unidad puente a otras unidades. Recíprocamente, cuántas menos ramas hay en una unidad puente, mejor porque será menos interferida y producirá menos interferencia a otras unidades.

35 La primera condición (es decir, una consideración del número de unidades puente en una ruta dada) se puede ilustrar cuando se compara la primera, segunda y tercera rutas 1101, 1103 y 1105. La primera ruta 1101 (es decir, 9→2→6) y la segunda ruta 1103 (es decir, 9→8→6) cada una requeriría una unidad puente, mientras que la tercera ruta 1105 (es decir, 9→10→1→4→6) requeriría tres unidades puente. Asumiendo que cada una de las unidades puente en este ejemplo se pueden usar como unidades puente con las características apropiadas, entonces la primera y segunda rutas 1101 y 1103 deberían ser preferentes debido a un menor número de nodos puente requeridos. No obstante, si  
40 además, el número de ramas que dejan las unidades puente es importante, entonces la segunda ruta 1103 es preferible a la primera ruta 1101 debido a que la unidad puente 8 producirá menos interferencia que la unidad puente 2. (Esta conclusión se alcanza considerando el hecho de que cuatro ramas dejan la unidad puente 2 comparado con dos ramas solamente que dejan la unidad puente 8).

45 Si, no obstante, las unidades 2 y 8 son unidades portátiles, están ocupadas, o no pueden repetir información, entonces la única ruta que se deja es la tercera ruta 1105. Señalar que esta ruta alternativa no existe en el primer árbol de conectividad 901, que se redujo usando el criterio de un número mínimo de puentes.

50 Asumiendo que se selecciona la segunda ruta 1103, se puede establecer la conexión por la unidad 9 primero conectando a la unidad 8 con una petición para que la unidad 8 actúe como una unidad puente y establecer una conexión puente a la unidad 6. La unidad 8 entonces establecerá una conexión a la unidad 6, y entonces enlazará las dos conexiones a las unidades 6 y 9 para proporcionar la segunda ruta 1103 (es decir, 9→8→6).

## ES 2 330 394 T3

Se ha descrito una tecnología de LAN inalámbrica (WLAN) auto organizada. Como con el estándar WLANs, el sistema WLAN auto organizado inventivo puede hacer uso de una LAN cableada a la que las unidades inalámbricas individuales forman extensiones inalámbricas. La conveniencia de este planteamiento depende de la aplicación particular. En aplicaciones de bajo precio donde no existe aún LAN (por ejemplo, aplicaciones residenciales), el escenario de conectar y listo de las WLANs auto organizadas con una conectividad inalámbrica completa puede ser más ventajoso que depender de una troncal cableada. Ambos, alcance extendido y capacidad, pueden ser obtenidos simplemente disponiendo más unidades puente en posiciones estratégicas. Cuando las unidades inalámbricas alcancen un precio objetivo bajo, éste será un planteamiento más barato que usar una troncal cableada. Una troncal cableada requeriría una LAN extra completa con todos sus protocolos y componentes físicos. Incluso si se usa un medio barato como las líneas de alimentación de energía o los cables de televisión, la infraestructura requerida para correr la información a través de este medio todavía permanecerá. Habrá siempre una necesidad de una unidad de conversión a puente entre el dominio de LAN cableada y el de LAN inalámbrica. Esta unidad puente de conversión probablemente no será más barata que un puente puramente inalámbrico proporcionado por dos transceptores inalámbricos.

Otro aspecto es la extensión inalámbrica para una LAN cableada existente. Una o varias unidades inalámbricas pueden actuar como partes fijas dentro de una WLAN. Cada unidad inalámbrica fija puede establecer una picorred y entonces puede actuar como una maestra. (Señalar que varias unidades inalámbricas pueden ser co-ubicadas en la misma parte fija.) Los protocolos para las unidades inalámbricas solamente serán válidos para comunicaciones del nivel más bajo. Cualesquiera protocolos LAN cableados que van a ser extendidos a la unidad portátil deberían ser manejados en niveles más altos; es decir, la parte inalámbrica de la LAN debería ser transparente a ellos. Además de las conexiones a los puntos fijos, las unidades inalámbricas portátiles al alcance pueden establecer siempre una picorred *ad-hoc* entre ellas mismas. Estas descargas de las LANs cableadas y los aumentos de capacidad debidos a una intermediaria (es decir, la parte fija) no se requiere si se puede establecer directamente una conexión.

Un sistema ejemplar para trasladar varias características inventivas se describirá ahora con referencia a la Fig. 12. Se muestran dos unidades inalámbricas: una primer unidad, designada como una unidad maestra 1201; y una segunda unidad, designada como una unidad esclava 1203. Cada una de estas unidades se muestra como que comprenden solamente aquellos medios para trasladar las funciones indicadas asociadas con los papeles respectivos de "maestra" y "esclava." Se reconocerá, no obstante, que la asignación de papeles como maestra exclusivamente y esclava exclusivamente se hace aquí meramente para facilitar la discusión sobre la invención, y que la invención abarca aquellas unidades que incluyen todos los componentes necesarios para actuar tanto como maestra como esclava. Cabe señalar además que solamente se ilustran aquellos componentes que están directamente relacionados con la invención. No obstante, aquellos expertos en la técnica reconocerán que cada una de las unidades maestra y esclava 1201, 1203 incluyen componentes adicionales, tales como transceptores y similares, que son bien conocidos y que son necesarios para trasladar los aspectos de comunicación inalámbrica de la invención.

Asociada con la unidad maestra 1201 está una dirección maestra 1205, que es un código que identifica únicamente esta unidad en el sistema. La unidad maestra 1201 incluye también un reloj maestro 1207.

Para ser capaz de establecer conexiones, es necesario para la unidad maestra 1201 conocer las direcciones de las otras unidades con las que se puede establecer una conexión. Para realizar esta función, la unidad maestra 1201 incluye medios de petición 1209 que funcionan como medios para enviar mensajes de petición de información como se describió arriba. Los medios de petición de información 1209 recogen también las respuestas (información de topología y dirección 1211) y la organizan de acuerdo con las técnicas de árbol de conectividad descritas arriba.

La unidad esclava 1203 se asocia de manera similar con una dirección esclava 1213, y de manera similar incluye un reloj esclavo 1215 que no necesita ser sincronizado con la unidad maestra 1201. Para ser capaz de responder a las peticiones de información de la unidad maestra 1201, la unidad esclava incluye unos medios de respuesta de petición de información 1217 cuyo trabajo es reconocer las peticiones de información recibidas, y generar y transmitir una respuesta de vuelta apropiada a la unidad maestra 1201. Como se indicó anteriormente, la respuesta puede comprender no solamente la dirección esclava 1213, sino también otra información tal como la clase de servicio de la esclava, y la lectura de reloj presente de la esclava.

Para permitir a la unidad maestra 1201 establecer una conexión con la unidad esclava 1203, se proporcionan además unos medios de radiobúsqueda 1219 que envían un mensaje de búsqueda como se describió arriba. El mensaje de búsqueda incluye la dirección esclava, cuya información se obtiene de los medios de petición de información 1209. (Por supuesto, si la topología requiere que la conexión se establezca a través de un nodo puente (no mostrado), el mensaje de búsqueda incluiría la dirección del nodo puente. En una realización, el mensaje de búsqueda también puede incluir una petición para establecer una conexión con la unidad esclava 1203. En una realización alternativa, el mensaje de búsqueda sirve solamente para establecer una conexión con el nodo puente. Después de que se establece la conexión del nodo puente, la unidad maestra 1201 entonces da una petición a la puente para establecer una conexión con la unidad esclava 1203).

Cuando no se usa, la unidad esclava 1203 preferentemente está en un modo de espera activa. Consecuentemente, se proporcionan unos medios para despertar 1221 en la unidad esclava 1203. Los medios para despertar 1221 incluyen un temporizador 1223 que provoca a la unidad esclava 1203 despertar periódicamente para determinar si se destina un mensaje de búsqueda recibido para esta unidad esclava 1203. Una unidad de comparación de dirección 1225 se proporciona para este propósito. Si la dirección esclava 1213 encaja con la dirección de búsqueda recibida, entonces

## ES 2 330 394 T3

los medios de respuesta 1227 dentro de los medios para despertar 1221 generan y transmiten una respuesta de vuelta apropiada a la unidad maestra 1201.

5 Un aspecto de la presente invención es el hecho de que tanto la unidad maestra 1201 como la unidad esclava 1203 utilizan un sistema de comunicación por salto de frecuencia. Como consecuencia de esto, la unidad esclava 1203 despierta en una cualquiera de una pluralidad de frecuencias de salto de radiobúsqueda predeterminadas. Debido a que la unidad maestra 1201 no sabe exactamente en qué frecuencia de salto despertará la unidad esclava 1203, retransmite el mensaje de búsqueda con un régimen de repetición alto en distintos saltos. Usa los saltos de despertar y la secuencia de salto de despertar del destinatario, e intenta alcanzar el destinatario enviando el mensaje de búsqueda en tantos saltos  
10 distintos como sea posible. La secuencia de saltos para despertar se genera por un generador de canal de radiobúsqueda 1229 dentro de los medios de radiobúsqueda 1219. Una técnica preferente para acceder a una unidad que está en modo de espera activa se describe de forma más completa en la Solicitud de Patente U.S. referenciada arriba N° 08/771.692, titulada "Técnica de Acceso del Sistema de Comunicaciones de Salto de Canal" y presentada el 23 de diciembre de 1996, en nombre de Haartsen y otros.

15 Una vez que se ha establecido una conexión, la unidad maestra 1201 transporta su dirección maestra 1205 y reloj maestro 1207 a la unidad esclava 1203. La dirección maestra 1205 y el reloj maestro 1207 entonces se usan para definir el canal virtual de salto de frecuencia que se usará en las comunicaciones entre la unidad maestra 1201 y la unidad esclava 1203. En la unidad maestra 1201, los medios de comunicación maestros incluyen una unidad de selección de canal 1231 que genera las frecuencias de salto en los momentos apropiados, basados en la dirección maestra 1205 (que determina la secuencia de salto) y el reloj maestro 1207 (que determina la fase dentro de la secuencia de salto).

20 En la unidad esclava 1203, se incluye de manera similar una unidad de selección de canal 1235 dentro de los medios de comunicaciones esclavos 1233 para generar las frecuencias de salto en los momentos apropiados, basado en la dirección maestra (que determina la secuencia de salto) y el reloj maestro 1207. En una realización preferente, es innecesario para la unidad esclava 1203 reiniciar su reloj esclavo 1215 para encajar aquél con el de la unidad maestra 1201. En su lugar, cuando el reloj maestro 1207 se recibe primero por la unidad esclava 1203, se determina y almacena la diferencia entre el reloj maestro 1207 y el reloj esclavo 1215. Entonces, siempre que se necesite un valor actual del reloj maestro dentro de la unidad esclava 1203, se calcula basado en la diferencia almacenada y el reloj esclavo actual  
30 1215.

Para acomodar la posibilidad de que más de una unidad esclava 1203 se pueda conectar a la misma unidad maestra 1201, la unidad esclava 1203 incluye además una segunda unidad de comparación de dirección 1237. Como se mencionó anteriormente, cada comunicación en la picorred incluye la dirección del destinatario pretendido. De esta  
35 manera, el propósito de la segunda unidad de comparación de dirección 1237 es comparar una dirección de destino recibida con la propia dirección esclava 1213 de la unidad esclava para determinar si es el destinatario pretendido de una comunicación recibida.

La invención ha sido descrita con relación a una realización particular. No obstante, será fácilmente evidente para aquellos expertos en la técnica que es posible realizar la invención en formas específicas distintas de aquellas de la realización preferente descrita arriba. La realización preferente descrita es meramente ilustrativa y no debe ser considerada restrictiva de ninguna manera. El alcance de la invención es dado por las reivindicaciones adjuntas, más que la descripción precedente, y todas las variaciones y equivalentes que caen dentro del alcance de las reivindicaciones se pretende sean abarcadas allí dentro.  
40

45

50

55

60

65

REIVINDICACIONES

1. Una red inalámbrica que comprende:

5 una unidad maestra (1201); y

una unidad esclava (1203),

10 en donde la unidad maestra comprende medios (1239) para comunicar con la unidad esclava (1203) por medio de un canal virtual de salto de frecuencia;

en donde la unidad esclava (1203) comprende medios (1233) para comunicar con la unidad maestra (1201) por medio de un canal virtual de salto de frecuencia;

15 **caracterizada** porque la unidad maestra comprende medios para enviar una dirección maestra (1205) a la unidad esclava (1203) y medios para enviar un reloj maestro (1207) a la unidad esclava (1203);

20 la unidad esclava comprende medios (1233) para recibir la dirección maestra de la unidad maestra (1201) y medios (1233) para recibir el reloj maestro de la unidad maestra (1201);

una secuencia de salto del canal virtual de salto de frecuencia es función de la dirección maestra (1205), y la dirección maestra es una dirección única que identifica la unidad; y

25 una fase de la secuencia de salto es función del reloj maestro (1207).

2. La red inalámbrica de la reivindicación 1, en donde:

30 la unidad maestra (1201) además comprende medios (1209) para transmitir un mensaje de petición de información que solicita un dirección esclava (1213) de la unidad esclava (1203), en donde la dirección esclava es una dirección única que identifica la unidad; y

la unidad esclava (1203) además comprende:

35 medios para recibir el mensaje de petición de información; y

medios (1217), sensibles al mensaje de petición de información, para transmitir la dirección esclava a la unidad maestra (1201).

3. La red inalámbrica de la reivindicación 2, en donde la unidad maestra (1201) además comprende:

40 medios (1239) para recibir información de topología y la dirección esclava de más de una unidad esclava; y

medios para generar un árbol de configuración (1001) a partir de la información de topología y dirección.

45 4. La red inalámbrica de la reivindicación 3, en donde la unidad maestra (1201) además incluye medios para utilizar el árbol de configuración (1001) para determinar una ruta para una conexión entre la unidad maestra (1201) y la unidad esclava (1203).

5. La red inalámbrica de la reivindicación 3, en donde:

50 la dirección esclava (1213) y la información de topología comprende una dirección propia de cada una de las más de una unidades esclavas (1203) y solamente las listas de direcciones de primer orden de cada una de las más de una unidades esclavas (1203); y

55 los medios para generar el árbol de configuración (1001) a partir de la dirección e información de topología comprenden:

60 medios para generar n anillos de conectividad (1003, 1005, 1007, 1009) a partir de las listas de direcciones de primer orden, en donde n es un entero positivo, y en donde los medios de generación generan cada uno de los anillos de conectividad de acuerdo con una regla de que un anillo de conectividad numerado más alto no puede incluir nodos (1 a 9) que representan unidades que ya están representadas por un nodo (1 a 9) en un anillo de conectividad numerado más bajo.

6. La red inalámbrica de la reivindicación 3, en donde:

65 la dirección esclava y la información de topología comprende una dirección propia de cada una de las más de una unidades esclavas (1203) y solamente las listas de direcciones de primer orden de cada una de las más de una unidades esclavas (1203); y

## ES 2 330 394 T3

los medios para generar el árbol de configuración (1001) a partir de la dirección e información de topología comprenden:

5 medios para generar  $n$  anillos de conectividad (1003, 1005, 1007, 1009) a partir de las listas de direcciones de primer orden, en donde  $n$  es un entero positivo, y en donde los medios de generación generan cada uno de los anillos de conectividad considerando un anillo de conectividad numerado presente que tienen nodos madre, y que incluye en un siguiente anillo de conectividad numerado más alto aquellos nodos que representan todas las hijas de los nodos madre que satisfacen las siguientes reglas:

10 el no descendiente de una madre puede representar la misma unidad que se representa por la madre;

el no descendiente de una hija de la madre puede representar la misma unidad que cualquiera de las hijas de la madre; y

15 la no hija de cualquier madre puede tener el mismo nombre que cualquier otra hija de dicha cualquier madre.

7. Una red inalámbrica de acuerdo con la reivindicación 1, que tiene una topología dispersa, la red inalámbrica que comprende además de dicha unidad maestra, llamada primera unidad maestra a continuación, y dicha unidad esclava, llamada primera unidad esclava a continuación:

20 una segunda unidad maestra (1201); y

una segunda unidad esclava (1203),

25 en donde la segunda unidad maestra (1201) comprende:

medios para enviar una segunda dirección maestra (1205) a la segunda unidad esclava (1203);

30 medios para enviar un segundo reloj maestro (1207) a la segunda unidad esclava (1203);

medios para comunicar con la segunda unidad esclava (1203) por medio de un segundo canal virtual de salto de frecuencia;

35 en donde la segunda unidad esclava (1203) comprende:

medios (1233) para recibir la segunda dirección maestra de la segunda unidad maestra (1201);

medios (1233) para recibir el segundo reloj maestro de la segunda unidad maestra (1201); y

40 medios (1233) para comunicar con la segunda unidad maestra (1201) por medio del primer canal virtual de salto de frecuencia;

donde:

45 una segunda secuencia de salto del segundo canal virtual de salto de frecuencia es función de la segunda dirección maestra (1205);

una fase de la segunda secuencia es función del segundo reloj maestro (1207);

50 el primer reloj maestro (1207) no está coordinado con el segundo reloj maestro (1207); y

el primer canal virtual de salto de frecuencia usa el mismo espectro radio que el segundo canal virtual de salto de frecuencia,

55 por lo cual el primer canal virtual de salto de frecuencia es distinto del segundo canal virtual de salto de frecuencia, permitiendo por ello la comunicación entre la primera unidad maestra (1201) y la primera unidad esclava (1203) que tenga lugar sin que interfiera, sustancialmente, con la comunicación entre la segunda unidad maestra (1201) y la segunda unidad esclava (1203).

60 8. La red inalámbrica de la reivindicación 7, en donde:

cada una de las primera y segunda unidades maestras (1201) además comprenden medios (1209) para transmitir un mensaje de petición de información que solicita una dirección esclava (1213) de las primera y segunda unidades esclavas (1203); y

65 cada una de las primera y segunda unidades esclavas (1203) además comprende:

medios para recibir el mensaje de petición de información; y

## ES 2 330 394 T3

medios (1217), sensibles al mensaje de petición de información, para transmitir la dirección esclava (1213) a las primera y segunda unidades maestras (1201).

5 9. La red inalámbrica de la reivindicación 8, en donde cada una de las primera y segunda unidades maestras (1201) además comprende:

medios para recibir la dirección esclava y la información de topología (1211) de más de una unidad esclava (1203);  
y

10 medios para generar un árbol de configuración (1001) a partir de la dirección e información de topología (1211).

15 10. La red inalámbrica de la reivindicación 9, en donde cada una de las primera y segunda unidades maestras (1201) además incluye medios para utilizar el árbol de configuración (1001) para determinar una ruta para una conexión entre la primera y segunda unidad maestra (1201) y las respectivas primera y segunda unidades esclavas (1203).

11. La red inalámbrica de la reivindicación 9, en donde:

20 la dirección esclava y la información de topología (1211) comprende una dirección propia de cada una de las más de una unidades esclavas (1203) y solamente las listas de direcciones de primer orden de cada una de las más de una unidades esclavas (1203); y

los medios para generar el árbol de configuración (1001) a partir de la dirección e información de topología (1211) comprenden:

25 medios para generar n anillos de conectividad (1003, 1005, 1007, 1009) de las listas de direcciones de primer orden, en donde n es un entero positivo, y en donde los medios de generación generan cada uno de los anillos de conectividad de acuerdo con una regla que un anillo de conectividad numerado más alto no puede incluir nodos que representan unidades que ya están representadas por un nodo en un anillo de conectividad numerado más bajo.

30 12. La red inalámbrica de la reivindicación 9, en donde:

la dirección esclava y la información de topología (1211) comprende una dirección propia de cada una de las más de una unidades esclavas (1203) y solamente las listas de direcciones de primer orden de cada una de las más de una unidades esclavas (1203); y

35 los medios para generar el árbol de configuración (1001) a partir de la dirección e información de topología (1211) comprenden:

40 medios para generar n anillos de conectividad (1003, 1005, 1007, 1009) de las listas de direcciones de primer orden, en donde n es un entero positivo, y en donde los medios de generación generan cada uno de los anillos de conectividad considerando un anillo de conectividad numerado presente que tienen nodos madre, y que incluye en un siguiente anillo de conectividad numerado más alto aquellos nodos que representan todas las hijas de los nodos madre que satisfacen las siguientes reglas:

45 el no descendiente de una madre puede representar la misma unidad que se representa por la madre;

el no descendiente de una hija de la madre puede representar la misma unidad que cualquiera de las hijas de la madre; y

50 la no hija de cualquier madre puede tener el mismo nombre que cualquier otra hija de dicha cualquier madre.

13. Un método de funcionamiento de una red inalámbrica que comprende una unidad maestra (1201) y una unidad esclava (1203), el método que comprende los pasos de

55 la unidad maestra (1201) que envía una dirección maestra (1205) y un reloj maestro (1207) a una unidad esclava (1203) de dicha red inalámbrica;

la unidad esclava (1203) que recibe la dirección maestra (1205) y el reloj maestro (1207) de la unidad maestra (1201);

60 la unidad maestra (1201) y la unidad esclava (1203) que comunican entre ellas por medio de un canal virtual de salto de frecuencia;

65 en donde una secuencia de salto del canal virtual de salto de frecuencia es función de la dirección maestra (1205), y la dirección maestra (1205) es una dirección única que identifica la unidad; y

una fase de la secuencia de salto es función del reloj maestro (1207).

## ES 2 330 394 T3

14. Una unidad maestra (1201) para una red inalámbrica, que comprende  
medios para enviar una dirección maestra (1205) a una unidad esclava (1203) de dicha red inalámbrica;
- 5 medios para enviar un reloj maestro (1207) a la unidad esclava (1203); y  
medios (1239) para comunicar con la unidad esclava (1203) por medio de un canal virtual de salto de frecuencia;  
en donde una secuencia de salto del canal virtual de salto de frecuencia es función de la dirección maestra (1205),  
10 y la dirección maestra (1205) es una dirección única que identifica la unidad; y  
una fase de la secuencia de salto es función del reloj maestro (1207).
15. La unidad maestra (1201) de acuerdo a la reivindicación 14, que comprende medios (1209) para transmitir un  
15 mensaje de petición que solicita una dirección esclava (1213) de la unidad esclava (1203).
16. La unidad maestra (1201) de acuerdo a la reivindicación 15, que comprende medios para recibir la dirección  
esclava (1213) y la información de topología de más de una unidad esclava (1203); y
- 20 medios para generar un árbol de configuración (1001) a partir de la dirección e información de topología.
17. La red inalámbrica de acuerdo con la reivindicación 16, que comprende medios para utilizar el árbol de con-  
figuración (1001) para determinar una ruta para una conexión entre la unidad maestra (1201) y la unidad esclava  
(1203).
- 25
18. La unidad maestra de acuerdo con la reivindicación 16, en donde:
- la dirección esclava y la información de topología (1211) comprende una dirección propia de cada una de las más  
de una unidades esclavas (1203) y solamente las listas de direcciones de primer orden de cada una de las más de una  
30 unidades esclavas (1203); y
- los medios para generar el árbol de configuración (1001) a partir de la dirección e información de topología (1211)  
comprenden:
- 35 medios para generar n anillos de conectividad (1003, 1005, 1007, 1009) a partir de las listas de direcciones de  
primer orden,
- en donde n es un entero positivo, y en donde los medios de generación generan cada uno de los anillos de co-  
nectividad de acuerdo con una regla que un anillo de conectividad numerado más alto no puede incluir nodos que  
40 representan unidades que ya se representan por un nodo en un anillo de conectividad numerado más bajo.
19. La unidad maestra (1201) de acuerdo con la reivindicación 16, en donde:
- la dirección esclava y la información de topología (1211) comprende una dirección propia de cada una de las más  
45 de una unidades esclavas (1203) y solamente las listas de direcciones de primer orden de cada una de las más de una  
unidades esclavas (1203); y
- los medios para generar el árbol de configuración (1001) a partir de la dirección e información de topología (1211)  
comprenden:
- 50 medios para generar n anillos de conectividad (1003, 1005, 1007, 1009) de las listas de direcciones de primer orden,  
en donde n es un entero positivo, y en donde los medios de generación generan cada uno de los anillos de conectividad  
considerando un anillo de conectividad numerado presente que tienen nodos madre, y que incluye en un siguiente  
anillo de conectividad numerado más alto aquellos nodos que representan todas las hijas de los nodos madre que  
55 satisfacen las siguientes reglas:
- el no descendiente de una madre puede representar la misma unidad que se representa por la madre;
- el no descendiente de una hija de la madre puede representar la misma unidad que cualquiera de las hijas de la  
60 madre; y
- la no hija de cualquier madre puede tener el mismo nombre que cualquier otra hija de dicha cualquier madre.
20. Un método de funcionamiento de una unidad maestra (1201) en una red inalámbrica, que comprende los pasos  
65 de
- la unidad maestra (1201) que envía una dirección maestra (1205) y un reloj maestro (1207) a una unidad esclava  
(1203) de dicha red inalámbrica;

## ES 2 330 394 T3

la unidad maestra (1201) que comunica con la unidad esclava (1203) por medio de un canal virtual de salto de frecuencia;

5 en donde una secuencia de salto del canal virtual de salto de frecuencia es función de la dirección maestra (1201), y la dirección maestra (1205) es una dirección única que identifica la unidad; y

una fase de la secuencia de salto es función del reloj maestro (1207).

10 21. Una unidad esclava (1203) para una red inalámbrica, que comprende

medios para recibir una dirección maestra (1205) de una unidad maestra (1201) de la red inalámbrica;

medios para recibir un reloj maestro (1207) de la unidad maestra (1201); y

15 medios para comunicar con la unidad maestra (1201) por medio de un canal virtual de salto de frecuencia;

en donde una secuencia de salto del canal virtual de salto de frecuencia es función de la dirección maestra (1205), y la dirección maestra es una dirección única que identifica la unidad; y

20 una fase de la secuencia de salto es función del reloj maestro (1207).

22. La unidad esclava (1203) de acuerdo con la reivindicación 21, que comprende

25 medios para recibir un mensaje de petición de información de la unidad maestra (1201) que solicita una dirección esclava (1213) de la unidad esclava (1203), en donde la dirección esclava (1213) es una dirección única que identifica la unidad; y

30 medios (1217), sensibles al mensaje de petición de información, para transmitir la dirección esclava a la unidad maestra.

33 23. Un método de funcionamiento de una unidad esclava (1203) para una red inalámbrica, que comprende los pasos de

35 recibir una dirección maestra (1205) de una unidad maestra (1201) de la red inalámbrica;

recibir un reloj maestro (1207) de la unidad maestra (1201); y

comunicar con la unidad maestra (1201) por medio de un canal virtual de salto de frecuencia;

40 en donde una secuencia de salto del canal virtual de salto de frecuencia es función de la dirección maestra (1205), y la dirección maestra (1205) es una dirección única que identifica la unidad; y

una fase de la secuencia de salto es función del reloj maestro (1207).

45

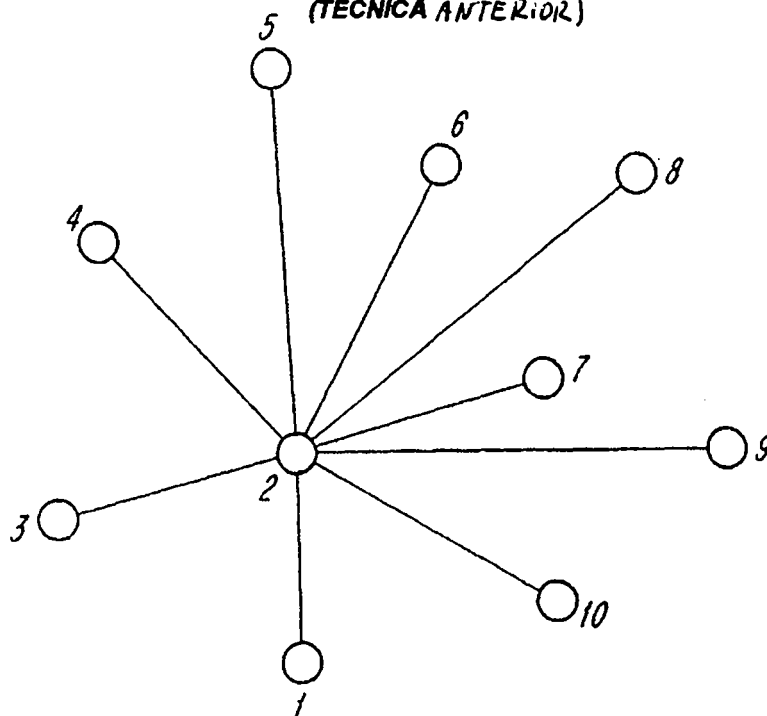
50

55

60

65

**FIG. 1**  
(TÉCNICA ANTERIOR)



**FIG. 2**  
(TÉCNICA ANTERIOR)

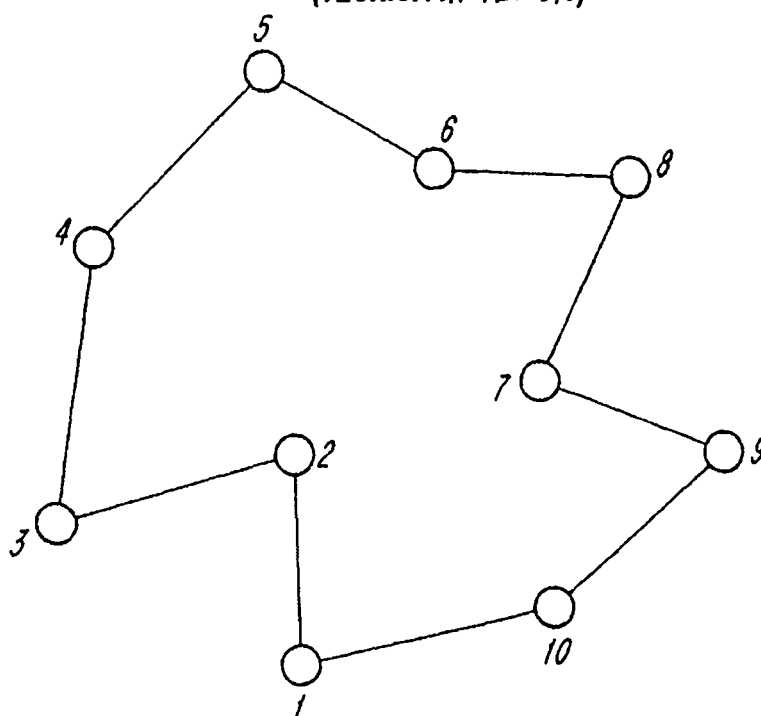


FIG. 3  
(TÉCNICA ANTERIOR)

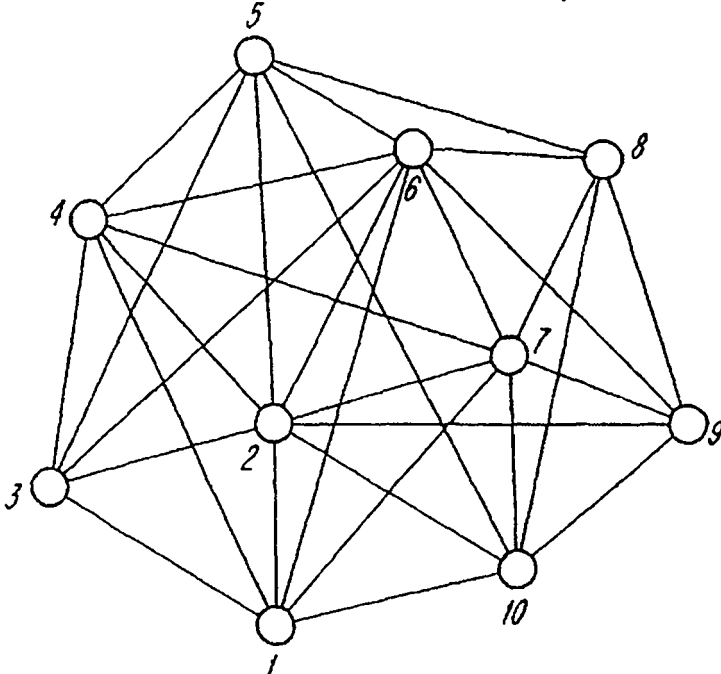
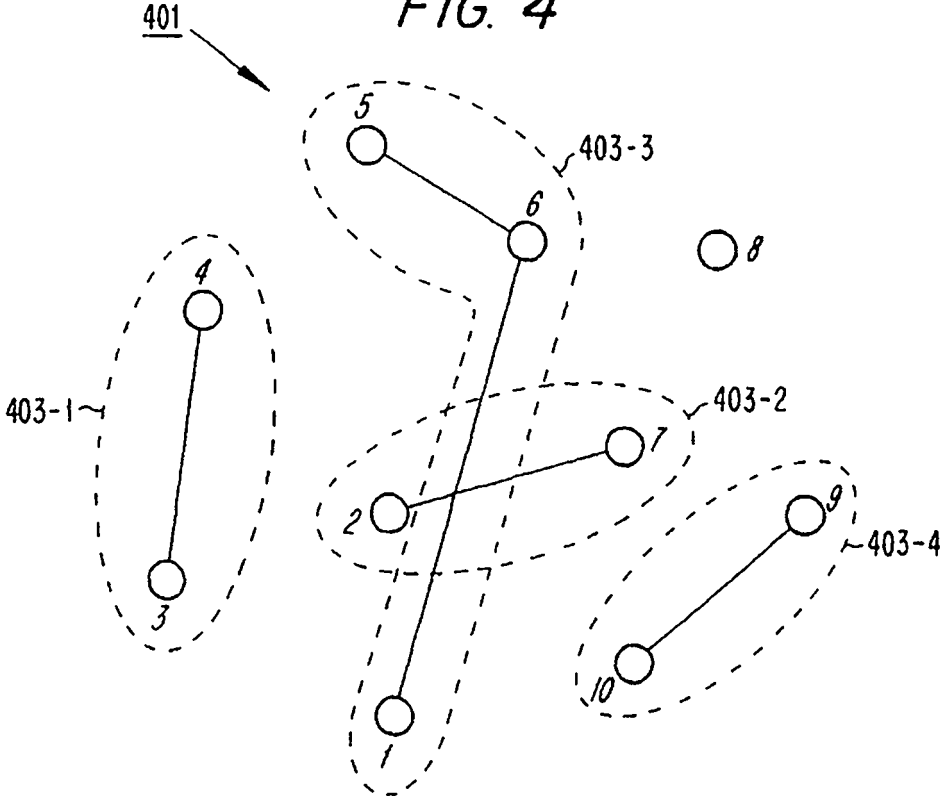


FIG. 4



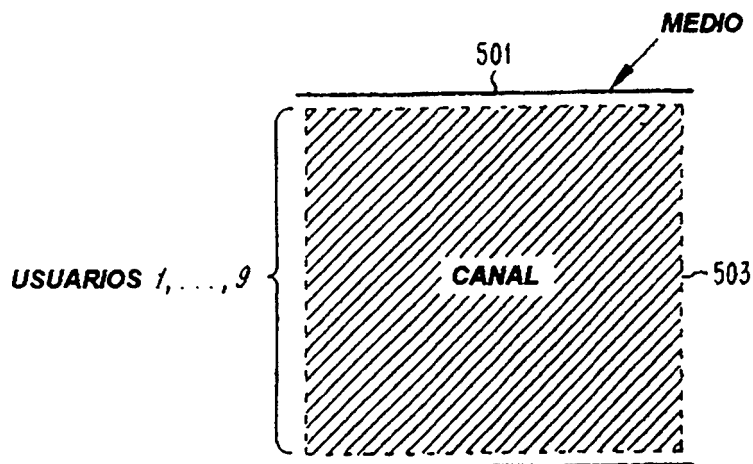


FIG. 5a  
(TÉCNICA ANTERIOR)

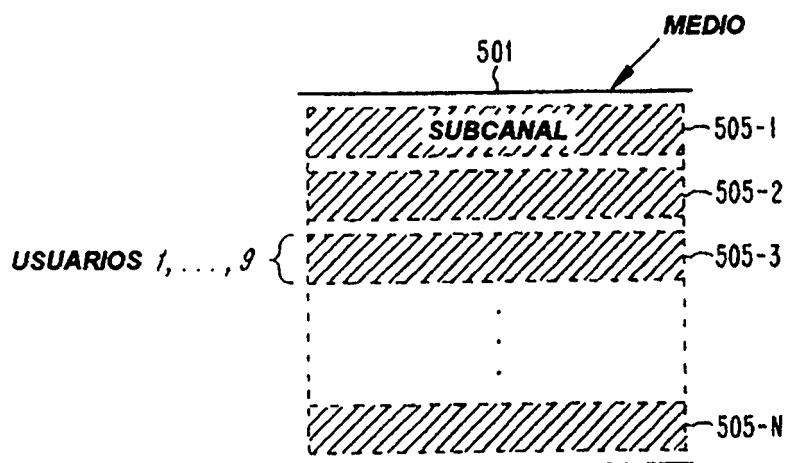


FIG. 5b  
(TÉCNICA ANTERIOR)

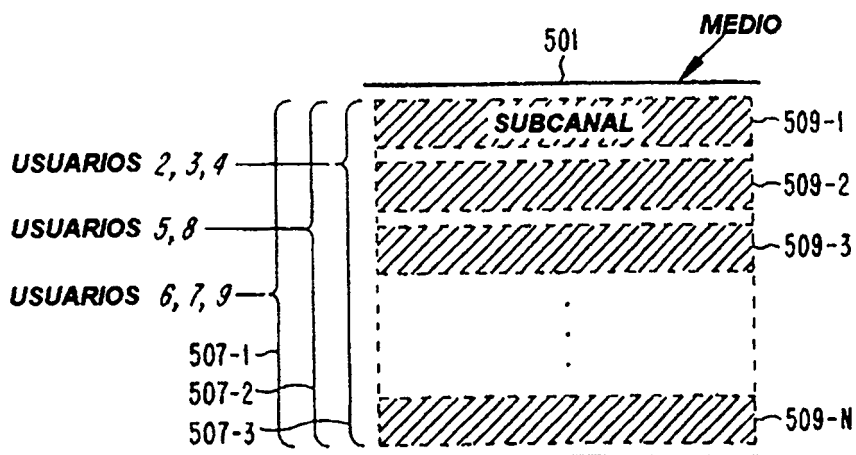
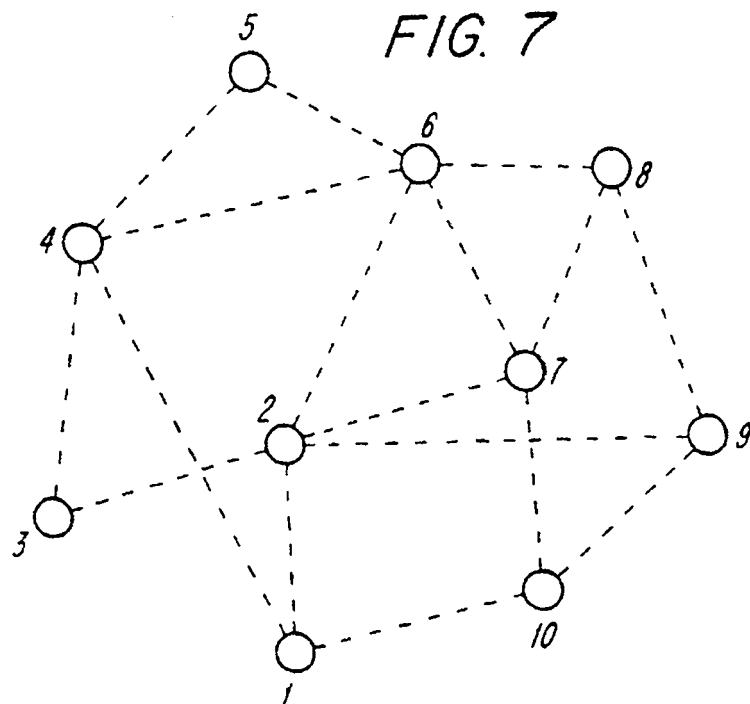
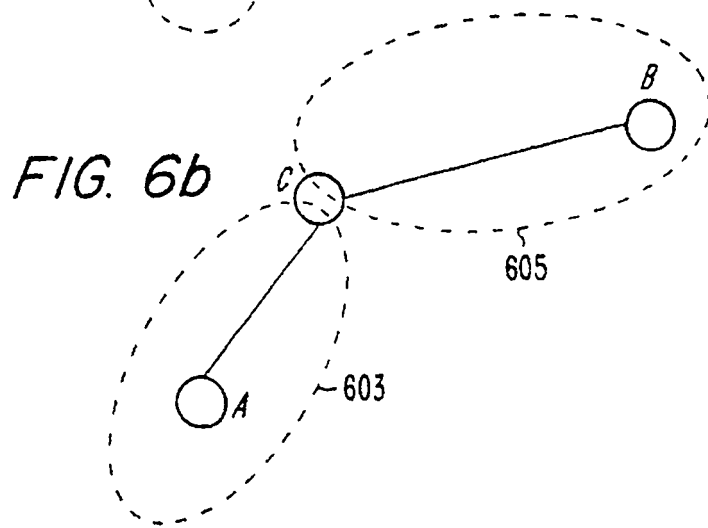
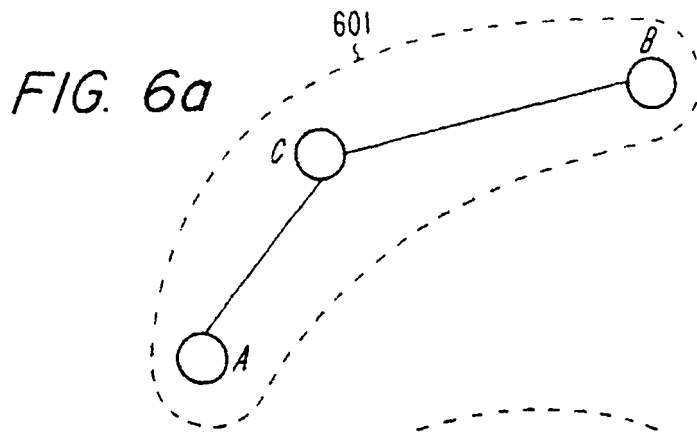


FIG. 5c



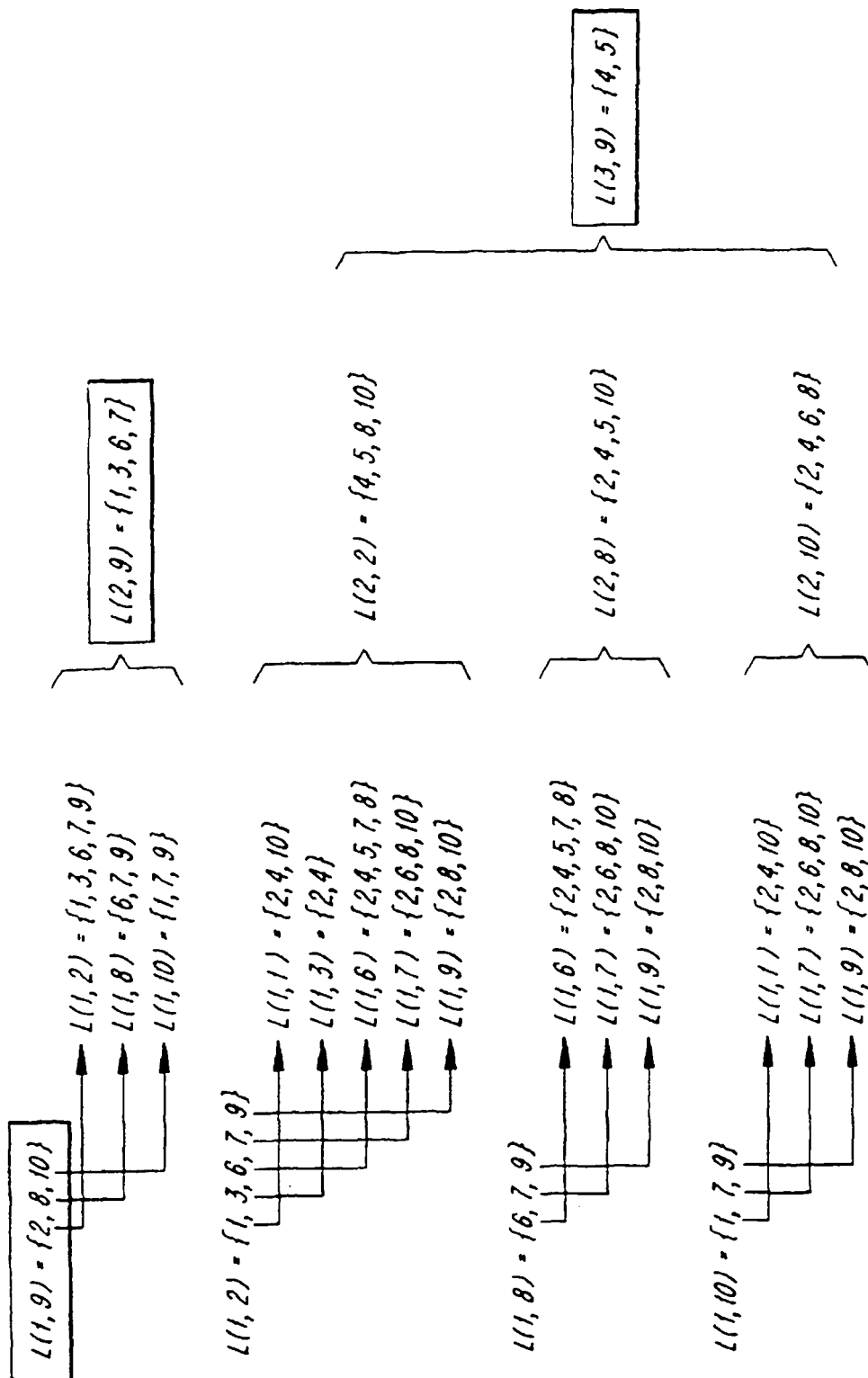


FIG. 8



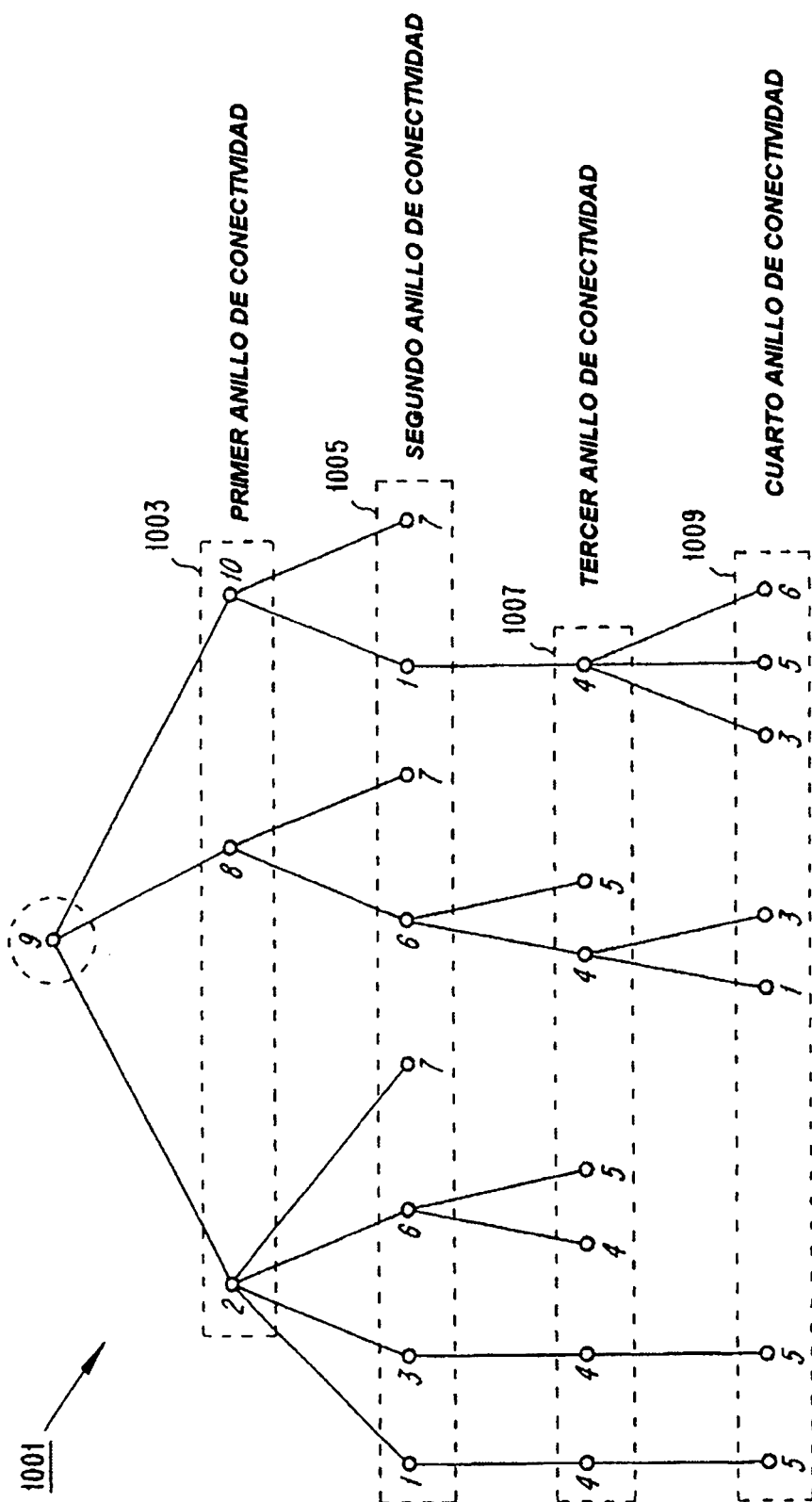


FIG. 10

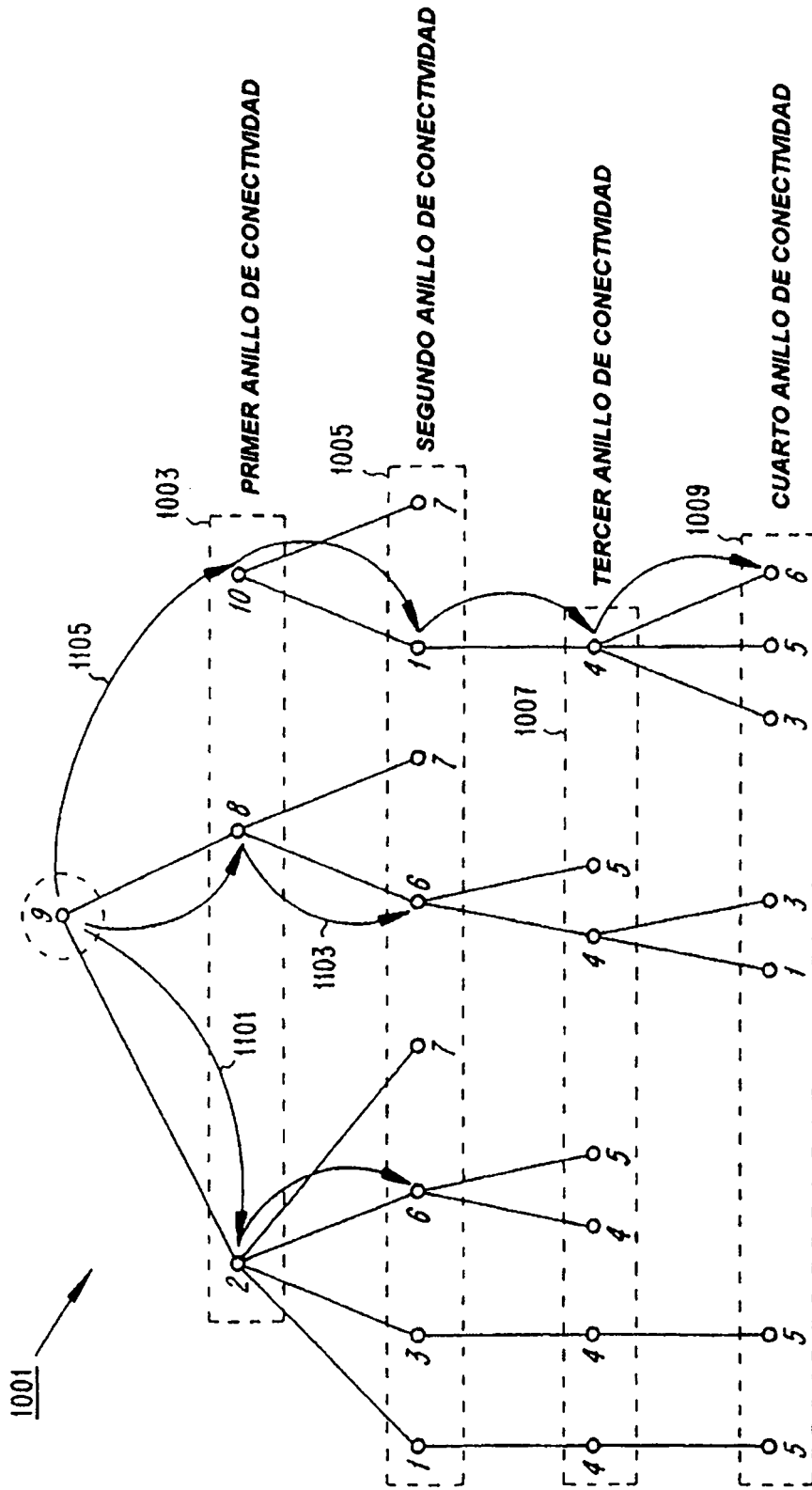


FIG. 11

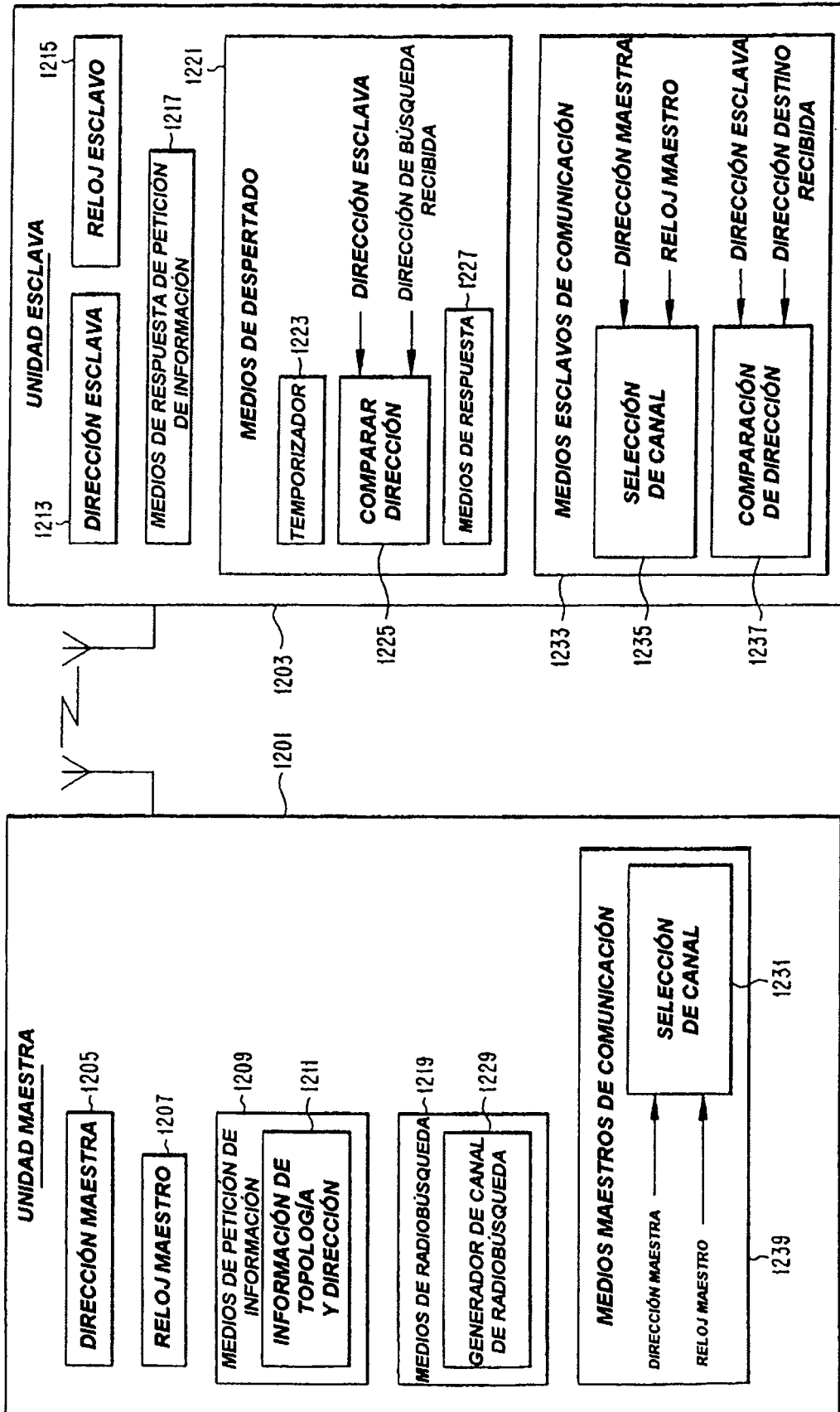


FIG. 12