



19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 357 648**

51 Int. Cl.:  
**H04L 12/28** (2006.01)  
**H04L 12/56** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **07711698 .6**  
96 Fecha de presentación : **27.02.2007**  
97 Número de publicación de la solicitud: **1994685**  
97 Fecha de publicación de la solicitud: **26.11.2008**

54 Título: **Procedimiento para la transmisión de datos de saltos sucesivos en una red *ad hoc* con nodos ocultos.**

30 Prioridad: **10.03.2006 DE 10 2006 011 259**  
**28.03.2006 DE 10 2006 014 308**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:  
**28.04.2011**

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:  
**28.04.2011**

73 Titular/es: **ROHDE & SCHWARZ GmbH & Co. KG.**  
**Mühdorfstrasse 15**  
**81671 München, DE**

72 Inventor/es: **Langguth, Torsten;**  
**Schober, Henrik y**  
**Nicolay, Thomas**

74 Agente: **Carpintero López, Mario**

ES 2 357 648 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

La invención se refiere a un procedimiento para la transmisión de datos de saltos sucesivos (multihop) en una red ad hoc con nodos ocultos.

5 Una red ad hoc móvil (MANET) está compuesta de un conjunto de terminales de radio que forman una red temporal de forma dinámica, en la que cada terminal de radio sirve de enrutador para el resto de terminales de radio y por tanto no hace falta ninguna infraestructura central.

Un aspecto importante en MANET es la coordinación del acceso al recurso de transmisión usado en común. Sólo se permite que emita un terminal cada vez, ya que de lo contrario se producen colisiones que conducen a la pérdida de las informaciones enviadas.

10 Un protocolo de Control de Acceso al Medio (MAC (Medium Access Control)) coordina el acceso y define cómo pueden compartir los terminales de radio el limitado recurso de transmisión de una forma eficaz y justa. Precisamente en el campo ad hoc están muy extendidos los procedimientos de MAC que efectúan la coordinación del acceso al canal basándose en las informaciones de la ocupación del canal. Tales procedimientos se engloban bajo la expresión Acceso Múltiple por Detección de Portadora (CSMA (Carrier Sensing Multiple Access)). Un procedimiento WLAN ampliamente extendido IEEE 802.11 se basa en CSMA.

15 En procedimientos de CSMA todas las estaciones listas para enviar supervisan el medio. Cuando el medio ya está ocupado, las estaciones listas para enviar esperan. Cuando el medio no está ocupado, las estaciones listas para enviar tienen permiso para ocupar el medio y enviar. Para evitar colisiones al final de una transmisión se puede controlar el acceso al canal mediante un tiempo de espera aleatorio. Estaciones distintas tienen al final de una transmisión tiempos de espera diferentes, de modo que una estación ocupa el medio en primer lugar. El resto de estaciones reconocen esto mediante la supervisión del canal y se abstienen de su deseo de enviar hasta el final de la transmisión actual. El medio se considera ocupado cuando la intensidad de la señal recibida se encuentra por encima de un valor umbral determinado.

20 Las MANET tienen una topología aleatoria, dinámica, que a veces cambia rápidamente. Los terminales de radio se comunican directamente con sus terminales de radio vecinos (nodos vecinos) cuando éstos están dentro del alcance o terminales de radio que sirven a través de varios nodos intermedios (saltos sucesivos), que reenvían las informaciones al terminal de radio de destino (nodo de destino). Debido a la estructura descentralizada, este tipo de redes son muy robustas, sin embargo requieren un control propio y una coordinación por los nodos individuales de la red.

30 Para un funcionamiento de saltos sucesivos, cada nodo de radio mantiene una tabla de enrutamiento con la topología de todos los nodos de radio implicados. Estas tablas de enrutamiento se actualizan mediante el intercambio de datos con los nodos de radio vecinos en el caso de un enrutamiento proactivo en una retícula de tiempo determinada y en el caso de un enrutamiento reactivo, sólo en los momentos del intercambio de datos útiles con los nodos de radio vecinos. Si el nodo fuente encuentra el nodo de destino en la tabla de enrutamiento se transmite el paquete de datos a transmitir desde el nodo de radio listo para enviar a lo largo del camino de enrutamiento de todos los nodos intermedios conocidos hasta el nodo de destino.

35 Se puede llegar a un bloqueo de red cuando dos nodos, como se aprecia en la Fig. 1, en cuyo alcance no está contenido el respectivamente otro nodo, presentan un nodo idéntico que se encuentra dentro de su alcance. Si ambos nodos quieren comunicarse con su nodo idéntico en el mismo instante, sus señales respectivas colisionan, lo que no se puede evitar mediante el procedimiento de CSMA debido a la falta de coordinación de ambos nodos. El rendimiento de la red ad hoc móvil se reduce a causa de un bloqueo de red de este tipo. Al encontrarse los dos nodos que están enviando respectivamente fuera del alcance del otro nodo, representan respectivamente nodos ocultos para el respectivamente otro nodo.

La identificación de tales nodos ocultos en una MANET representa, por tanto, una medida importante para el aumento del rendimiento de la red ad hoc móvil.

45 Para evitar colisiones de los nodos ocultos se emplea a menudo el procedimiento RTS-CTS según la Fig. 2. A este respecto, en primer lugar un emisor transmite un mensaje corto (RTS) con el que se da a conocer la transmisión. El receptor responde asimismo con un mensaje corto (CTS). A continuación se realiza la propia transmisión de datos útiles. Mediante los mensajes de RTS y CTS se informa a todas las estaciones dentro del alcance del emisor y del receptor sobre la transmisión. No se permite a las otras estaciones emitir durante la propia transmisión para evitar colisiones.

50 La transmisión de los mensajes de RTS y CTS consume capacidad de transmisión que no está disponible para la transmisión de paquetes de datos útiles. En particular, en el caso de la transmisión de paquetes de datos útiles pequeños, la transmisión de mensajes de RTS y CTS resulta significativamente negativa. En este sentido, el procedimiento RTS-CTS se utiliza sólo a partir de un cierto tamaño de paquete de datos útiles.

- 5 Por el documento WO 03/079708 A1 se deriva un procedimiento para la identificación de un nodo oculto. En este caso se envía un mensaje de control desde un nodo listo para enviar a un nodo vecino, en cuyo entorno se encuentra un nodo oculto para el nodo listo para enviar y finalmente se retransmite por el nodo vecino al nodo oculto, que a través del nodo vecino envía un mensaje de acuse de recibo al nodo listo para enviar. Este mensaje de acuse de recibo le sirve al nodo listo para enviar de indicador de la existencia de un nodo oculto que se encuentra en el entorno del nodo vecino.
- 10 El objetivo de la invención es conseguir un procedimiento para la transmisión de datos de saltos sucesivos en una red ad hoc con nodos ocultos, que evite colisiones con paquetes de datos útiles de nodos ocultos y a la vez mejore la eficacia del canal de transmisión.
- 15 Según la invención, en caso de una intención de transmisión de datos por parte de un nodo en la red ad hoc, éste determina la probabilidad de una transmisión de datos libre de colisiones y en caso de una alta probabilidad de una transmisión libre de colisiones se ejecuta la transmisión de datos sin realizar un procedimiento de coordinación mediante la asignación de canal de transmisión con los nodos ocultos que se encuentran en el entorno del siguiente nodo.
- 20 Solamente en caso de una probabilidad pequeña de una transmisión libre de colisiones se realiza un procedimiento de coordinación mediante la asignación de canal de transmisión con los nodos ocultos que se encuentran en el entorno del siguiente nodo, por ejemplo, mediante un procedimiento RTS-CTS.
- 25 De esta manera se ocupa el canal de transmisión con una cantidad minimizada de procedimientos de coordinación entre nodos listos para enviar y los nodos ocultos que se encuentran en el entorno del siguiente nodo en comparación con procedimientos del estado de la técnica, de lo que se deriva una eficacia más alta del canal de transmisión.
- 30 Para determinar la probabilidad de una transmisión libre de colisiones, el nodo listo para enviar determina el número de nodos ocultos que se encuentran en el entorno del nodo que se encuentra más inmediato en el camino de enrutamiento de su transmisión de datos. Para esto puede evaluar de antemano, de acuerdo con el documento WO 03/088587, las informaciones de enrutamiento intercambiadas con sus nodos vecinos para el enrutamiento sin desaprovechar capacidad de transmisión adicional para la identificación de nodos ocultos. En el documento EP 1 509 006 A1 se desvela un procedimiento para la transmisión de datos de saltos sucesivos con nodos ocultos, que evita colisiones con paquetes de datos útiles de nodos ocultos, que a través de la determinación de un parámetro de tasa de colisiones determina la probabilidad de una transmisión de datos libre de colisiones. Si el valor del parámetro de tasa de colisiones obtenido se encuentra por debajo de un determinado valor umbral se desactiva un procedimiento de coordinación de colisiones a realizar en caso contrario mediante un mecanismo de Petición de Envío/ Preparado para Enviar (Request-to-Send/ Clear-to-Send (RTS/CTS)) con el siguiente nodo.
- 35 Cuanto mayor sea la cantidad de nodos ocultos identificados en el entorno del siguiente nodo en el camino de enrutamiento, mayor será la probabilidad de que ocurran colisiones. Adicionalmente para la obtención de la probabilidad de una transmisión libre de colisiones el nodo listo para enviar puede determinar el volumen de transmisión medio entre el siguiente nodo y cada nodo oculto que se encuentra en su entorno. Para esto se registra y se evalúa estadísticamente el tamaño de paquete, el tipo de datos y/o la clase de servicio de cada paquete de datos
- 40 útiles transmitido entre el siguiente nodo y los nodos ocultos que se encuentran en su entorno.
- Una evaluación del volumen de transmisión medio entre el siguiente nodo y cada nodo oculto que se encuentra en su entorno a lo largo del tiempo posibilita, en particular en el caso de comportamientos periódicos de la transmisión de datos, la identificación de los instantes con una alta probabilidad de una transmisión de datos libre de colisiones.
- 45 A continuación se explica con detalle el procedimiento según la invención para la transmisión de datos de saltos sucesivos en una red ad hoc con nodos ocultos por medio del dibujo. Las figuras del dibujo muestran:
- La Fig.1, una representación de la distribución espacial de nodos que envían, vecinos y ocultos,
- La Fig. 2, una representación del intercambio de datos en un procedimiento RTS-CTS,
- La Fig. 3, un diagrama de flujo del procedimiento según la invención para la transmisión de datos de saltos sucesivos en una red ad hoc con nodos ocultos,
- La Fig. 4, un diagrama temporal de una ocupación típica del canal de transmisión en una red ad hoc y
- La Fig. 5, un diagrama de bloques del sistema según la invención para la transmisión de datos de saltos

sucesivos en una red ad hoc con nodos ocultos.

A continuación se explica con detalle el procedimiento según la invención para la transmisión de datos de saltos sucesivos en una red ad hoc con nodos ocultos mediante la Fig. 3.

5 En la primera etapa del procedimiento S10 un nodo de la red ad hoc, que tiene que enviar a un nodo de destino un paquete de datos útiles a transmitir determina, en el marco de un procedimiento de enrutamiento, el siguiente nodo de la red ad hoc a partir de tablas de enrutamiento disponibles. Para esto se utilizan procedimientos de enrutamiento según el estado de la técnica.

En lo que sigue se entiende por nodo fuente el nodo en el que reside actualmente el paquete de datos, mientras que por nodo de destino se entiende el nodo al que el nodo fuente envía el paquete de datos.

10 En la siguiente etapa del procedimiento S20 el nodo que tiene intención de enviar determina los nodos ocultos que se encuentran en el entorno del siguiente nodo mediante un procedimiento para la identificación de nodos ocultos en una red ad hoc según el estado de la técnica, por ejemplo, según el procedimiento descrito en el documento WO 03/088578 A1. Si no se identifica ningún nodo oculto mediante este procedimiento en el entorno del siguiente nodo se puede contar con que no existirá una colisión en caso de una transmisión del paquete de datos útiles a enviar por el nodo con intención de transmitir, y el nodo con intención de transmitir puede transmitir al siguiente nodo el paquete de datos útiles según la etapa del procedimiento S100 sin que surjan problemas.

15 Si por el contrario se identifica mediante este procedimiento por lo menos un nodo oculto en el entorno del siguiente nodo, en la siguiente etapa del procedimiento S30 se determina si la cantidad de los nodos ocultos identificados supera un valor umbral prefijado. Si la cantidad de los nodos ocultos identificados se encuentra por debajo del valor umbral se puede partir de una alta probabilidad de una transmisión de datos libre de colisiones en caso de una transmisión del paquete de datos útiles a enviar por el nodo con intención de enviar y el nodo listo para enviar transmite al siguiente nodo según la etapa del procedimiento S100 el paquete de datos útiles con un riesgo de que ocurran problemas comparativamente pequeño.

20 Si por el contrario la cantidad de los nodos ocultos identificados se encuentra por encima del valor umbral se puede determinar opcionalmente en la siguiente etapa del procedimiento S40 a lo largo de un intervalo de tiempo más largo mediante el registro y la evaluación estadística de los paquetes de datos útiles transmitidos entre el siguiente nodo y cada nodo oculto que se encuentra en el entorno del siguiente nodo el volumen de transmisión de datos medio entre el siguiente nodo y los nodos ocultos que se encuentran en su entorno. Para la determinación del volumen de transmisión de datos medio se pueden adoptar como magnitudes características, por ejemplo, el tamaño del paquete, el tipo de datos y/o la clase de servicio de los paquetes de datos útiles transmitidos respectivamente entre el siguiente nodo y los nodos ocultos que se encuentran en el entorno del siguiente nodo.

25 Si este volumen de transmisión de datos medio se encuentra por debajo de un valor umbral prefijado se puede partir de una alta probabilidad de una transmisión de datos libre de colisiones a pesar de la existencia de una cantidad mínima de nodos ocultos que se encuentran en el entorno del siguiente nodo. En este caso, el nodo listo para enviar puede enviar el paquete transmitido de datos útiles al siguiente nodo en la etapa del procedimiento S100 con un riesgo comparativamente pequeño de que aparezcan problemas.

30 Si la cantidad de los nodos ocultos identificados según la etapa del procedimiento S30 se encuentra por encima de un valor umbral prefijado y/o el volumen de transmisión de datos medio en la etapa del procedimiento S40 supera un valor umbral, se puede registrar opcionalmente en la etapa del procedimiento S50 la evolución temporal del volumen de transmisión de datos medio entre el siguiente nodo y cada nodo oculto que se encuentra en el entorno del siguiente nodo. En el caso de un tráfico de transmisión de datos que se produce de modo periódico entre el siguiente nodo y los nodos ocultos que se encuentran en el entorno del siguiente nodo puede haber instantes con un volumen de transmisión de datos medio más bajo y con ello una alta probabilidad de una transmisión de datos libre de colisiones e instantes con un volumen de transmisión de datos medio más alto y con ello una probabilidad más pequeña de una transmisión de datos libre de colisiones.

35 En una etapa del procedimiento S60 a ejecutar a continuación igualmente de forma opcional se determinan por tanto a partir de esta evolución temporal determinada opcionalmente del volumen de transmisión de datos medio los segmentos temporales en los que existe un alto volumen de transmisión de datos medio y los segmentos temporales en los que existe un bajo volumen de transmisión de datos medio. Finalmente se establece en una siguiente etapa del procedimiento S70 a ejecutar igualmente de forma opcional si en el momento actual está presente un segmento temporal con un alto volumen de transmisión de datos medio. Si no existe actualmente ningún segmento temporal con un alto volumen de transmisión de datos medio, entonces, actualmente, la probabilidad de una transmisión de datos libre de colisiones es comparativamente alta y el nodo listo para enviar enviará en la etapa del procedimiento S100 el paquete de datos útiles al siguiente nodo.

Si actualmente por el contrario existe un segmento temporal con una alta tasa de transmisión de datos media, entonces

- 5 actualmente la probabilidad de una transmisión de datos libre de colisiones es baja y el nodo listo para enviar se coordinará, como en el caso de una cantidad de nodos ocultos identificados que se encuentra por encima del valor umbral prefijado de acuerdo con la etapa del procedimiento S30 y/o un volumen de transmisión de datos medio que se encuentra por encima de un valor umbral prefijado según la etapa del procedimiento S40 sin realización de las etapas del procedimiento opcionales S50 a S70 en la siguiente etapa del procedimiento S80 con los nodos ocultos que se encuentran en el entorno del siguiente nodo por el siguiente acceso al canal. En este caso se puede aplicar el procedimiento RTS-CTS mencionado anteriormente con intercalación del siguiente nodo, pero por supuesto también otros procedimientos de asignación del canal de transmisión en un sistema de CSMA.
- 10 En caso de que al nodo listo para enviar finalmente se asigne el canal de transmisión se realiza la transmisión al siguiente nodo través del nodo listo para enviar del paquete de datos útiles a enviar en la etapa del procedimiento S100.
- 15 En el diagrama temporal de la Fig. 4 se representa la ocupación del canal de transmisión en una red ad hoc en caso de volúmenes de transmisión de datos que tienen lugar periódicamente entre el siguiente nodo y un nodo oculto que se encuentra en su entorno. Se pueden reconocer los segmentos temporales que se dan periódicamente con un alto volumen de transmisión de datos medio (con sombreado) y los segmentos temporales que se producen por ello con un bajo volumen de transmisión de datos medio, en los que el nodo listo para enviar puede enviar los paquetes de datos útiles a transmitir al siguiente nodo (sin sombreado).
- 20 En la Fig. 5 está representado un diagrama de bloques del sistema según la invención para la transmisión de datos de saltos sucesivos en una red ad hoc con nodos ocultos, que está implementado en cada nodo de la red ad hoc.
- 25 El sistema según la invención está compuesto de una unidad de supervisión 1, que analiza y extrae todos los paquetes de datos útiles recibidos en lo que se refiere a las informaciones relevantes para el procedimiento según la invención - dirección MAC de destino, dirección fuente MAC, el tamaño del paquete, el tipo de datos, la clase de servicio, la hora de envío etc. La unidad de supervisión 1, que preferentemente está realizada en la capa de red, puede efectuar la extracción de los datos relevantes del paquete de datos útiles recibido separadamente para una capa única, preferentemente la capa de red, y los datos relevantes a extraer del paquete de datos útiles de esta capa o como alternativa conjuntamente para todas las capas del nodo y los datos relevantes a extraer del paquete de datos útiles de todas las capas del nodo.
- 30 Las informaciones extraídas del paquete de datos útiles recibido se analiza y evalúa mediante una unidad de evaluación 2 conectada a la salida de la unidad de supervisión 1 que asimismo preferentemente está implementada en la capa de red (comparación del valor umbral de la cantidad de nodos ocultos identificados, determinación del volumen de transmisión de datos medio a partir de tamaño del paquete, tipo de datos y/o clase de servicio, comparación del valor umbral del volumen de transmisión de datos medio, identificación de la periodicidad de la evolución del volumen de transmisión de datos medio). Las informaciones evaluadas se almacenan en una base de datos 3 en proximidad a las tablas de enrutamiento y los nodos ocultos respectivamente identificados en el entorno del siguiente nodo
- 35 individual.
- La invención no se limita al ejemplo de realización representado. Todas las medidas descritas anteriormente se pueden combinar discrecionalmente entre sí en el marco de la invención.

## REIVINDICACIONES

- 5 1. Procedimiento para la transmisión de datos de saltos sucesivos en una red ad hoc con nodos ocultos, en el que un nodo con intención de enviar determina la probabilidad de una transmisión de datos libre de colisiones al siguiente nodo y en caso de una alta probabilidad de una transmisión de datos libre de colisiones transmite al siguiente nodo un paquete de datos útiles (S100) sin coordinarse a través del siguiente nodo con los nodos ocultos que se encuentran en el entorno del siguiente nodo en relación con la transmisión de datos al siguiente nodo, considerándose alta la probabilidad de una transmisión de datos libre de colisiones al siguiente nodo en caso de una cantidad de nodos ocultos identificados en el entorno del siguiente nodo que se encuentra por debajo de un valor umbral (S30) o en caso de un volumen de transmisión de datos medio entre el siguiente nodo y cada nodo oculto identificado en el entorno del siguiente nodo que se encuentra por debajo de un valor umbral (S40).
- 10 2. Procedimiento para la transmisión de datos de saltos sucesivos de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado porque** los instantes con una probabilidad pequeña de una transmisión de datos libre de colisiones al siguiente nodo se determinan como instantes con un volumen de transmisión de datos medio bajo entre el siguiente nodo y cada nodo oculto identificado en el entorno del siguiente nodo (S60).
- 15 3. Procedimiento para la transmisión de datos de saltos sucesivos de acuerdo con la reivindicación 1 ó 2, **caracterizado porque** para la determinación del volumen de transmisión de datos medio entre el siguiente nodo y cada nodo oculto identificado en el entorno del siguiente nodo se registra y se evalúa estadísticamente el tamaño del paquete, el tipo de datos y/o la clase de servicio de cada paquete de datos útiles transmitido entre el siguiente nodo y cada nodo oculto identificado en el entorno del siguiente nodo.
- 20 4. Procedimiento para la transmisión de datos de saltos sucesivos de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 3, **caracterizado porque** el nodo con intención de enviar en el caso de un alto volumen de transmisión de datos medio, en los instantes con un alto volumen de transmisión de datos medio y/o una gran cantidad de nodos ocultos identificados en el entorno del siguiente nodo se coordina con los nodos ocultos que se encuentran en el entorno del siguiente nodo por el siguiente nodo en relación con la transmisión de datos al siguiente nodo (S80).
- 25 5. Procedimiento para la transmisión de datos de saltos sucesivos de acuerdo con la reivindicación 4, **caracterizado porque** la coordinación entre el nodo con intención de enviar y los nodos ocultos que se encuentran en el entorno del siguiente nodo se realiza mediante el procedimiento RTS/CTS.

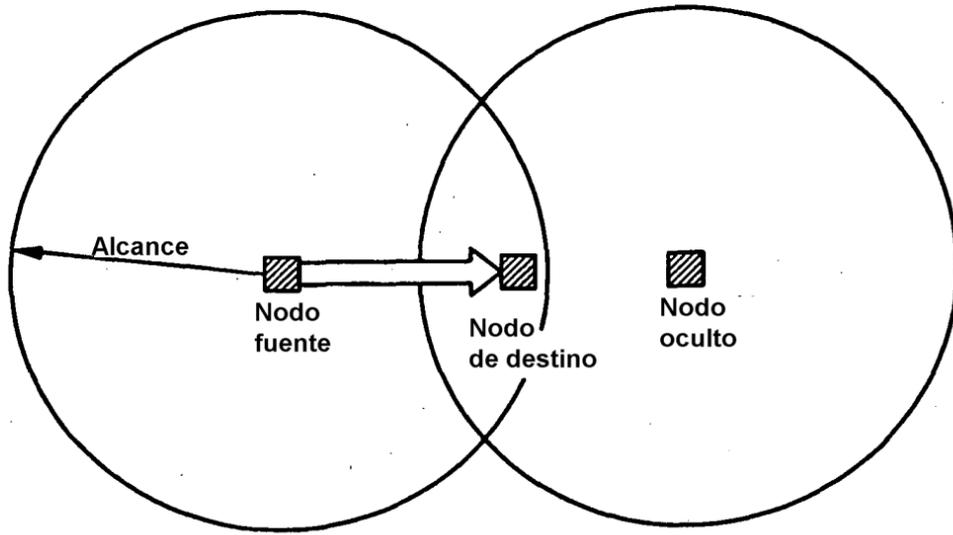


Fig. 1

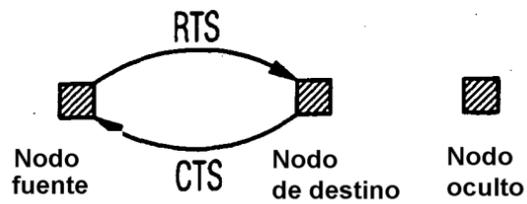


Fig. 2

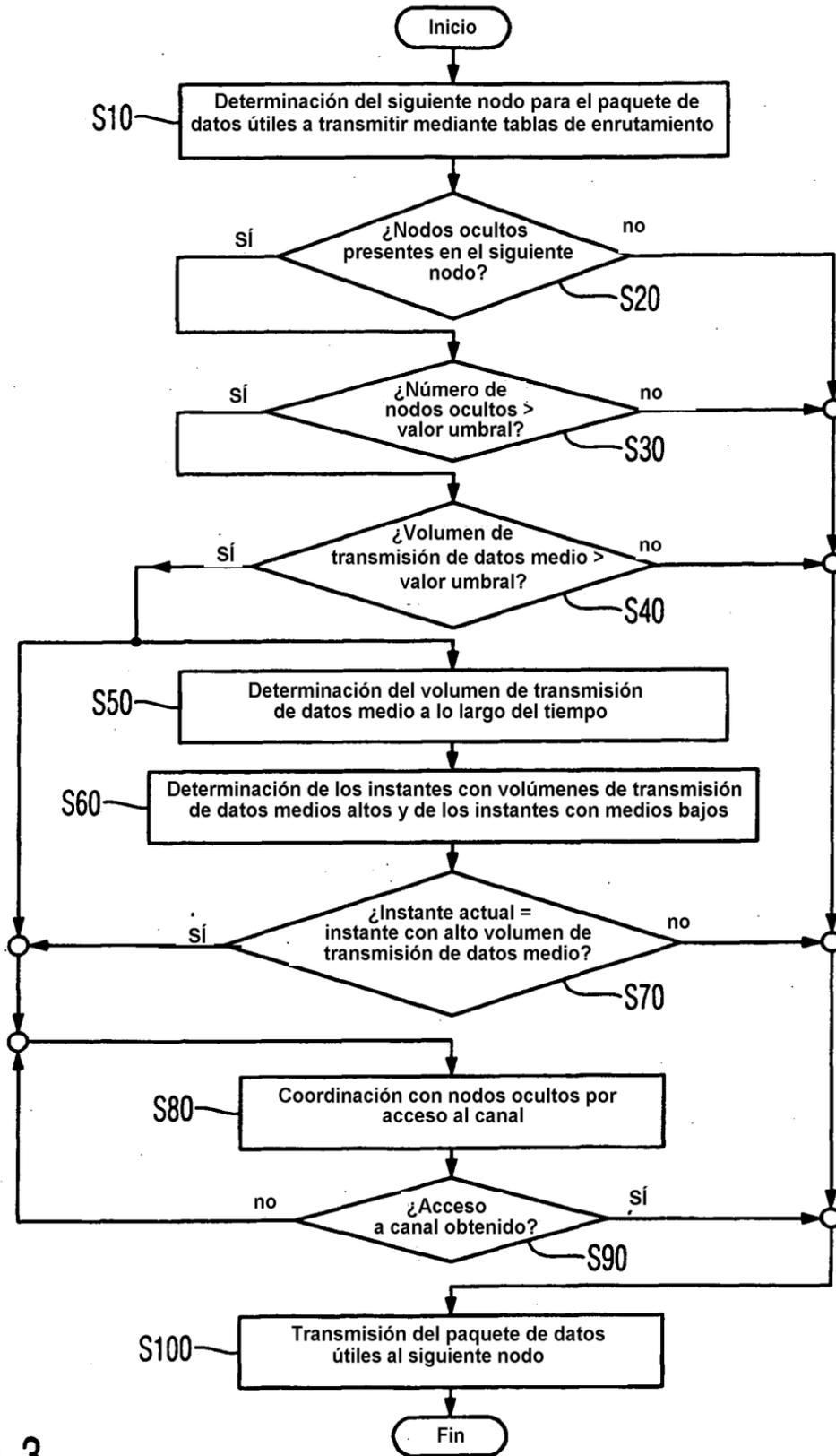


Fig. 3

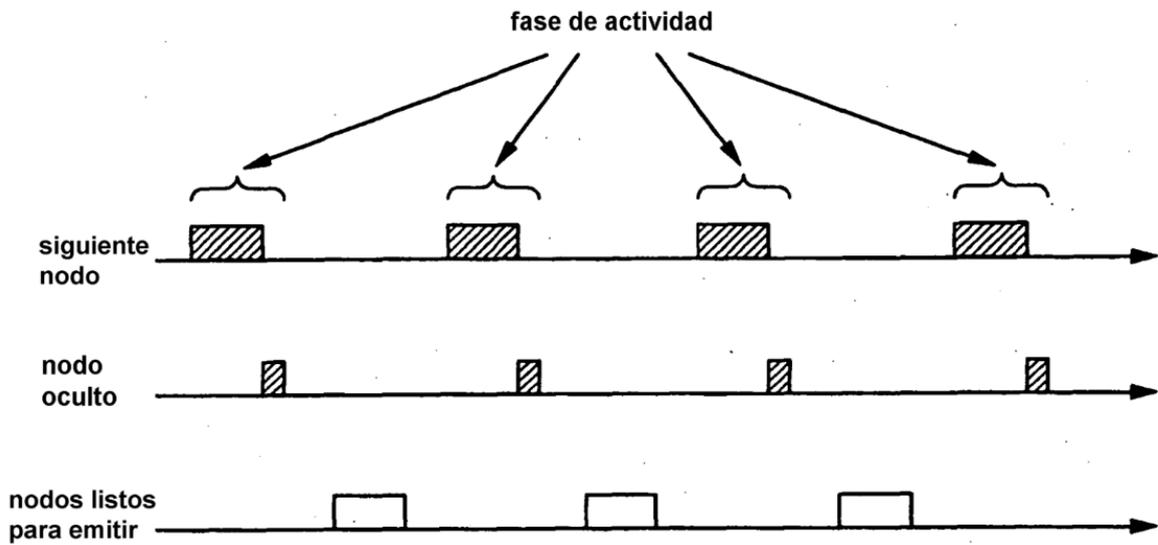


Fig. 4

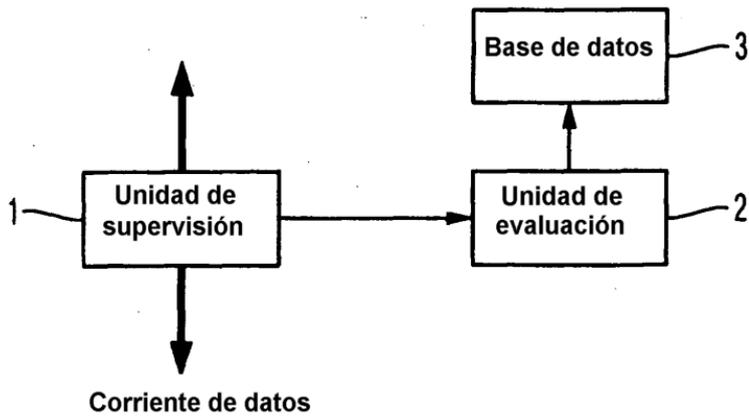


Fig. 5