

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 373 313**

51 Int. Cl.:
H04W 40/24 (2009.01)
H04W 84/18 (2009.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 96 Número de solicitud europea: **05016984 .6**
96 Fecha de presentación: **04.08.2005**
97 Número de publicación de la solicitud: **1624625**
97 Fecha de publicación de la solicitud: **08.02.2006**

54 Título: **CONSTRUCCIÓN DE UN SISTEMA RADIO DE SALTOS MÚLTIPLES Y DE ESTRUCTURA DE ÁRBOL SELECCIONANDO UN NODO RADIO DE ACEPTACIÓN DE CONEXIÓN HOST EN BASE AL NÚMERO DE SALTOS E INFORMACIÓN DE NODO RADIO RAÍZ O EL NÚMERO DE NODOS RADIO CONECTADOS.**

30 Prioridad:
06.08.2004 JP 2004231597
06.08.2004 JP 2004231608

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
02.02.2012

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
02.02.2012

73 Titular/es:
PANASONIC CORPORATION
1006, OAZA KADOMA, KADOMA-SHI
OSAKA 571-8501, JP y
NATIONAL INSTITUTE OF INFORMATION AND
COMMUNICATIONS TECHNOLOGY

72 Inventor/es:
Kawakami, Tetsuya;
Suzuki, Yoshihiro y
Fujise, Masayuki

74 Agente: **Ungría López, Javier**

ES 2 373 313 T3

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

DESCRIPCIÓN

5 Construcción de un sistema radio de saltos múltiples y de estructura de árbol seleccionando un nodo radio de aceptación de conexión host en base al número de saltos e información de nodo radio raíz o el número de nodos radio conectados

10 La presente invención se refiere a un aparato de nodo radio hecho para construir un sistema radio de saltos múltiples de forma autónoma, un sistema radio de saltos múltiples y un método de construcción de un sistema radio de saltos múltiples.

15 Hoy día, el estándar "IEEE802.11" para sistemas radio prescribe dos modos como modos de sistemas radio: un modo ad hoc en el que se hace un grupo entre nodos radio (a cada uno de los cuales se hará referencia a continuación como un "aparato de nodo radio"), en el que las ondas radio llegan directamente, sin interponer una estación base especificada (denominada a continuación un "AP" (punto de acceso)) con el fin de llevar a cabo comunicaciones directas, y un modo de infraestructura en el que se usa un AP y nodos radio (denominados a continuación una "STA" (estación)) existentes en un rango al que llegan ondas radio desde el AP, están conectados en forma de estrella con respecto al AP de manera que puedan comunicar entre sí a través del AP. El empleo de tales tecnologías de sistema radio permite que un nodo radio atienda y salga de las comunicaciones de manera ad hoc y además la realización de comunicaciones mientras se mueve. Sin embargo, en el modo ad hoc, estas comunicaciones requieren que la onda radio llegue directamente a un socio de comunicación y, en el modo de infraestructura, requieren que la onda radio llegue directamente al AP, al mismo tiempo que es difícil la realización de comunicaciones a través de un radio enlace solamente con respecto a un socio al que no llega la onda radio.

25 Además, el documento de Patente 1 (Publicación de Patente japonesa número 2001-237764 (figura 1)) describe el potencial de un sistema radio como un ejemplo de aceleración de las comunicaciones móviles, es decir, proporciona un método de construir una red de radio de saltos múltiples entre nodos radio como unos medios de ampliar una zona de oferta de servicio en un sistema donde una zona de comunicación de una estación base (AP) es menor en comparación con la de las comunicaciones móviles tal como un PDC (Celular Digital Personal). En la invención descrita en dicho documento de Patente 1, cada uno de los nodos radio solamente establece un canal a una estación base al único objeto de efectuar comunicaciones desde cada nodo radio a la estación base en una red del tipo de estrella, donde la estación base se hace la estación de rango superior entre la estación base y los nodos radio y cada nodo radio determina de forma única un nodo radio de aceptación de conexión de host (conectado). Además, la estación de rango superior (estación base) no controla completamente la construcción de una red de radio de saltos múltiples del tipo de estrella, sino que cada nodo radio realiza una red de radio de saltos múltiples de forma autónoma (o autosustentada) seleccionando un nodo radio host, que minimiza el número de saltos hasta la estación base, como un nodo radio de aceptación de conexión óptimo en base al número de saltos contados desde la estación base.

40 Sin embargo, un sistema radio según el estándar "IEEE802.11" no tiene una disposición para llevar a la práctica los saltos múltiples entre una pluralidad de nodos radio y, aunque una pluralidad de nodos radio representados en la figura 17A formen grupos representados en la figura 17B de forma autónoma, surgen dificultades, aunque un nodo radio A-5 y un nodo radio B-1 estén en una posición comunicable entre dos grupos A y B, al establecer comunicaciones entre un nodo radio A-2 y un nodo radio B-3 utilizando esta situación. Además, aunque la invención descrita en el documento de Patente 1 puede construir una red de saltos múltiples de manera autónoma, requiere un aparato que sirva como una estación base. Aunque un nodo radio dado también puede ser utilizado como una estación base, hay que poner un nodo radio como una estación base. Consiguientemente, tiene lugar una variación desde un estado antes de una construcción de un árbol como se representa en la figura 18A a un estado de una construcción de un árbol en base al número de saltos desde una estación base 1800 como se representa en la figura 18B. Sin embargo, un nodo radio, que no se puede conectar a ningún nodo radio conectado al árbol de la estación base 1800, no puede hacer comunicaciones. Por esta razón, existe el problema de que, aunque los nodos radio a, b y c representados en las figuras 18A y 18B estén en posiciones de posibilidad de comunicación uno con otro, no se establece un canal entremedio de modo que no pueden hacer comunicaciones a excepción de que tiene lugar una conexión al árbol de la estación base 1800 a causa de la ampliación del árbol de la estación base 1800, y su movimiento o análogos.

55 US-A-2004/023651 describe una pluralidad de dispositivos de transmisión/recepción móviles que comunican con un ordenador host mediante un controlador de red. Para ampliar el rango de operación de los dispositivos móviles, los dispositivos móviles pueden operar en el denominado "modo puente". En este modo puente, un dispositivo recibe y envía datos de otro dispositivo móvil. Cuando el dispositivo móvil está conectado a dicho dispositivo puente, el dispositivo puente se selecciona en base a la información emitida por los denominados mensajes "HOLA" que indican una distancia (costo) a un nodo raíz especial.

60 La presente invención se ha desarrollado con vistas a eliminar los problemas antes mencionados, y por lo tanto un objeto de la invención es proporcionar un aparato de nodo radio capaz de construir un sistema radio de saltos múltiples del tipo de árbol en el que nodos radio mutuos determinan un nodo radio que es un nodo raíz de un árbol de manera autónoma y el nodo raíz es establecido como una raíz de manera autónoma, un sistema radio de saltos

múltiples y un método de construir un sistema radio de saltos múltiples.

Esto se logra con las características de las reivindicaciones independientes.

5 Para esta finalidad, según un aspecto de la presente invención, se facilita un aparato de nodo radio para uso en un sistema radio de saltos múltiples y de estructura de árbol incluyendo una pluralidad de aparatos de nodo radio, de los que al menos una porción se usa como un repetidor para llevar a cabo comunicación de saltos múltiples en la capa 2, incluyendo: una unidad de almacenamiento para almacenar información de estado, usada para construir el sistema radio de saltos múltiples, incluyendo información para especificar un aparato de nodo radio raíz colocado en una cima del sistema radio de saltos múltiples, con el que tiene una conexión, y el número de saltos del aparato de nodo radio raíz, una unidad de recogida para recoger información de estado transmitida desde el aparato de nodo radio acerca de sí mismo, y una unidad de selección para seleccionar un aparato de nodo radio de aceptación de conexión host en base a la información para especificar el aparato de nodo radio raíz y el número de saltos incluidos en la información de estado recogida. Esta disposición puede construir un sistema radio de saltos múltiples del tipo de árbol en el que un nodo raíz es establecido como una raíz de manera autónoma.

20 El aparato de nodo radio, el sistema radio de saltos múltiples y el método de construir un sistema radio de saltos múltiples según la presente invención tienen las disposiciones antes descritas, construyendo así un sistema radio de saltos múltiples del tipo de árbol en el que nodos radio determinan mutuamente un nodo radio que es un nodo raíz de una estructura de árbol de forma autónoma de modo que el nodo raíz se establezca como una raíz de forma autónoma.

25 La figura 1 es una ilustración de una configuración de un aparato de nodo radio según una primera realización de la presente invención.

La figura 2 es una ilustración útil para explicar la información de estado y la prioridad de nodo en el aparato de nodo radio según la primera realización de la presente invención.

30 La figura 3 es un diagrama de flujo útil para explicar una secuencia de seleccionar y conectar un aparato de nodo radio de aceptación de conexión host, en el aparato de nodo radio según la primera realización de la presente invención.

35 La figura 4 es un diagrama de flujo para explicar un flujo de procesado de selección de nodo radio de aceptación de conexión host en el aparato de nodo radio según la primera realización de la presente invención.

La figura 5A es una ilustración de un estado antes de la construcción de un sistema radio de saltos múltiples según la primera realización de la presente invención.

40 La figura 5B es una ilustración de un estado después de la construcción de un sistema radio de saltos múltiples según la primera realización de la presente invención.

La figura 6A es una ilustración de un estado en el que un aparato de nodo radio diferente es activado después de la construcción de un sistema radio de saltos múltiples según la primera realización de la presente invención.

45 La figura 6B es una ilustración de un estado en el que un aparato de nodo radio diferente es activado después de la construcción de un sistema radio de saltos múltiples según la primera realización de la presente invención con el fin de construir un sistema radio de saltos múltiples.

50 La figura 7 es una ilustración de una configuración de un aparato de nodo radio según una segunda realización de la presente invención.

La figura 8 es un gráfico de secuencia útil para explicar una secuencia en la que el aparato de nodo radio según la segunda realización de la presente invención selecciona un aparato de nodo radio de aceptación de conexión host.

55 La figura 9 es una ilustración útil para explicar la información de estado en el aparato de nodo radio según la segunda realización de la presente invención.

60 La figura 10 es un diagrama de flujo para explicar un flujo de procesado de selección de nodo radio de aceptación de conexión host en el aparato de nodo radio según la segunda realización de la presente invención.

La figura 11 es un gráfico de secuencia útil para explicar el procesado de cambio de información de estado en el aparato de nodo radio según la segunda realización de la presente invención, y es una ilustración conceptual del mismo.

65 La figura 12 es una ilustración útil para explicar una tabla de gestión de conexión en el aparato de nodo radio según la segunda realización de la presente invención.

La figura 13 es una ilustración útil para explicar una notificación de cambio de estado en el aparato de nodo radio según la segunda realización de la presente invención.

5 La figura 14 es un gráfico de secuencia útil para explicar el procesado de cambio de información de estado en desconexión de un radio enlace en el aparato de nodo radio según la segunda realización de la presente invención, y es una ilustración conceptual del mismo.

10 La figura 15 es una ilustración útil para explicar una notificación de cambio de conexión en el aparato de nodo radio según la segunda realización de la presente invención.

La figura 16 es un diagrama de flujo para explicar un flujo diferente de procesado de selección de nodo radio de aceptación de conexión host en el aparato de nodo radio según la segunda realización de la presente invención.

15 La figura 17A es una ilustración de un estado antes de que se forme un grupo para hacer comunicaciones ad hoc en un sistema radio convencional.

20 La figura 17B es una ilustración de un estado después de la formación del grupo para las comunicaciones ad hoc en el sistema radio convencional.

La figura 18A es una ilustración de un estado antes de la construcción de una red de radio de saltos múltiples convencional.

25 Y la figura 18B es una ilustración de un estado después de la construcción de la red de radio de saltos múltiples convencional.

(Primera realización)

30 Con referencia a las figuras 1 a 6A y 6B, más adelante se describirán un aparato de nodo radio y un sistema radio de saltos múltiples según una primera realización de la presente invención. La figura 1 es una ilustración de una configuración de un aparato de nodo radio según una primera realización de la presente invención, y la figura 2 es una ilustración útil para explicar la información de estado y la prioridad de nodo en el aparato de nodo radio según la primera realización de la presente invención. La figura 3 es un diagrama de flujo útil para explicar una secuencia de selección y conexión de un aparato de nodo radio de aceptación de conexión host, en el aparato de nodo radio según la primera realización de la presente invención, y la figura 4 es un diagrama de flujo para explicar un flujo de procesado de selección de nodo radio de aceptación de conexión host en el aparato de nodo radio según la primera realización de la presente invención. La figura 5A es una ilustración de un estado antes de la construcción de un sistema radio de saltos múltiples según la primera realización de la presente invención, y la figura 5B es una ilustración de un estado después de la construcción del sistema radio de saltos múltiples según la primera realización de la presente invención. La figura 6A es una ilustración de un estado en el que un aparato de nodo radio diferente es activado después de la construcción de un sistema radio de saltos múltiples según la primera realización de la presente invención, y la figura 6B es una ilustración de un estado en el que un aparato de nodo radio diferente es activado después de la construcción de un sistema radio de saltos múltiples según la primera realización de la presente invención con el fin de construir un sistema radio de saltos múltiples.

45 Ante todo, con referencia a la figura 1, más adelante se describirá una configuración de un aparato de nodo radio según la primera realización de la presente invención. Como representa la figura 1, un aparato de nodo radio, generalmente designado con el número de referencia 100, está formado por una unidad de almacenamiento 101, una unidad de transmisión 102, una unidad de recogida 103, una unidad de selección 104 y una unidad de cambio 105, estos componentes están conectados uno a otro a través de un bus 106. Además, el aparato de nodo radio 100 está equipado con una interface (no representada) que tiene la finalidad de establecer comunicaciones con el exterior. También adicionalmente, el aparato de nodo radio 100 tiene un programa de control en un estado almacenado, por ejemplo, en la unidad de almacenamiento 101. Esta unidad de almacenamiento 101 es equivalente a una HDD, ROM, RAM o análogos. La unidad de transmisión 102, la unidad de recogida 103, la unidad de selección 104 y la unidad de cambio 105 corresponden, por ejemplo, a una CPU.

50 La unidad de almacenamiento 101 guarda, para construir un sistema radio de saltos múltiples y de estructura de árbol, una prioridad de nodo a emplear como un aparato de nodo radio raíz (que a continuación se denominará igualmente un "nodo raíz"), una prioridad de grupo indicativa de una prioridad de conexión de un grupo con el que tiene una conexión, información para especificar un nodo raíz de un sistema radio de saltos múltiples con el que tiene una conexión, y el número de saltos de un nodo raíz. La información acerca de la prioridad de grupo, la información de especificación de nodo raíz y el número de saltos del nodo raíz se denominarán igualmente "información de estado". Con referencia a la figura 2, más adelante se describirá la información respectiva almacenada en la unidad de almacenamiento 101. Para la selección de un aparato de nodo radio de aceptación de conexión host (que a continuación se denominará igualmente simplemente como un "nodo radio"), el aparato de nodo radio según la primera realización de la presente invención emplea una prioridad de grupo (Pri), una ID de

nodo raíz (R-ID) que forma la información para especificar un nodo raíz de un sistema radio de saltos múltiples con el que tiene una conexión, y el número (H) de saltos del nodo raíz. Como se representa en la figura 2, estos valores se mantienen en orden descendente del orden de bits, es decir, en el orden de la prioridad de grupo, la ID de nodo raíz y el número de saltos. Se manejan como un valor numérico y este valor se maneja como un valor de información de estado. Además de estos valores, una prioridad de nodo para este nodo que será un nodo raíz también se mantiene en un estado separado.

Un valor indicativo de una prioridad en conexión como un nodo raíz se pone a la prioridad de nodo y el nodo raíz se puede poner artificialmente. En particular, aunque no se impone ninguna restricción al tamaño (número de bits), en el aparato de nodo radio 100 según la primera realización de la presente invención, para conveniencia de la explicación solamente, se toman valores de dos bits, y 0 significa una prioridad alta mientras que 3 representa una prioridad baja. Además, se puede tomar cualquier ID de nodo raíz si es un valor único para un nodo radio, y en el aparato de nodo radio 100 según la primera realización de la presente invención, se pone una dirección MAC del nodo radio para uso. En cuanto al número de saltos, se asigna 1 a un nodo raíz, y se incrementa en 1 en cada salto. En cuanto a los valores iniciales, la prioridad de nodo está a un valor establecido en cada nodo radio, la prioridad de grupo está en la prioridad de nodo, la ID de nodo raíz se establece como su propia dirección MAC, y el número de saltos (que a continuación se denominará igualmente "número de saltos") se establece como $H = 1$.

Para la selección del nodo radio de aceptación de conexión de host (conectado) (que es un objeto de conexión), la unidad de transmisión 102 transmite a los nodos radio circundantes alrededor de ella una petición de adquisición (que a continuación se denominará igualmente una "petición de información de estado") de una prioridad de grupo, una ID de nodo raíz y el número de saltos (número de saltos) que se mantienen en cada uno de los nodos radio circundantes. Con referencia a la figura 3, más adelante se describirá una secuencia básica de transmitir una petición de información de estado, recibir una respuesta (a continuación denominada igualmente como una "respuesta de información de estado") a la petición de información de estado, seleccionar un nodo radio de aceptación de conexión host en base a la respuesta de información de estado recibida y hacer una conexión con el nodo radio seleccionado.

Como representa la figura 3, un nodo radio x difunde una petición de información de estado cuando es activado (pasos S301 y S302). A la recepción de esta petición de información de estado, cada uno de los nodos radio 11 y 12 hace una respuesta como la respuesta de información de estado, es decir, envía su propia información de estado al nodo radio x (pasos S303 y S304). El nodo radio x realiza procesamiento para selección de un nodo radio de aceptación de conexión host en base a la respuesta de información de estado recibida. El nodo radio x hace una petición de conexión al nodo radio seleccionado 11 (paso S305) y recibe una respuesta de conexión a esta petición (paso S306). Así, termina la conexión al nodo radio de aceptación de conexión host 11. Se supone que dicho procesamiento de selección de nodo radio de aceptación de conexión host se realiza no solamente a la activación, sino también periódicamente.

La unidad de recogida 103 recoge la prioridad de grupo, la ID de nodo raíz y el número de saltos transmitido desde cada uno de los nodos radio circundantes según la petición de información de estado transmitida. Como un método de recoger la información de estado, aunque esta realización emplea dicho método en el que la unidad de transmisión 102 difunde una petición de información de estado y recibe una respuesta de información de estado, también es apropiado emplear un método en el que los nodos radio circundantes difunden periódicamente información de estado en forma de baliza y la unidad de recogida 103 la recibe y recoge. Además, la unidad de recogida 103 recoge la información de estado, por ejemplo, durante un período de tiempo especificado t y la lista.

La unidad de selección 104 selecciona un nodo radio de aceptación de conexión host en base a las prioridades de grupo, las IDs de nodos raíz y los números de saltos recogidos de esta forma. Con referencia a la figura 4, más adelante se describirá el procesamiento de selección de nodo radio de aceptación de conexión host en la unidad de selección 104. En primer lugar, la unidad de recogida 103 recoge y lista la información de estado de nodos radio circundantes durante el período de tiempo preestablecido t (paso S401). La unidad de selección 104 selecciona nodos radio que son candidatos para un nodo radio de aceptación de conexión host, en base a la información de estado recogida (paso S402). Más adelante se describirá un método concreto de seleccionar nodos radio candidato.

Se realiza una comparación entre los valores de información de estado para seleccionar el nodo radio que tenga el valor más pequeño. Es decir, el nodo radio cuya prioridad de grupo, establecido en bits de orden alto, es alta, es decir, el nodo radio cuya prioridad de grupo Pri está al valor más pequeño, se establece como un candidato en base preferente. En un caso en el que haya múltiples nodos radio que tengan la prioridad de grupo Pri más pequeña, el nodo radio conectado a un árbol en base a un nodo raíz que tiene el valor más pequeño en términos de ID de nodo raíz se establece como un candidato. No obstante, si la selección del nodo radio candidato no es factible, de los nodos radio conectados al mismo nodo raíz se selecciona como un candidato para un nodo radio de aceptación de conexión host el nodo radio que tenga el número más pequeño de saltos. A propósito, si el número de saltos todavía no puede resolver el problema de la selección del nodo radio que es un candidato para el nodo radio de aceptación de conexión host, uno de los nodos radio puede ser seleccionado en base a la intensidad de la recepción de la respuesta de información de estado o una comparación entre direcciones MAC de petición de transmisión de trama a la recepción de la respuesta de información de estado. Además, si no hay prioridad de grupo ni prioridad de nodo, se

establece como un candidato el nodo radio conectado a un árbol en base a un nodo raíz que tenga el valor de ID de nodo raíz más pequeño. Si todavía es difícil la selección del nodo radio candidato, de los nodos radio conectados al mismo nodo raíz se selecciona el nodo radio que tenga el número más pequeño de saltos como el candidato para el nodo radio de aceptación de conexión host.

5 En un caso en el que se selecciona un nodo radio como un candidato para el nodo radio de aceptación de conexión host en el paso S402, la unidad de selección 104 hace una comparación entre su propio valor de información de estado (prioridad de grupo, ID de nodo raíz, número de saltos) y el valor de información de estado (prioridad de grupo, ID de nodo raíz, número de saltos) mantenido en el nodo radio que es el candidato para el nodo radio de aceptación de conexión host con el fin de hacer una decisión sobre si su propio valor de información de estado
10 excede o no del valor del nodo radio que es el candidato para el nodo radio de aceptación de conexión host (paso S403). Si lo es (es decir, en un caso en el que la prioridad de conexión de otro lado es más alta que su propia prioridad de conexión), el nodo radio que es el candidato para el nodo radio de aceptación de conexión host se determina como el nodo radio de aceptación de conexión host (paso S404). Además, se envía una petición de conexión al nodo radio de aceptación de conexión host determinado (paso S405). A la recepción de una respuesta de conexión al efecto de que la conexión es posible con respecto a la petición de conexión, dicha unidad de cambio 105 cambia, de su propio valor de información de estado, la prioridad de grupo y la ID de nodo raíz a las del nodo radio de aceptación de conexión host y cambia el número de saltos a un valor obtenido añadiendo 1 al número de saltos del nodo radio de aceptación de conexión host. Por otra parte, si la decisión en el paso S403 muestra que su propio valor no es mayor que el valor del nodo radio que es el candidato para el nodo radio de aceptación de conexión host, el nodo radio establecido como el candidato para el nodo radio de aceptación de conexión host se quita del candidato y se abandona (paso S406), y termina el procesado de selección. A propósito, la expresión “exceder de una referencia de comparación predeterminada” significa que, por ejemplo, cuando se realiza una comparación entre su propio valor de información de estado (prioridad de grupo, ID de nodo raíz, número de saltos)
20 y el valor de información de estado (prioridad de grupo, ID de nodo raíz, número de saltos) mantenido en el nodo radio que es el candidato para el nodo radio de aceptación de conexión host, su propia información de estado es mayor que el valor del candidato para el nodo radio de aceptación de conexión host. Además, si no hay prioridad de grupo ni prioridad de nodo, se realiza una comparación en términos de la ID de nodo raíz y el número de saltos.

30 Dado que, como se ha mencionado anteriormente, la conexión se hace preferentemente según la prioridad en un estado donde la prioridad de nodo del nodo radio que sirve como un nodo raíz se establece como una prioridad de grupo, se realiza agregación como árbol en base a un nodo raíz que tiene una prioridad de nodo alta. Además, incluso en el caso de un grupo completamente independiente, en este grupo, un nodo raíz se determina en base a la prioridad de grupo y la ID de nodo raíz de forma autónoma de modo que se pueda formar y operar un árbol independiente. Además, aunque no haya establecimiento de prioridad, un nodo raíz puede ser seleccionado de forma autónoma a través de la comparación entre las IDs de nodos raíz al objeto de construir un árbol.

En segundo lugar, con referencia a las figuras 5A y 5B, más adelante se describirá una disposición para la construcción de un sistema radio de saltos múltiples mediante la utilización del aparato de nodo radio y un sistema radio de saltos múltiples según la primera realización de la presente invención. La figura 5A es una ilustración de un estado en el que cada uno de los nodos radio 1 a 9 es inicializado en información de estado y se activa. La figura 5B es una ilustración de un sistema radio de saltos múltiples construido después de la activación de los nodos radio 1 a 9. En las figuras 5A y 5B, los números dados con respecto a los nodos radio respectivos designan información de estado en el orden de “Pri, R-ID, H”.

45 En la figura 5A, dado que su propia prioridad de nodo se usa como la prioridad de grupo en el estado inicial, el nodo radio 3 tiene una prioridad de nodo 0 que es la prioridad más alta, y la prioridad más alta siguiente es la prioridad de nodo 1 del nodo radio 2, y la siguiente en prioridad es la prioridad de nodo 2 del nodo radio 9. Los otros nodos radio muestran la prioridad de nodo 3. En la descripción siguiente, con respecto a la ID de nodo raíz, el número del nodo radio se usa como su propia ID. Además, los valores iniciales de todos los números de saltos se establecen como H = 1. Después de activarse, cada uno de los nodos radio recoge información de estado. Así, de los nodos radio directamente conectables, el nodo radio que tiene una prioridad de grupo más alta (valor numérico más pequeño), una ID de nodo raíz baja y un número de saltos pequeño se selecciona y conecta. En consecuencia, en el lado donde los nodos radio 1, 3, 4, 5, 8 y 9 convergen (denominados a continuación igualmente un “grupo A”), el nodo radio 3 tiene la prioridad más alta y, por lo tanto, se realiza agregación para construir un árbol en el que el nodo radio 3 esté establecido como el nodo raíz.

La información de estado de cada uno de los nodos radio en el grupo A se cambia a la prioridad de grupo Pri = 0 y a la ID de nodo raíz R-ID = 3. Además, en un caso en el que tres nodos radio en el lado donde los nodos radio 2, 6 y 7 convergen (a continuación se denominarán igualmente un “grupo B”) no se puedan conectar a un árbol en el que el nodo radio 3 se usa como un nodo raíz, se forma un árbol independiente diferente. En el grupo B, el nodo radio 2 tiene la prioridad más alta de modo que un árbol se estructura en un estado donde el nodo radio 2 forma un nodo raíz, y la información de estado se cambia a la prioridad de grupo Pri 1 y a la ID de nodo raíz R-ID = 2. Así, cada nodo radio determina independientemente un nodo raíz y se forma un grupo entre los nodos radio conectables uno a otro, construyendo por ello un sistema radio de saltos múltiples ad hoc.

Además, con referencia a las figuras 6A y 6B, más adelante se describirá una disposición por la que un nodo radio 10 es activado nuevamente de modo que los árboles de saltos múltiples de los dos grupos A y B se agreguen en uno. La figura 6A es una ilustración de un estado en el que, en el estado representado en la figura 5B, el nodo radio 10 es activado en una posición conectable al nodo radio 9 y el nodo radio 6, 7. La figura 6B es una ilustración de un sistema radio de saltos múltiples construido después de la activación del nodo radio 10. En la figura 6A, cuando es activado, el nodo radio 10 envía una petición de información de estado, y cada uno de los nodos radio 6, 7 y 9 hace una respuesta a ella. En este caso, cuando se realiza una comparación entre la información de estado, dado que el nodo radio 9 representa $Pri = 0$, el nodo radio 10 tiene una conexión con el nodo radio 9 y cambia su propia información de estado a [0, 3, 4].

A continuación, en la actualización periódica de los nodos radio 6 y 7, los nodos radio 6 y 7 reconocen que son conectables al nodo radio 10 que mantiene la información de estado [0, 3, 4] de menor prioridad de grupo Pri que su propia información de estado [1, 2, 2], y hacen una conexión con el nodo radio 10. Así, el nodo radio 2 se conecta al nodo radio 6. Cuando los sistemas radio de saltos múltiples, que están en un estado separado uno de otro, son conectables uno a otro de esta forma, tiene lugar una conexión a un árbol en base a un nodo raíz que tiene una prioridad más alta mediante la utilización de la información de estado. Por lo tanto, cuando las prioridades de grupo de los nodos radio conectados a una red externa se ponen a un valor más alto, los nodos radio se pueden agregar a un árbol conectado al exterior.

(Segunda realización)

Con referencia a las figuras 7 a 16, más adelante se describirá un método de construir un sistema radio de saltos múltiples y un aparato de nodo radio según una segunda realización de la presente invención. La figura 7 es una ilustración de una configuración de un aparato de nodo radio según una segunda realización de la presente invención. La figura 8 es un gráfico de secuencia útil para explicar una secuencia en la que el aparato de nodo radio según la segunda realización de la presente invención selecciona un aparato de nodo radio de aceptación de conexión host. La figura 9 es una ilustración útil para explicar la información de estado en el aparato de nodo radio según la segunda realización de la presente invención. La figura 10 es un diagrama de flujo para explicar un flujo de procesado de selección de nodo radio de aceptación de conexión host en el aparato de nodo radio según la segunda realización de la presente invención.

La figura 11 es un gráfico de secuencia útil para explicar el procesado de cambio de información de estado en el aparato de nodo radio según la segunda realización de la presente invención, y es una ilustración conceptual del mismo. La figura 12 es una ilustración útil para explicar una tabla de gestión de conexión en el aparato de nodo radio según la segunda realización de la presente invención. La figura 13 es una ilustración útil para explicar una notificación de cambio de estado en el aparato de nodo radio según la segunda realización de la presente invención. La figura 14 es un gráfico de secuencia útil para explicar el procesado de cambio de información de estado en desconexión de un radio enlace en el aparato de nodo radio según la segunda realización de la presente invención, y es una ilustración conceptual del mismo. La figura 15 es una ilustración útil para explicar una notificación de cambio de conexión en el aparato de nodo radio según la segunda realización de la presente invención. La figura 16 es un diagrama de flujo para explicar un flujo diferente de procesado de selección de nodo radio de aceptación de conexión host en el aparato de nodo radio según la segunda realización de la presente invención.

En primer lugar, con referencia a la figura 7, más adelante se describirá una configuración de un aparato de nodo radio según la segunda realización de la presente invención. Como se representa en la figura 7, un aparato de nodo radio 700 está formado por una unidad de transmisión 701, una unidad de recepción 702, una unidad de control 703 y una unidad de almacenamiento 704. Están conectadas una a otra a través de un bus 705. Además, el aparato de nodo radio 700 está equipado con una interface (no representada) que tiene la finalidad de establecer comunicaciones con el exterior. También adicionalmente, en el aparato de nodo radio 700, un programa para controlar el aparato de nodo radio 700 está almacenado en la unidad de almacenamiento 704. La unidad de transmisión 701, la unidad de recepción 702 y la unidad de control 703 corresponden, por ejemplo, a una CPU. La unidad de almacenamiento 704 es equivalente a una HDD, ROM, RAM o análogos. La función de cada una de las partes se describirá más tarde.

Además, con referencia a la figura 8, más adelante se describirá una secuencia a realizar cuando el aparato de nodo radio según la segunda realización de la presente invención selecciona un nodo radio de aceptación de conexión host. Un nodo radio x' que intenta hacer una conexión con un nodo radio de aceptación de conexión host difunde una petición de información de estado (pasos S801 y 802). Más adelante se dará una descripción de la información de estado. A la recepción de esta petición de información de estado, cada uno de los nodos radio 11' y 12' transmite su propia información de estado al nodo radio x' (pasos S803 y 804). El nodo radio x' recibe la información de estado de los nodos radio 11' y 12' y selecciona un nodo radio de aceptación de conexión host en base a la información de estado recibida y emite una petición de conexión al nodo radio seleccionado 11' (paso S805) para recibir una respuesta (paso S806), logrando así la conexión con el nodo radio de aceptación de conexión host 11'.

Por ejemplo, el nodo radio x' que hace la petición de información de estado es un nodo radio que todavía está en una condición no conectada después de activarse y un nodo raíz después de una formación de un árbol de un grupo ad

hoc, y el nodo radio x' emite periódicamente la petición de información de estado. En este caso, el nodo radio que todavía está en una condición no conectada después de activarse opera como un nodo raíz de un grupo incluyendo solamente un nodo radio. Además, con respecto a la respuesta a la petición de información de estado, el nodo radio que ha recibido la petición de información de estado hace la respuesta sin distinguir entre el nodo raíz y los otros nodos radio.

Dicha información de estado se describirá más adelante con referencia a la figura 9. En la segunda realización de la presente invención, la información de estado a usar en la selección de un nodo radio de aceptación de conexión host se compone de un número de nodos (N) indicativo del número total de nodos radio en un grupo en base a un nodo raíz y está formado ad hoc, un número de saltos (H) del nodo raíz, una ID de nodo raíz (RID) indicativa de un nodo radio que es un nodo raíz en un grupo al que pertenece, y una ID de nodo (N-ID) que es un valor único representativo de sí mismo. Con respecto al número de saltos, el nodo raíz se establece como 1, y se incrementa en 1 en cada salto. Con respecto a la información de estado, los valores iniciales son tales que el número de nodos (N) = 1, el número de saltos (H) = 1, y la ID de nodo raíz (R-ID) = ID de nodo (N-ID). En este caso, se puede emplear una dirección MAC de dicho aparato o análogos como la ID de nodo (N-ID).

Además, con referencia a la figura 10, más adelante se describirá el procesado de seleccionar un aparato de nodo radio de aceptación de conexión host, que se lleva a cabo en un aparato de nodo radio según la segunda realización de la presente invención. La unidad de transmisión 701 del nodo radio (aparato de nodo radio) 700 difunde una petición de información de estado, por ejemplo, a los nodos radio circundantes, y la unidad de recepción 702 del nodo radio 700 recibe de ellos la información de estado durante un período de tiempo especificado t de modo que, en base a la información de estado recibida, la unidad de control 703 del nodo radio 700 recoja y liste la información de estado de los nodos radio circundantes (paso S1001). Después de listar la información de estado, la unidad de control 703 hace una comparación entre el número de nodos (número de nodos) en la información de estado del nodo radio 700 y el número de nodos incluido en la información de estado enumerada con el fin de hacer una decisión sobre si hay o no un nodo radio que tenga el número de nodos mayor que el número de nodos de la información de estado (su propia información de estado) del nodo radio 700 (paso S1002). Si hay un nodo radio que tenga un mayor número de nodos, el flujo operativo avanza al paso S1006 a explicar más tarde. Si no hay nodo radio que tenga un mayor número de nodos, la unidad de control 703 hace una decisión sobre si hay o no solamente nodos radio que tengan un número de nodos menor que el número de nodos en la información de estado del nodo radio 700 (paso S1003).

Si hay solamente un(os) nodo(s) radio que tenga(n) un número de nodos menor que el número de nodos en la información de estado del nodo radio 700, es decir, cuando el nodo radio 700 es un nodo raíz que cubre muchos nodos radio como subordinados, el flujo operativo llega a su fin sin hacer ninguna conexión al otro nodo radio. Por otra parte, si hay un nodo radio distinto de los nodos radio que tenga un número de nodos menor que el número de nodos en la información de estado del nodo radio 700, es decir, cuando hay un nodo radio que tiene el mismo número de nodos radio que el nodo radio 700, la unidad de control 703 hace una comparación entre la ID de nodo incluida en la información de estado del nodo radio 700 y la ID de nodo raíz más pequeño en los nodos radio relacionados (paso S1004). En este caso, con respecto a la comparación entre IDs, las direcciones MAC del aparato se usan como las IDs y, por lo tanto, la comparación se puede hacer entre valores numéricos.

La unidad de control 703 hace una decisión, en base a un resultado de la comparación, sobre si existe o no solamente un(os) nodo(s) radio que tenga(n) una ID de nodo raíz mayor que la ID de nodo (su propia ID de nodo) del nodo radio 700 (paso S1005). Si se decide que solamente existe uno(os) nodo(s) radio que tiene(n) una ID de nodo raíz mayor que la ID de nodo del nodo radio 700, el flujo operativo llega a su fin sin hacer ninguna conexión al otro nodo radio. Así, en un caso en el que se aproximen uno a otro grupos que tengan la misma escala, es posible distinguir entre el lado de conexión y el lado conectado según la magnitud de la ID de nodo raíz. Además, es posible evitar que tenga lugar un bucle debido a una conexión a un nodo radio sujeto. Por otra parte, si la decisión muestra la presencia de otro nodo radio fuera de solamente el (los) nodo(s) radio que tienen una ID de nodo raíz mayor que la ID de nodo del nodo radio 700, la unidad de control 703 selecciona, como un nodo radio de aceptación de conexión host, de los nodos radio relacionados, un nodo radio que tenga el número de saltos más pequeño y la ID de nodo más pequeña (paso S1006). Además, la unidad de control 703 emite una petición de conexión al nodo radio relevante. A propósito, también es posible que la unidad de transmisión 701 lleve a cabo la transmisión de la petición de conexión en lugar de la unidad de control 703. Así, la conexión se realiza, de los grupos que tienen una estructura de árbol, a un grupo que tiene una escala grande con el fin de construir un grupo con una escala mayor. Esto permite las comunicaciones entre más nodos radio.

Además, con referencia a la figura 11, más adelante se describirá un procedimiento de procesado de cambio de información de estado en cada nodo radio en un caso en el que el aparato de nodo radio según la segunda realización de la presente invención selecciona un nodo radio de aceptación de conexión host y transmite realmente una petición de conexión de modo que un grupo independiente pequeño sea absorbido en un grupo grande. En la figura 11 se representan cinco nodos radio, y también se representa un grupo incluyendo los nodos radio 1', 2' y 3' donde el nodo radio 1' opera como un nodo raíz y un grupo incluyendo los nodos radio 4' y 5' donde el nodo radio 4' opera como un nodo raíz. Más adelante se describirá un caso en el que el nodo radio 4' que sirve como un nodo raíz está conectado al nodo radio 2' en el grupo donde el nodo radio 1' sirve como un nodo raíz.

En primer lugar, el nodo radio 4', que pide la conexión, transmite una petición de conexión, en la que su propia información de estado es manejada como un parámetro, al nodo radio de aceptación de conexión host 2' (paso S1101). El nodo radio 2' devuelve una respuesta de conexión al nodo radio 4' (paso S1102). Después de esto, el
 5 nodo radio 2' añade el nodo radio nuevamente conectado 4' a una tabla de gestión de conexión indicativa del número de nodos también conectados para cada uno de los nodos radio conectados y añade el número de nodos (número de nodos) en la información de estado del nodo radio 4', que ha recibido a través de la petición de conexión, al número de nodos en su propia información de estado con el fin de cambiar el número de nodos en la información
 10 de estado y, posteriormente transmite una notificación de cambio de estado a los nodos radio 1' y 3' (paso S1103 y S1104). La tabla de gestión de conexión y la notificación de cambio de estado se explicarán más adelante.

A la recepción de la notificación de cambio de estado, cada uno de los nodos radio 1' y 3' cambia el número de nodos en su propia información de estado a través del uso de un número de nodos de cambio (cantidad de cambio) indicado en un parámetro. Además, el nodo radio 1', al recibir estado información de notificación del nodo radio 2' que es un subordinado cuando se observa desde sí mismo, también cambia el número de nodos correspondiente del
 15 nodo radio 2' en su propia tabla de gestión de conexión. Por otra parte, el nodo radio 4', que ha confirmado la conexión a través de la respuesta de conexión, lleva a cabo el procesado de cambio como sigue a través del uso de un parámetro en la información de estado del nodo radio 2' seleccionado. En primer lugar, el nodo radio 4' establece, como un número de nodos nuevo, un valor obtenido añadiendo el número de nodos recibido del nodo radio 2' a su propio número de nodos. Posteriormente, el nodo radio 4' establece, como un número de saltos nuevo, un valor
 20 obtenido añadiendo 1 al número de saltos del nodo radio 2'.

Además, el nodo radio 4' cambia la ID de nodo raíz a un "nodo radio 1'" que es un parámetro en la información de estado del nodo radio 2'. Después de la terminación del procesado de cambio, el nodo radio 4' transmite una
 25 notificación de cambio de conexión al nodo radio 5' conectado a su subordinado (paso S1105). A la recepción de la notificación de cambio de conexión, el nodo radio 5' cambia el número de nodos en su propia información de estado a través del uso del número de nodos de cambio indicado en un parámetro. Además, el nodo radio 5' cambia el número de saltos a un valor obtenido añadiendo 1 al número de saltos indicado en el parámetro, y además cambia la ID de nodo raíz. La notificación de cambio de conexión se explicará más adelante. Se supone que el procesado de
 30 cambio antes descrito en los nodos radio 1' a 5' lo lleva a cabo la unidad de control 703 de cada uno de los nodos radio 1' a 5'.

En segundo lugar, con referencia a la figura 12, más adelante se describirá dicha tabla de gestión de conexión. Después de activarse, cada uno de los nodos radio, cuando aparece un nodo radio a conectarse a sí mismo, añade una tabla a la tabla de gestión de conexión en unidades de los nodos radio conectados. Esta tabla de gestión de
 35 conexión incluye la ID de nodo y el número de nodos de un nodo radio (nodo niño) conectados. Este número de nodos representa el número total de nodos radio conectados como un subordinado a dicho nodo radio, que incluye el nodo radio de conexión propiamente dicho. La actualización de la tabla de gestión de conexión se lleva a cabo cuando un nuevo nodo radio se conecta a sí mismo (adición de una tabla), cuando recibe una notificación de cambio
 40 de estado de un nodo radio subordinado (cambio de número de nodos), y cuando se desconecta un nodo radio subordinado (extracción de una tabla). La tabla de gestión de conexión se almacena en la unidad de almacenamiento 704.

Además, con referencia a la figura 13, más adelante se describirá dicha notificación de cambio de estado. La notificación de cambio de estado incluye una ID de nodo raíz (R-ID), su propia ID de nodo (N-ID), una ID de nodo objeto (T-ID) y un número de nodos de cambio (ΔN). La ID de nodo raíz representa la ID de un nodo raíz en un grupo al que se puede hacer una notificación de cambio de estado, su propia ID de nodo ilustra la ID del nodo radio que ha enviado la notificación de cambio de estado, la ID de nodo objeto denota la ID de nodo del nodo radio que es un objeto de adición o borrado de la tabla de gestión de conexión debido a desconexión o análogos, y el número de
 50 nodos de cambio significa el número de nodos radio concretamente añadido o borrado. Por ejemplo, en conexión, el número de nodos de cambio toma un valor positivo (más) mientras que, en desconexión, toma un valor negativo (menos). La ID de nodo objeto se usa para distinguir entre notificaciones de cambio de estado cuando tiene lugar conexión, desconexión y otros en una pluralidad de nodos.

También adicionalmente, con referencia a la figura 14, más adelante se describirá un procedimiento de procesado de cambio de información de estado en desconexión de un radio enlace. La figura 14 representa un estado en el que un radio enlace entre el nodo radio 2' y el nodo radio 4' cae a una condición incomunicable debido, por ejemplo, a movimiento del nodo radio 4'. Cuando el nodo radio 2' y el nodo radio 4' deciden que el radio enlace ha caído a una condición desconectada, cada uno de los nodos radio 2' y 4' lleva a cabo el procesado siguiente. Se supone que el
 60 procesado siguiente se lleva a cabo en la unidad de control 703 en cada nodo radio. Además, la decisión sobre la desconexión del radio enlace se puede hacer en base, por ejemplo, a la interrupción de la recepción de baliza o de tal manera que se envíe periódicamente una señal de mantenimiento de llegada.

Cuando el nodo radio 4' conectado como un subordinado se separa debido a desconexión, el nodo radio 2' quita los datos relacionados en el nodo radio 4' de su propia tabla de gestión de conexión y establece, como un nuevo número de nodos, un valor obtenido restando el número de nodos correspondiente al nodo radio 4' en la tabla de gestión de
 65

conexión antes de la extracción del número de nodos mantenido como la información de estado. Después de esto, el nodo radio 2' establece el número de nodos correspondiente al nodo radio 4' en la tabla de gestión de conexión antes de la extracción como el número de nodos de cambio y lo envía como una notificación de cambio de estado a los nodos radio 1' y 3' (pasos S1401 y S1402). A la recepción de la notificación de cambio de estado, cada uno de los nodos radio 1' y 3' realiza la sustracción en el número de nodos en su propia información de estado. Además, a la recepción de la notificación de cambio de estado del nodo radio 2', igualmente, el nodo radio 1' realiza la sustracción en el número de nodos del nodo radio 2' en su propia tabla de gestión de conexión.

Por otra parte, el nodo radio 4' lleva a cabo el cambio siguiente como procesado de cambio de información de estado. En primer lugar, el nodo radio 4' cambia la ID de nodo raíz a su propia ID de nodo. Posteriormente, el nodo radio 4' cambia el número de nodos al valor del número total de nodos mantenido en su propia tabla de gestión de conexión y calcula un valor de sustracción, y cambia el número de saltos a 1. Así, el nodo radio 4' opera como un nodo raíz en un grupo nuevo. Después de esto, el nodo radio 4' envía una notificación de cambio de conexión, mencionada más tarde, al nodo radio subordinado 5' conectado a él (paso 81403). A la recepción de la notificación de cambio de conexión, el nodo radio 5' lleva a cabo un cambio de la ID de nodo raíz y una sustracción de un número de nodos de cambio a través del uso de un parámetro incluido en la notificación de cambio de conexión y establece, como un nuevo número de saltos, un valor obtenido añadiendo 1 al número de saltos en el parámetro recibido.

Además, dicha notificación de cambio de conexión se describirá más adelante con referencia a la figura 15. La notificación de cambio de conexión incluye una ID de nodo raíz nueva (nR-ID), una ID de nodo raíz antigua (oR-ID), un número de nodos de cambio (ΔN), y un número de saltos (H). Los respectivos componentes de la notificación de cambio de conexión (paso S1105 en la figura 11) a enviar cuando el nodo radio 4' tiene una conexión con el nodo radio 2' son los siguientes. Es decir, la ID de nodo raíz nueva representa una ID de nodo raíz de un grupo que es un objeto de nueva conexión. La ID de nodo raíz antigua significa una ID de nodo raíz de un grupo a absorber debido a la conexión, es decir, la ID de nodo raíz antigua significa una ID de nodo de un nodo radio que envía una notificación de cambio de estado. El número de nodos de cambio ilustra el número de nodos radio en un grupo al que pertenece un nodo radio de aceptación de conexión host antes de la conexión, es decir, denota un número de nodos N notificado desde el nodo radio 2'. El número de saltos designa un valor obtenido añadiendo 1 al número de saltos del nodo radio de aceptación de conexión host.

Por otra parte, los respectivos componentes de una notificación de cambio de conexión (paso S1403 en la figura 14) a enviar cuando el nodo radio 4' se desconecta del nodo radio 2' son los siguientes. Es decir, una ID de nodo raíz nueva representa una ID de un nodo raíz en un grupo después de la desconexión, es decir, la ID de raíz nueva representa una ID de nodo de un nodo radio que ha enviado una notificación de cambio de conexión. La ID de nodo raíz antigua designa una ID de nodo raíz de un grupo al que pertenecía antes de la desconexión. El número de nodos de cambio significa dicho valor de sustracción, es decir, significa el número de nodos radio en un grupo al que pertenecía el nodo radio de aceptación de conexión host antes de la conexión. Además, el número de saltos es 1 en el caso de un nodo raíz y, cuando se transmite una notificación de cambio de conexión a los nodos radio subordinados, está a un valor obtenido añadiendo 1 al número de saltos recibido.

Además, en un caso en el que tiene lugar una desconexión en el radio enlace entre el nodo radio 2' y el nodo radio 4', cuando el nodo radio 4' es nuevamente un nodo raíz y busca un nodo radio de aceptación de conexión, el nodo radio 4' puede mantener, como una cache, la ID de nodo raíz del grupo al que hasta ahora ha estado conectado. El nodo radio 4' puede mantener un temporizador de modo que la cache se borre después del transcurso de un período establecido de tiempo. Si hay una ID de nodo raíz en la cache, para la selección de un nodo radio de aceptación de conexión host, se realiza en base preferente una comparación entre IDs de nodos raíz de la información de estado recibida y una conexión a un grupo que tiene la misma ID de nodo raíz que la puesta en cache. Entonces, aunque el número de nodos es menor que el del grupo al que pertenece, la conexión al grupo que tiene la misma ID de nodo raíz se realiza en base preferente. Así, aunque tenga lugar una desconexión, cuando tenga lugar la restauración inmediatamente al estado original, es posible mantener el árbol sin cambiar la disposición de conexión.

Con referencia a la figura 16, más adelante se describirá el procesado de selección de nodo radio de aceptación de conexión host en un caso en el que una ID de nodo raíz se mantiene como una cache en desconexión. Por ejemplo, la unidad de transmisión 701 del nodo radio 700 difunde una petición de información de estado a nodos radio circundantes y, en base a la información de estado que la unidad de recepción 702 del nodo radio 700 recibe durante un período de tiempo especificado establecido en ella, la unidad de control 703 del nodo radio 700 recoge y lista la información de estado de los nodos radio circundantes (paso S1601). La unidad de control 703 hace una decisión sobre si la ID de nodo raíz antes de la desconexión, puesta en cache en la desconexión, es o no idéntica a la ID de nodo raíz en la información de estado recibida (paso S1602). Si la decisión muestra que son las mismas, la unidad de control 703 lleva a cabo el procesado en un paso S1607. Si no son idénticas una a otra, la unidad de control 703 lleva a cabo de forma continua el procesado en un paso 1603 y el procesado en pasos posteriores. El procesado desde el paso S1603 al paso S1607 es el mismo que el procesado antes descrito desde el paso S1002 al paso S1006 en la figura 10, y se omitirá su descripción por razones de brevedad.

Como se ha descrito anteriormente, en el método de construir un sistema radio de saltos múltiples y un aparato de

nodo radio según la segunda realización de la presente invención, la información de estado tiene un parámetro indicativo del número total de nodos incluidos en un grupo, y este parámetro se usa al seleccionar un nodo radio de aceptación de conexión host de modo que se pueda hacer una conexión a un grupo que tenga más nodos para aumentar los nodos radio con los que pueda comunicar. Además, cada nodo radio gestiona, para cada nodo radio subordinado conectado a él, el número de nodos radio conectados como subordinados a este nodo radio y, por lo tanto, cuando tiene lugar una variación en el número de nodos del grupo debido a nueva conexión, desconexión o análogos, puede notificar rápidamente la aparición de variación en el número de nodos a todo el grupo. Además, un nodo radio que pide información de estado es solamente un nodo raíz, minimizando así la variación de la estructura de árbol en conexión, desconexión o análogos y reduciendo considerablemente el procedimiento de cambio.

El aparato de nodo radio, el sistema radio de saltos múltiples y el método de construir un sistema radio de saltos múltiples según la presente invención pueden construir un sistema radio de saltos múltiples del tipo de árbol en el que nodos radio mutuos determinan un nodo radio que es un nodo raíz de un árbol de manera autónoma y el nodo raíz se establece como una raíz de manera autónoma. Consiguientemente, la presente invención es aplicable ventajosamente a un aparato de nodo radio que forme un sistema radio de saltos múltiples de manera autónoma, un sistema radio de saltos múltiples y un método de construir un sistema radio de saltos múltiples.

REIVINDICACIONES

1. Un aparato de nodo radio para uso en un sistema radio de saltos múltiples y de estructura de árbol incluyendo una pluralidad de aparatos de nodo radio, de la que al menos una porción se usa como un repetidor para llevar a cabo comunicación de saltos múltiples en la capa 2, incluyendo:
- 5 una unidad de almacenamiento (101) para almacenar información de estado, usada para construir dicho sistema radio de saltos múltiples, incluyendo información para especificar un aparato de nodo radio raíz colocado en una cima de dicho sistema radio de saltos múltiples, con el que dicho aparato de nodo radio tiene una conexión, y el número de saltos desde dicho aparato de nodo radio raíz;
- 10 una unidad de recogida (103) para recoger la información de estado transmitida desde aparatos de nodo radio circundantes de dicha pluralidad de aparatos de nodo radio alrededor de dicho aparato de nodo radio; y
- 15 una unidad de selección (104) para seleccionar un aparato de nodo radio de aceptación de conexión host en base a la información para especificar dicho aparato de nodo radio raíz y el número de saltos incluidos en la información de estado recogida.
2. El aparato de nodo radio según la reivindicación 1, donde dicha unidad de selección (104) está adaptada para seleccionar un aparato de nodo radio como un candidato para dicho aparato de nodo radio de aceptación de conexión host en base a la información para especificar dicho aparato de nodo radio raíz,
- 20 estando adaptada dicha unidad de selección (104) para establecer el aparato de nodo radio seleccionado que tiene el número más pequeño de saltos como el candidato para dicho aparato de nodo radio de aceptación de conexión host, y para comparar la información de estado, por ejemplo información que especifica el aparato de nodo radio raíz, o el número de saltos, en el aparato de nodo radio de aceptación de conexión host candidato establecido como el candidato, con la información de estado, por ejemplo información que especifica el aparato de nodo raíz, o el número de saltos, mantenido en su propia unidad de almacenamiento (101), y para seleccionar el aparato de nodo radio de aceptación de conexión host candidato como dicho aparato de nodo radio de aceptación de conexión host,
- 25 cuando el valor de información de estado mantenido en su propia unidad de almacenamiento es más alto que el valor de información de estado del aparato de nodo radio de aceptación de conexión host candidato establecido como el candidato.
3. El aparato de nodo radio según la reivindicación 1 o 2, incluyendo además una unidad de cambio (105) para, cuando dicha unidad de selección (104) selecciona dicho aparato de nodo radio de aceptación de conexión host, reescribir, de la información que especifica el aparato de nodo radio raíz y el número de saltos almacenado en dicha unidad de almacenamiento (101), la información que especifica el aparato de nodo radio raíz como la información que especifica el aparato de nodo radio raíz mantenida en dicho aparato de nodo radio de aceptación de conexión host y reescribir un valor del número de saltos de dicho aparato de nodo radio raíz como un valor obtenido añadiendo 1 al número de saltos en dicho aparato de nodo radio de aceptación de conexión host.
- 35 4. El aparato de nodo radio según la reivindicación 1 o 2, donde dicha información de estado incluye una prioridad de grupo indicativa de una prioridad de conexión de un grupo, con el que dicho aparato de nodo radio tiene una conexión, y dicha unidad de selección (104) está adaptada para comprobar dicha prioridad de grupo con una primera prioridad para seleccionar el aparato de nodo radio con una prioridad de grupo más alta como dicho aparato de nodo radio de aceptación de conexión host.
- 45 5. El aparato de nodo radio según la reivindicación 4, incluyendo además una unidad de cambio (105) para, cuando dicha unidad de selección (104) selecciona dicho aparato de nodo radio de aceptación de conexión host, reescribir, de la prioridad de grupo, la información que especifica el aparato de nodo radio raíz y el número de saltos, la prioridad de grupo y la información que especifica el aparato de nodo radio raíz como la prioridad de grupo y la información que especifica el aparato de nodo radio raíz mantenida en dicho aparato de nodo radio de aceptación de conexión host, y reescribir un valor del número de saltos a partir de dicho aparato de nodo radio raíz como un valor obtenido añadiendo 1 al número de saltos en dicho aparato de nodo radio de aceptación de conexión host.
- 50 6. Un sistema radio de saltos múltiples y de estructura de árbol incluyendo una pluralidad de aparatos de nodo radio, de los que al menos una porción se usa como un repetidor para llevar a cabo comunicación de saltos múltiples en la capa 2, donde cada aparato de nodo radio está adaptado para almacenar en una región predeterminada información de estado, usándose dicha información de estado para construir dicho sistema radio de saltos múltiples, incluyendo información para especificar un aparato de nodo radio raíz colocado en una cima de dicho sistema radio de saltos múltiples, con el que tiene una conexión, y el número de saltos de dicho aparato de nodo radio raíz, y dicho aparato de nodo radio está adaptado para recoger (S401) información de estado transmitida desde un aparato de nodo radio que la rodea, y para seleccionar (S402) un aparato de nodo radio de aceptación de conexión host en base a la información para especificar dicho aparato de nodo radio raíz y el número de saltos incluidos en la información de estado recogida.
- 60 65

7. El sistema radio de saltos múltiples según la reivindicación 6, donde dicho aparato de nodo radio está adaptado para seleccionar un aparato de nodo radio como un candidato para dicho aparato de nodo radio de aceptación de conexión host en base a la información para especificar dicho aparato de nodo radio raíz, para establecer el aparato de nodo radio seleccionado que tiene el número más pequeño de saltos como el candidato para dicho aparato de nodo radio de aceptación de conexión host, y para comparar la información de estado, por ejemplo información que especifica el aparato de nodo radio raíz, o el número de saltos, en el aparato de nodo radio de aceptación de conexión host candidato establecido como el candidato con la información de estado, por ejemplo información que especifica el aparato de nodo radio raíz, o el número de saltos, mantenida en su propia región de almacenamiento, y para seleccionar el aparato de nodo radio de aceptación de conexión host candidato como dicho aparato de nodo radio de aceptación de conexión host, cuando el valor de información de estado mantenido en su propia región de almacenamiento es más alto que el valor de información de estado del aparato de nodo radio de aceptación de conexión host candidato establecido como el candidato.
8. El sistema radio de saltos múltiples según la reivindicación 6 o 7, donde, cuando dicho aparato de nodo radio selecciona dicho aparato de nodo radio de aceptación de conexión host, dicho aparato de nodo radio está adaptado para reescribir, de la información que especifica el aparato de nodo radio raíz y el número de saltos almacenado en dicha región de almacenamiento, la información que especifica el aparato de nodo radio raíz como la información que especifica el aparato de nodo radio raíz mantenida en dicho aparato de nodo radio de aceptación de conexión host, y para reescribir un valor del número de saltos de dicho aparato de nodo radio raíz como un valor obtenido añadiendo 1 al número de saltos en dicho aparato de nodo radio de aceptación de conexión host.
9. El sistema radio de saltos múltiples según la reivindicación 6 o 7, donde dicha información de estado incluye una prioridad de grupo indicativa de una prioridad de conexión de un grupo, con la que dicho aparato de nodo radio tiene una conexión, estando adaptado dicho aparato de nodo radio para comprobar dicha prioridad de grupo con una primera prioridad para seleccionar el aparato de nodo radio con una prioridad de grupo más alta como dicho aparato de nodo radio de aceptación de conexión host.
10. El sistema radio de saltos múltiples según la reivindicación 9, donde, cuando dicho aparato de nodo radio selecciona dicho aparato de nodo radio de aceptación de conexión host, dicho aparato de nodo radio está adaptado para reescribir, de la prioridad de grupo, la información que especifica el aparato de nodo radio raíz y el número de saltos almacenado en dicha región de almacenamiento, la prioridad de grupo y la información que especifica el aparato de nodo radio raíz como la prioridad de grupo y la información que especifica el aparato de nodo radio raíz en dicho aparato de nodo radio de aceptación de conexión host, y dicho aparato de nodo radio está adaptado para reescribir un valor del número de saltos a partir de dicho aparato de nodo radio raíz como un valor obtenido añadiendo 1 al número de saltos mantenido en dicho aparato de nodo radio de aceptación de conexión host.
11. Un método de construir un sistema radio de saltos múltiples y de estructura de árbol incluyendo una pluralidad de aparatos de nodo radio, de los que al menos una porción se usa como un repetidor para llevar a cabo comunicación de saltos múltiples en la capa 2, incluyendo:
- un paso (S301, S302) en el que, para seleccionar un nodo radio de aceptación de conexión host, un aparato de nodo radio arbitrario de dicha pluralidad de aparatos de nodo radio emite una petición de adquisición de información de estado a dicha pluralidad de aparatos de nodo radio, distintos de dicho aparato de nodo radio arbitrario, cada uno de los cuales tiene información de estado incluyendo el número total de aparatos de nodo radio conectados a un grupo de estructura de árbol con el que cada uno de la pluralidad de aparatos de nodo radio tiene una conexión, el número de saltos de un nodo raíz colocado en una cima de dicho grupo de estructura de árbol, información de identificación en dicho nodo raíz y su propia información de identificación;
- un paso (S303, S304) en el que dicho aparato de nodo radio arbitrario de dicha pluralidad de aparatos de nodo radio recibe dicha información de estado de dicha pluralidad de aparatos de nodo radio distintos de dicho aparato de nodo radio arbitrario; y
- un paso (S403) en el que dicho aparato de nodo radio arbitrario de dicha pluralidad de aparatos de nodo radio hace una comparación entre el número total de aparatos de nodo radio incluidos en la información de estado recibida y el número total de aparatos de nodo radio incluidos en su propia información de estado para seleccionar el aparato de nodo radio que tiene dicha información de estado incluyendo el número total de aparatos de nodo radio mayor que el número total de aparatos de nodo radio incluidos en su propia información de estado para seleccionar y conectar, de los aparatos de nodo radio seleccionados, el aparato de nodo radio que tenga el número más pequeño de saltos incluidos en dicha información de estado como dicho aparato de nodo radio de aceptación de conexión host.
12. El método según la reivindicación 11, donde dicha petición de adquisición de información de estado (S301, S302) es emitida solamente cuando dicho aparato de nodo radio arbitrario de dicha pluralidad de aparatos de nodo radio es un nodo raíz de un grupo.
13. El método según la reivindicación 11 o 12, incluyendo además un paso (S401) en el que dicho aparato de nodo radio conectado como dicho aparato de nodo radio de aceptación de conexión host recibe dicha información de

estado transmitida desde dicho aparato de nodo radio conectado a él y mantiene el número total de aparatos de nodo radio, incluidos en la información de estado recibida, para cada aparato de nodo radio conectado a él.

5 14. El método según cualquiera de las reivindicaciones 11 a 13, incluyendo además un paso en el que dicho aparato de nodo radio conectado como dicho aparato de nodo radio de aceptación de conexión host envía, al aparato de nodo radio en un grupo con el que tiene una conexión, una notificación de cambio de estado post-conexión (S1103, S1104) incluyendo al menos información de identificación en dicho aparato de nodo radio arbitrario de dicha pluralidad de aparatos de nodo radio conectados a él y el número total de aparatos de nodo radio incluidos en dicha información de estado transmitida desde el aparato de nodo radio conectado a él.

10 15. El método según cualquiera de las reivindicaciones 11 a 14, incluyendo además un paso en el que dicho aparato de nodo radio arbitrario de dicha pluralidad de aparatos de nodo radio que selecciona dicho aparato de nodo radio de aceptación de conexión host y hace conexión con él, recibe dicha información de estado transmitida desde dicho aparato de nodo radio de aceptación de conexión host y, en base a la información de estado recibida, envía, a un aparato de nodo radio conectado como un subordinado a él, una notificación de cambio de conexión post-conexión (S1105) incluyendo información de identificación de un nodo raíz después de la conexión, su propia información de identificación, el número total de aparatos de nodo radio incluidos en la información de estado recibida y un valor obtenido añadiendo 1 al número de saltos incluidos en la información de estado recibida.

15 16. El método según cualquiera de las reivindicaciones 11 a 15, incluyendo además un paso en el que, cuando dicho aparato de nodo radio arbitrario de dicha pluralidad de aparatos de nodo radio que selecciona dicho aparato de nodo radio de aceptación de conexión host y hace conexión con él se desconecta de dicho aparato de nodo radio de aceptación de conexión host, dicho aparato de nodo radio de aceptación de conexión host envía, al aparato de nodo radio en un grupo con el que tiene una conexión, una notificación de cambio de estado post-desconexión (S1401, S1402) incluyendo al menos información de identificación sobre dicho aparato de nodo radio arbitrario de dicha pluralidad de aparatos de nodo radio desconectados de él y el número de aparatos de nodo radio conectados como un subordinado a dicho aparato de nodo radio arbitrario de dicha pluralidad de aparatos de nodo radio desconectados de él.

20 17. El método según cualquiera de las reivindicaciones 11 a 16, incluyendo además un paso en el que, cuando dicho aparato de nodo radio arbitrario de dicha pluralidad de aparatos de nodo radio que selecciona dicho aparato de nodo radio de aceptación de conexión host y hace conexión con él se desconecta de dicho aparato de nodo radio de aceptación de conexión host, dicho aparato de nodo radio desconectado de dicho aparato de nodo radio de aceptación de conexión host envía, al aparato de nodo radio conectado a él como un subordinado, una notificación de cambio de conexión post-desconexión (S1403) incluyendo su propia información de identificación, información de identificación de un nodo raíz después de la desconexión, un valor obtenido restando el número de aparatos de nodo radio conectados a él como un subordinado del número total de aparatos de nodo radio incluidos en la información de estado antes de la desconexión, y un valor "1" indicativo del número de saltos.

25 18. El método según la reivindicación 17, donde, después de la desconexión, dicho aparato de nodo radio desconectado mantiene la información de identificación sobre dicho nodo raíz antes de la desconexión y, al seleccionar un nuevo aparato de nodo radio de aceptación de conexión host, hace una comparación entre la información de identificación mantenida sobre dicho nodo raíz antes de la desconexión y la información de identificación sobre dicho nodo raíz mantenida en el aparato de nodo radio que es un candidato para dicho aparato de nodo radio de aceptación de conexión host y, cuando coinciden una con otra, hace una conexión con el aparato de nodo radio que es el candidato para dicho aparato de nodo radio de aceptación de conexión host en base preferente.

30 19. El método según cualquiera de las reivindicaciones 16 a 18, incluyendo además un paso en el que dicho aparato de nodo radio desconectado de él opera como un nodo raíz de un grupo nuevo.

35 20. Un aparato de nodo radio para uso en un sistema radio de saltos múltiples y de estructura de árbol incluyendo una pluralidad de aparatos de nodo radio, de los que al menos una porción se usa como un repetidor para llevar a cabo comunicación de saltos múltiples en la capa 2, incluyendo dicho aparato de nodo radio:

40 una unidad de transmisión (701) para emitir una petición de adquisición de información de estado, usada para selección de un aparato de nodo radio de aceptación de conexión host, a dicha pluralidad de aparatos de nodo radio, distintos de dicho aparato de nodo radio, cada uno de los cuales tiene información de estado incluyendo el número total de aparatos de nodo radio conectados a un grupo de estructura de árbol con el que cada uno de dicha pluralidad de aparatos de nodo radio tiene una conexión, el número de saltos de un nodo raíz colocado en una cima de dicho grupo de estructura de árbol, información de identificación en dicho nodo raíz y su propia información de identificación;

45 una unidad de recepción (702) para recibir la información de estado de dicha pluralidad de aparatos de nodo radio distintos de ella; y

- 5 una unidad de control (703) para hacer una comparación entre el número total de aparatos de nodo radio incluidos en la información de estado recibida y el número total de aparatos de nodo radio incluidos en su propia información de estado para seleccionar el aparato de nodo radio que tenga la información de estado incluyendo el número total del aparato de nodo radio mayor que el número total de aparatos de nodo radio incluidos en su propia información de estado y también para seleccionar y conectar, de los aparatos de nodo radio seleccionado, el aparato de nodo radio que tenga el número más pequeño de saltos incluidos en la información de estado como dicho aparato de nodo radio de aceptación de conexión host.
- 10 21. El aparato de nodo radio según la reivindicación 20, donde, solamente cuando dicho aparato de nodo radio es un nodo raíz de dicho grupo, dicha unidad de transmisión (703) está adaptada para emitir dicha petición de adquisición de información de estado.
- 15 22. El aparato de nodo radio según la reivindicación 20 o 21, donde, en un caso en el que se haga una conexión como dicho aparato de nodo radio de aceptación de conexión host, dicha unidad de recepción (702) está adaptada para recibir dicha información de estado transmitida desde dicho aparato de nodo radio conectado a ella, y dicha unidad de control (703) está adaptada para mantener el número total de aparatos de nodo radio incluidos en la información de estado recibida para cada uno de los aparatos de nodo radio conectados a ella.
- 20 23. El aparato de nodo radio según cualquiera de las reivindicaciones 20 a 22, donde, en un caso en el que se hace una conexión como dicho aparato de nodo radio de aceptación de conexión host, dicha unidad de control (703) está adaptada para enviar, al aparato de nodo radio en un grupo con el que tenga una conexión, una notificación de cambio de estado post-conexión incluyendo al menos información de identificación sobre el aparato de nodo radio conectado a ella y el número total de aparatos de nodo radio incluidos en dicha información de estado transmitida desde dicho aparato de nodo radio conectado a ella.
- 25 24. El aparato de nodo radio según cualquiera de las reivindicaciones 20 a 23, donde, al hacer una selección de dicho aparato de nodo radio de aceptación de conexión host y hacer una conexión con él, dicha unidad de recepción (702) está adaptada para recibir dicha información de estado transmitida desde dicho aparato de nodo radio de aceptación de conexión host y, en base a la información de estado recibida, dicha unidad de control (703) está adaptada para enviar, al aparato de nodo radio conectado a ella como un subordinado, una notificación de cambio de conexión post-conexión incluyendo información de identificación sobre dicho nodo raíz después de la conexión, su propia información de identificación, el número total de aparatos de nodo radio incluidos en la información de estado recibida y un valor obtenido añadiendo 1 al número de saltos incluidos en la información de estado recibida.
- 30 25. El aparato de nodo radio según cualquiera de las reivindicaciones 20 a 24, donde, en un caso en el que tiene lugar una desconexión del aparato de nodo radio que hace una selección de dicho aparato de nodo radio de aceptación de conexión host y hace una conexión con él, dicha unidad de control (703) está adaptada para enviar, al aparato de nodo radio en el grupo con el que tiene una conexión, una notificación de cambio de estado post-desconexión incluyendo al menos información de identificación sobre el aparato de nodo radio que ha hecho la conexión y desconexión y el número de aparatos de nodo radio conectados como un subordinado al aparato de nodo radio que ha hecho la conexión y la desconexión.
- 35 26. El aparato de nodo radio según cualquiera de las reivindicaciones 20 a 25, donde, en un caso en el que el aparato de nodo radio que ha hecho una selección de dicho aparato de nodo radio de aceptación de conexión host y una conexión con él hace una desconexión de dicho aparato de nodo radio de aceptación de conexión host, dicha unidad de control (703) está adaptada para enviar, al aparato de nodo radio conectado como su propio subordinado, una notificación de cambio de conexión post-desconexión incluyendo la información de identificación sobre dicho aparato de nodo radio que ha hecho la desconexión, la información de identificación sobre dicho nodo raíz antes de la desconexión, un valor obtenido restando el número de aparatos de nodo radio conectados como su propio subordinado del número total de aparatos de nodo radio incluidos en la información de estado antes de la desconexión y el valor "1" indicativo del número de saltos.
- 40 27. El aparato de nodo radio según la reivindicación 26, donde, en un caso en el que el aparato de nodo radio que ha hecho una selección de dicho aparato de nodo radio de aceptación de conexión host y una conexión con él se desconecta de dicho aparato de nodo radio de aceptación de conexión host, dicha unidad de control (703) está adaptada para mantener, después de la desconexión, información de identificación sobre dicho nodo raíz antes de la desconexión en una región predeterminada de almacenamiento y, al seleccionar un nuevo aparato de nodo radio de aceptación de conexión host, dicha unidad de control (703) está adaptada para comparar la información de identificación mantenida sobre dicho nodo raíz antes de la desconexión con la información de identificación en dicho nodo raíz mantenida sobre el aparato de nodo radio que es un candidato para el aparato de nodo radio de aceptación de conexión host y, si coinciden una con otra, dicha unidad de control (703) está adaptada para hacer una conexión con el aparato de nodo radio que es el candidato para el aparato de nodo radio de aceptación de conexión host en base preferente.
- 45 28. El aparato de nodo radio según cualquiera de las reivindicaciones 25 a 27, donde, en un caso en el que el aparato de nodo radio que ha hecho la selección de dicho aparato de nodo radio de aceptación de conexión host y la
- 50
- 55
- 60
- 65

conexión con él se desconecta de dicho aparato de nodo radio de aceptación de conexión host, dicha unidad de control (703) está adaptada para hacer que este aparato de nodo radio, desconectado, opere como un nodo raíz de un grupo nuevo.

FIG. 1

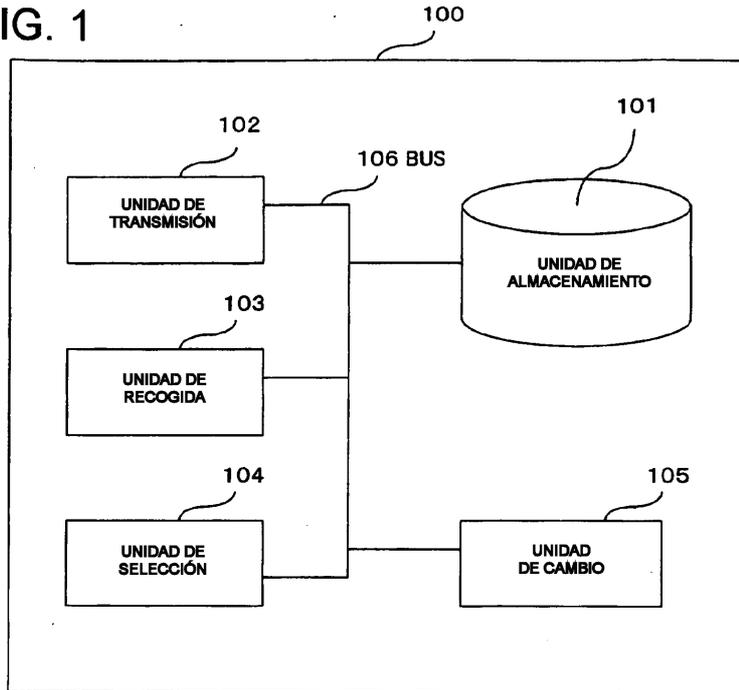


FIG. 2

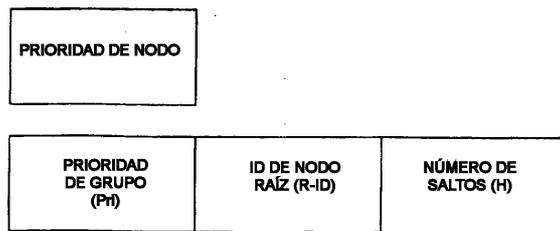


FIG. 3

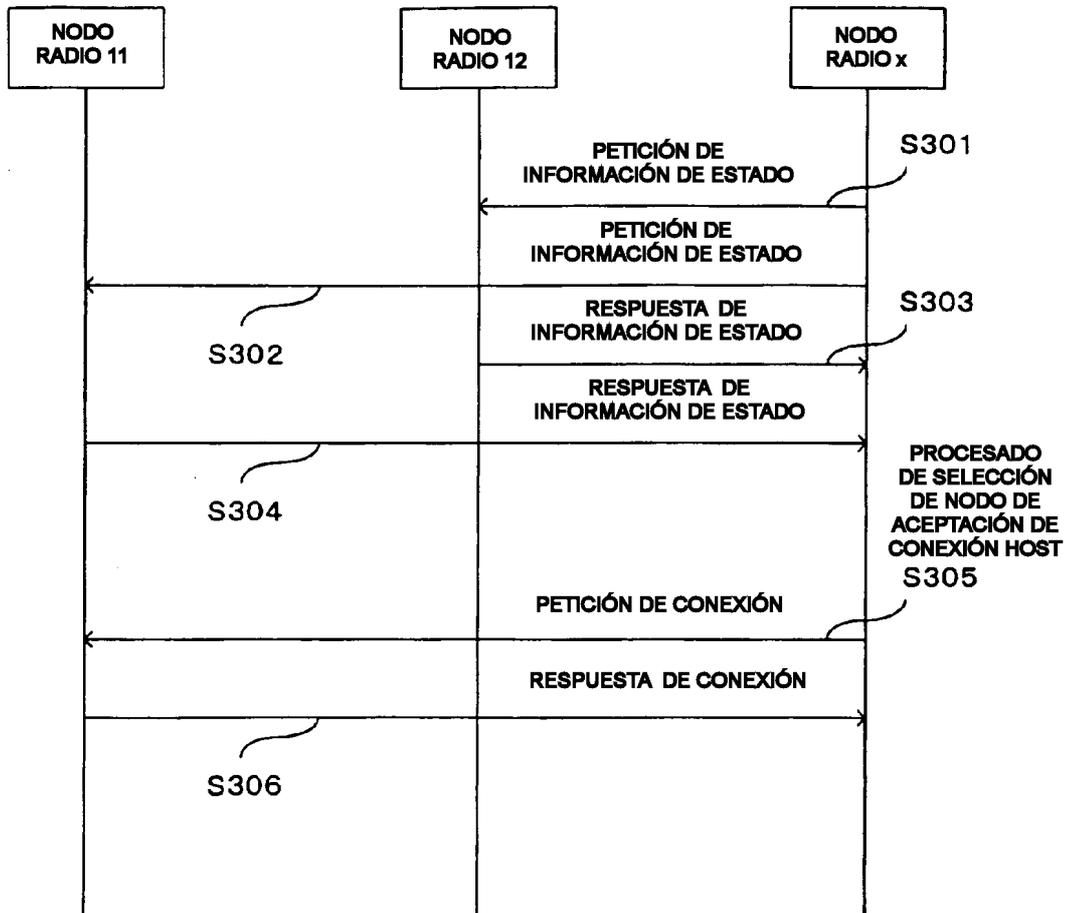


FIG. 4

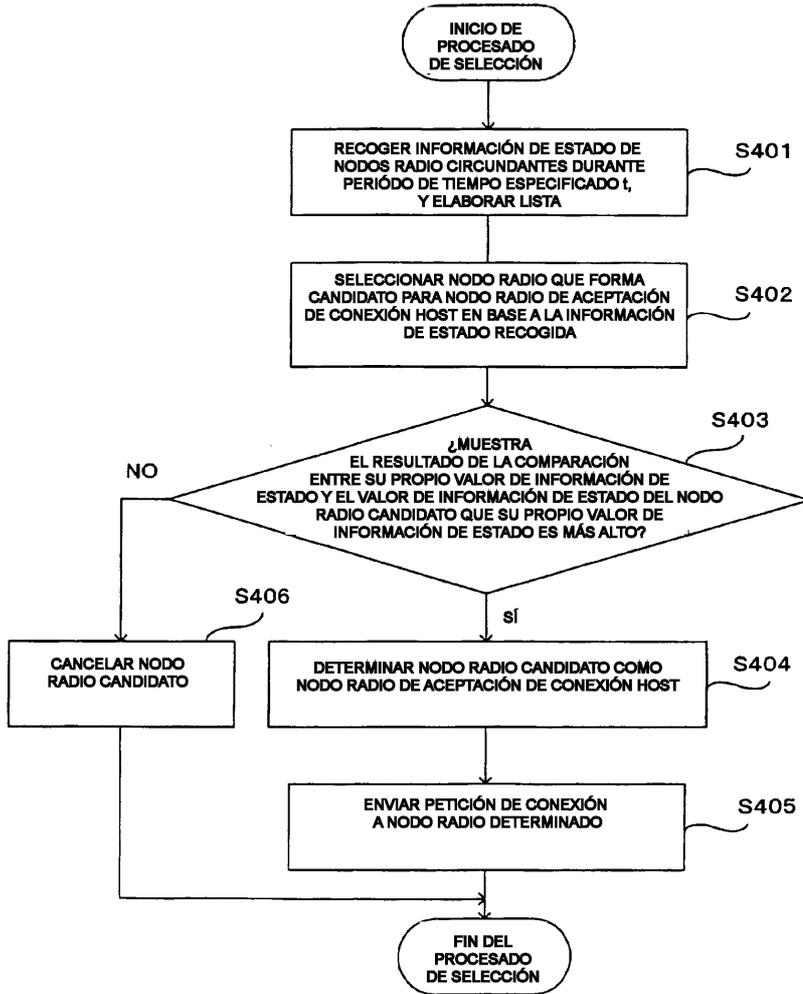


FIG. 5A

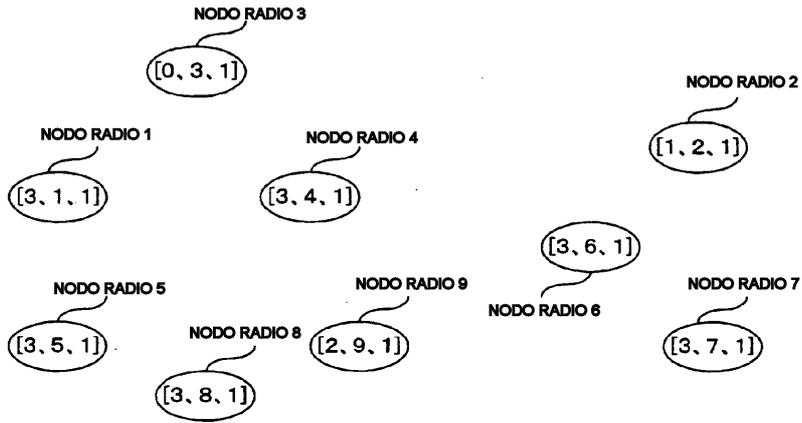


FIG. 5B

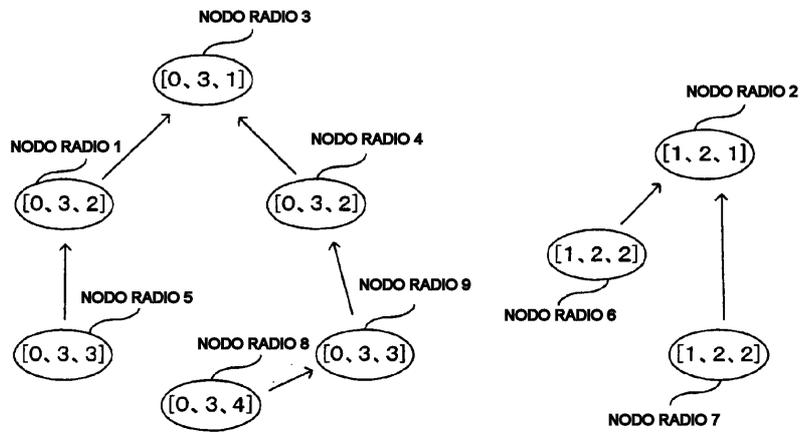


FIG. 6A

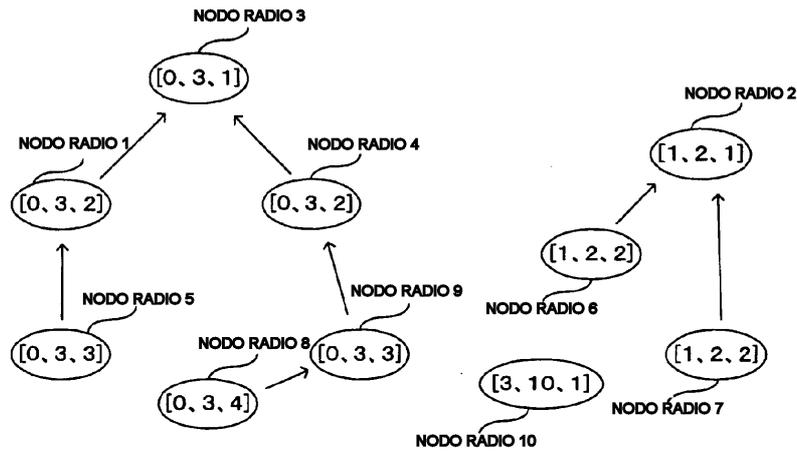


FIG. 6B

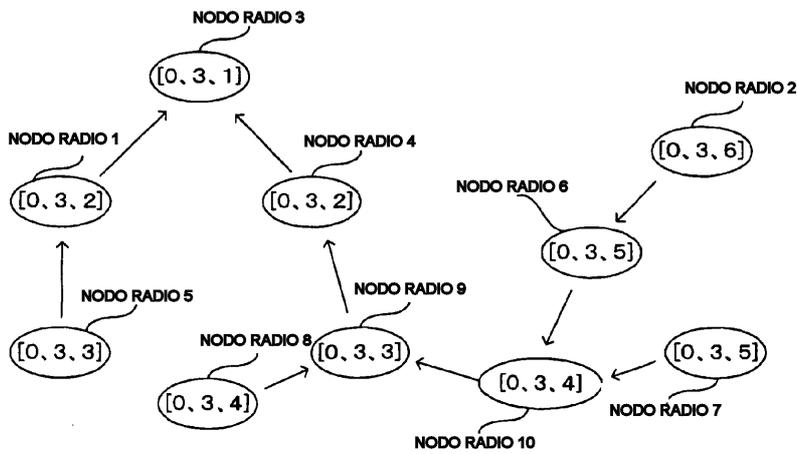


FIG. 7

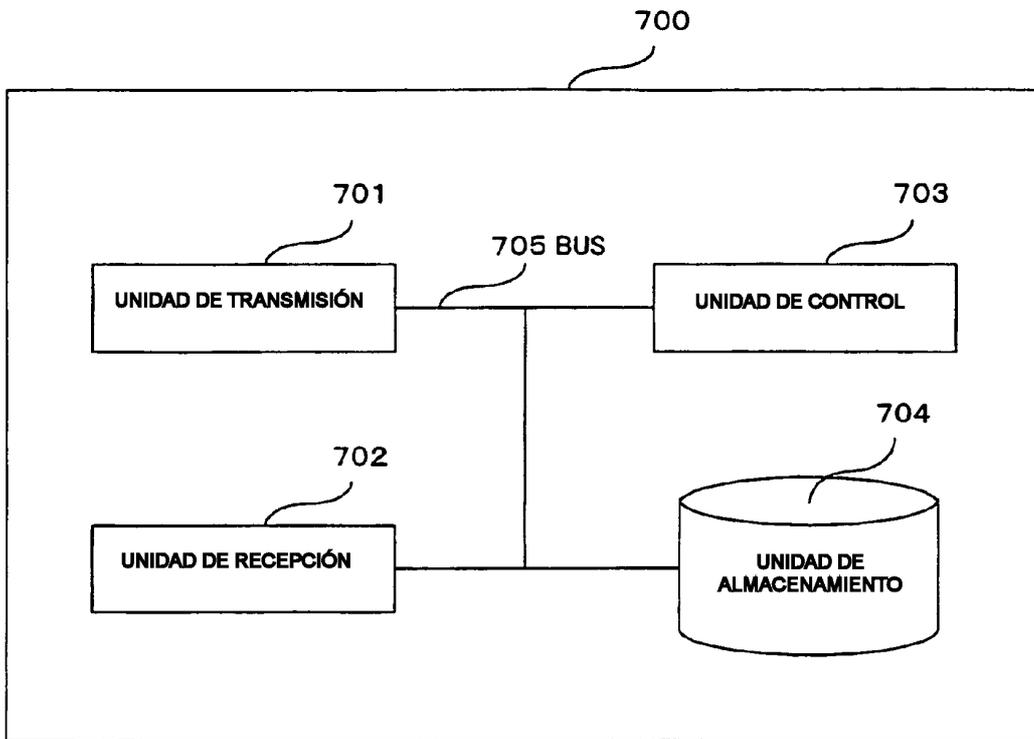


FIG. 8

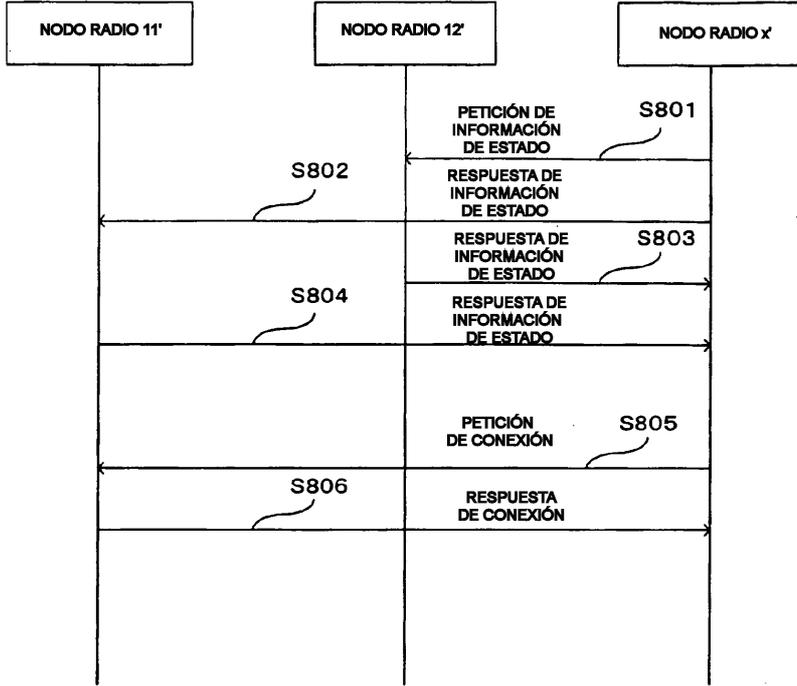


FIG. 9

| NÚMERO DE NODOS (N) | NÚMERO DE SALTOS (H) | ID DE NODO RAÍZ (R-ID) | ID DE NODO (N-ID) |
|---------------------|----------------------|------------------------|-------------------|
|---------------------|----------------------|------------------------|-------------------|

FIG. 10

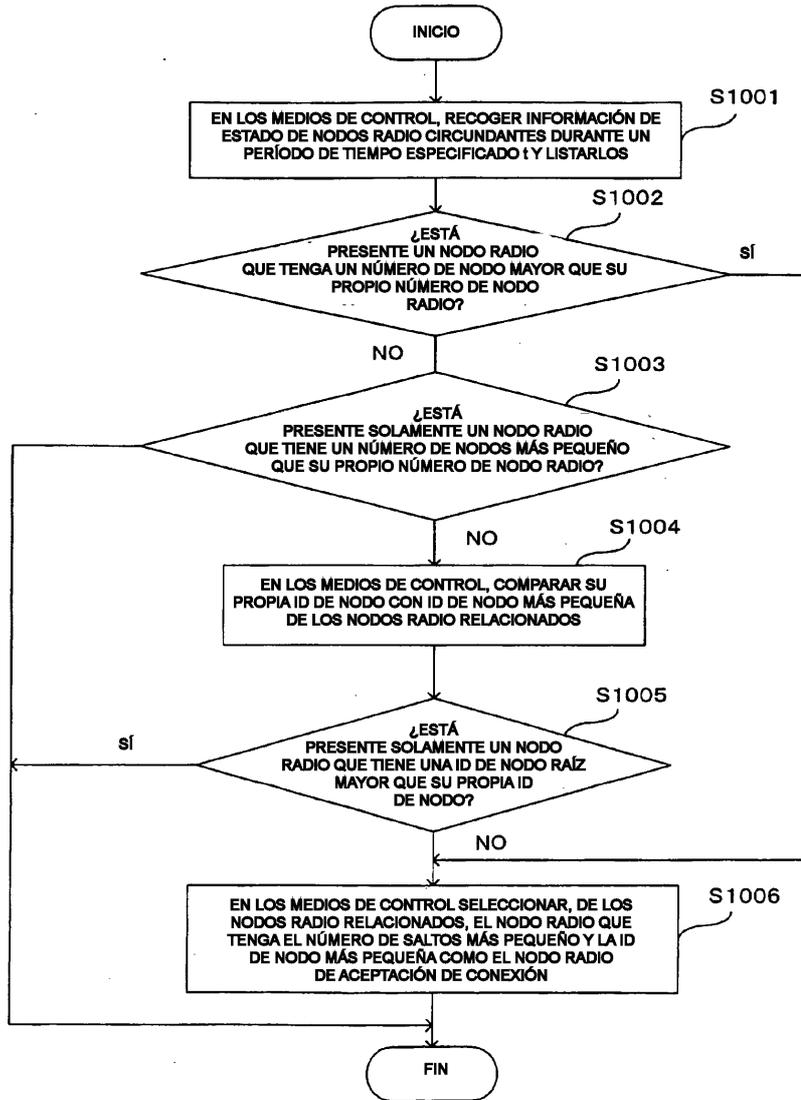


FIG. 11

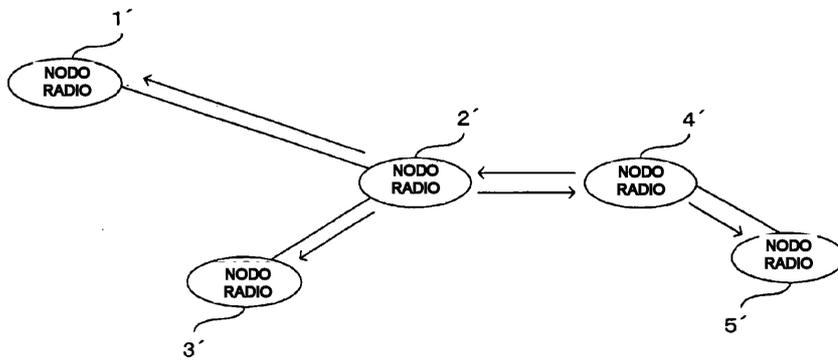
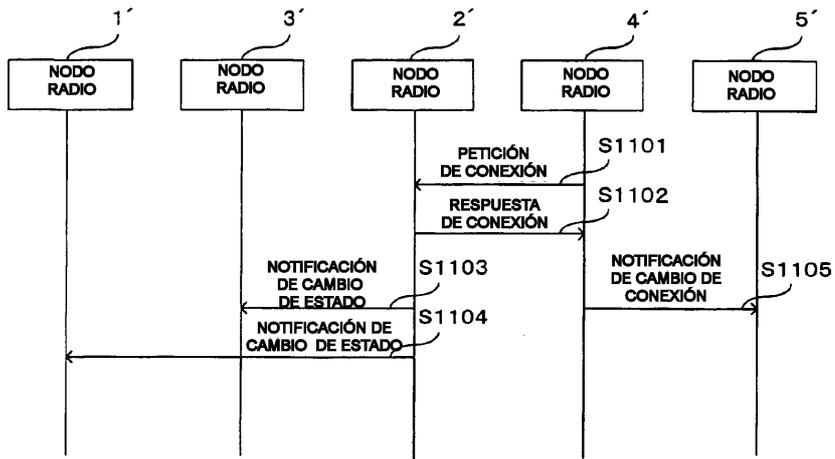


FIG. 12

| ID DE NODO NIÑO | NÚMERO DE NODOS |
|-----------------|-----------------|
| NODO 3 | 1 |
| NODO 4 | 2 |

FIG. 13

| ID DE NODO RAÍZ (R-ID) | ID DE SU PROPIO NODO (N-ID) | ID DE NOD OBJETO (T-ID) | NÚMERO DE NODOS DE CAMBIO (ΔN) |
|------------------------|-----------------------------|-------------------------|--|
| | | | |

FIG. 14

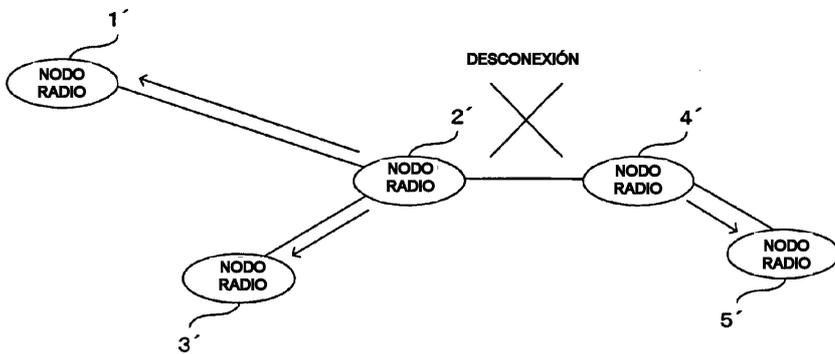
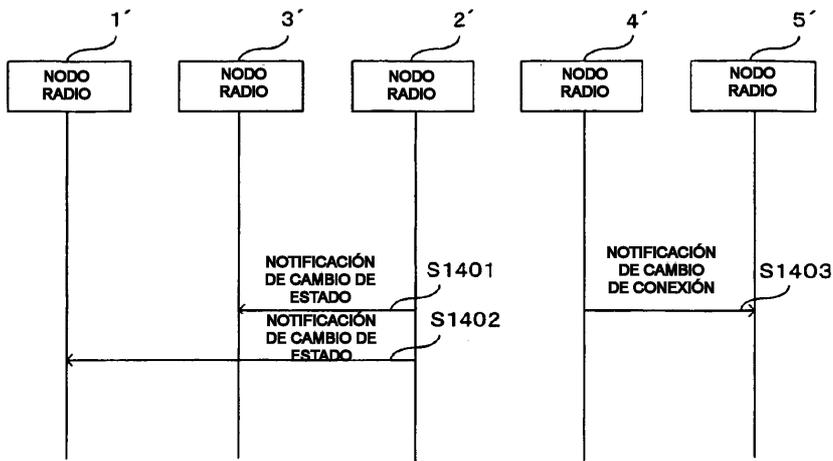


FIG. 15

| ID DE NODO RAÍZ NUEVO (nR-ID) | ID DE NODO RAÍZ ANTIGUO (oR-ID) | NÚMERO DE NODOS DE CAMBIO (ΔN) | NÚMERO DE SALTOS (H) |
|-------------------------------|---------------------------------|--|----------------------|
|-------------------------------|---------------------------------|--|----------------------|

FIG. 16

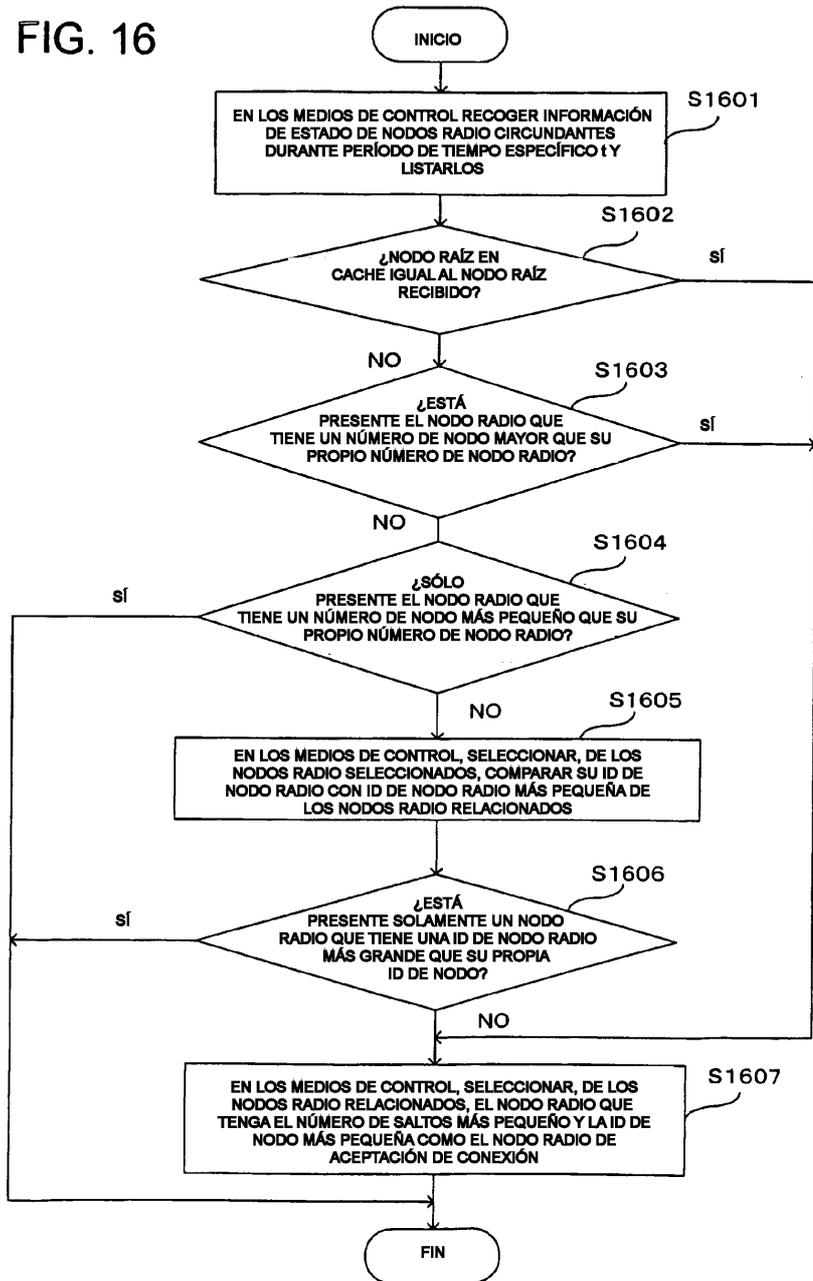


FIG. 17A

TÉCNICA ANTERIOR

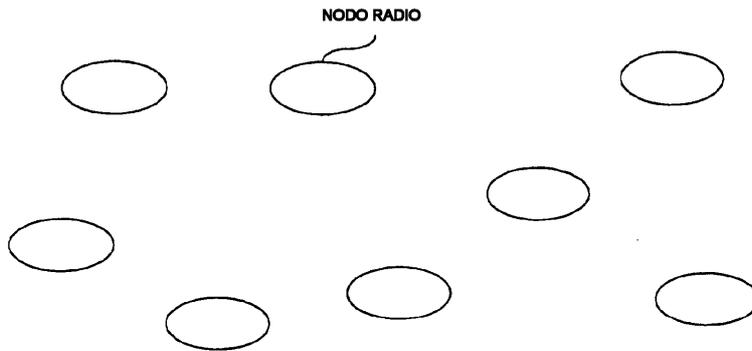


FIG. 17B

TÉCNICA ANTERIOR

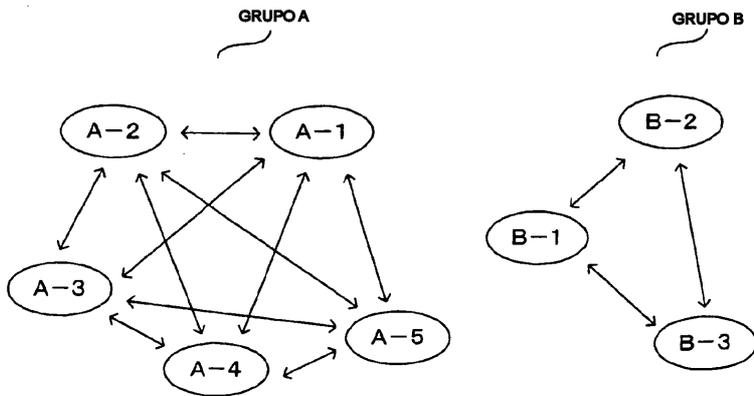


FIG. 18A

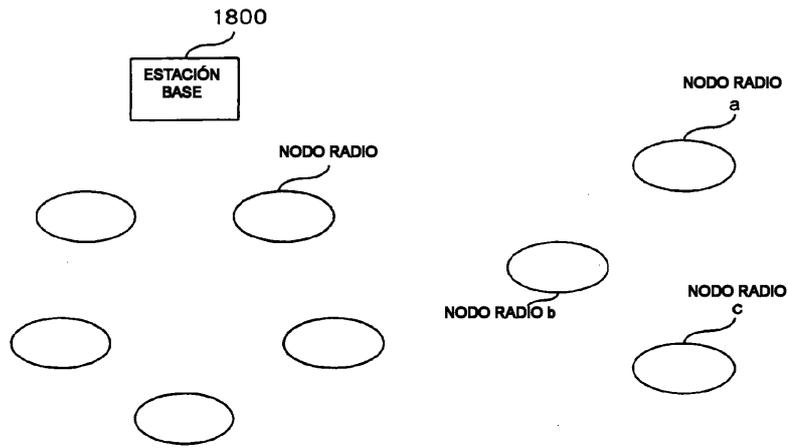


FIG. 18B

