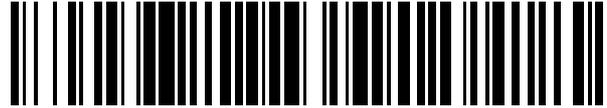


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 399 671**

51 Int. Cl.:

H04W 88/08 (2009.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **28.12.2007 E 07855865 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **12.12.2012 EP 2173136**

54 Título: **Un método de sincronización y compensación de retardo entre una unidad de banda base y una unidad de radiofrecuencia**

30 Prioridad:

29.06.2007 CN 200710123204

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

02.04.2013

73 Titular/es:

**ZTE CORPORATION (100.0%)
ZTE PLAZA, KEJI ROAD SOUTH, HI-TECH
INDUSTRIAL PARK, NANSHAN DISTRICT
SHENZHEN, GUANGDONG 518057, CN**

72 Inventor/es:

**ZHAO, ZHIYONG;
WANG, WEI y
WANG, XINYU**

74 Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 399 671 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

Un método de sincronización y compensación de retardo entre una unidad de banda base y una unidad de radiofrecuencia

5 Campo técnico

La invención se refiere a sistemas inalámbricos de comunicación en el campo de las comunicaciones, y más particularmente, a un método para sincronización y compensación de retardo entre un sistema de banda base y un sistema de radiofrecuencia de Sistema Global para las Comunicaciones Móviles (GSM, del inglés "Global System for Mobile communication")/Velocidad de Datos Mejorada para la Evolución de GSM (EDGE, del inglés "Enhanced Data Rate for GSM Evolution).

10

Antecedentes de la técnica

15 El sistema GSM/EDGE es un sistema de multiplexación por división en el tiempo (TDM, del inglés "Time Division Multiplexing"). Los datos en puertos inalámbricos son recibidos y transmitidos en orden de intervalo de tiempo. Aunque el protocolo de Proyecto de Colaboración en Tercera Generación (3GPP, del inglés "3rd Generation Partnership Project") no requiere una sincronización estricta de intervalos de tiempo dentro de toda la red, los puertos inalámbricos deben mantener la sincronización de intervalos de tiempo en una célula o una célula de sincronización. En general, una estación base GSM/EDGE que contiene un número de transceptores adquiere una fuente de reloj de sincronización por diversas maneras, tales como relojes laterales de red para sincronización, sistema de posicionamiento global (GPS, del inglés "Global Positioning System") para sincronización, u oscilación libre, para asegurar que los intervalos temporales inalámbricos de todos los transceptores están sincronizados estrictamente en la misma célula o célula de sincronización.

20

25

Una estación base distribuida caracterizada porque la banda base está separada de la radiofrecuencia es diferente de una estación base tradicional. Una unidad de banda base y una unidad de radio de la estación base tradicional están integradas y el retardo entre ellas es muy pequeño, de tal modo que la sincronización de datos entre la unidad de banda base y la unidad de radio remota puede conseguirse transmitiendo señales sincronizadas a través de una línea de reloj y el retardo puede despreciarse; mientras que las unidades de banda base de la estación base distribuida constituyen un conjunto de banda base compartido para conectar una pluralidad de unidades de radio remotas (RRU, del inglés "Remote Radio Units") muy separadas entre sí y el retardo entre las unidades de banda base y la pluralidad de unidades RRU es mayor, y por lo tanto la sincronización de datos y la compensación de retardo deben considerarse en esta arquitectura.

30

35

Actualmente, la transmisión de datos entre la unidad de banda base y la unidad de radio remota de un sistema de radiofrecuencia es realizada en general mediante un enlace de multiplexación por división en el tiempo (TDM) de alta velocidad. Hay dos tipos de modos de transmisión de datos.

40 El primer modo consiste en definir un conjunto de formatos de trama en el enlace TDM. La unidad de banda base (BBU, del inglés "BaseBand Unit") y la unidad de radio remota (RRU) leen y escriben datos analizando los formatos de trama, por ejemplo en el protocolo de interfaz de radio pública común (CPRI, del inglés "Common Public Radio Interface").

45 El segundo modo consiste en elaborar un paquete por el enlace TDM. La unidad BBU y la unidad RRU leen y escriben datos correctamente identificando una cabecera de paquete, por ejemplo en el protocolo de iniciativa de arquitectura de estación base abierta (OBSAI, del inglés "Open Base Station Architecture Initiative").

50 Los métodos de sincronización para los dos modos son implementados todos estrictamente por medio de un reloj de enlace TDM, es decir, el reloj de enlace está sincronizado con la unidad BBU, y luego la unidad RRU es sincronizada con el reloj de enlace para conseguir finalmente la sincronización de la unidad RRU con la unidad BBU. Sin embargo, tal protocolo sólo proporciona un método para medición de retardo de enlace y sincronización, y no especifica cómo compensar el retardo, especialmente el retardo de un sistema GSM/EDGE.

55 La compensación de retardo puede realizarse típicamente transmitiendo datos por adelantado o posponiendo la recepción de datos. Sin embargo, un formato de protocolo de transmisión entre la unidad BBU y la unidad RRU tiende a limitar la precisión de la compensación de retardo para requisitos de granularidad mínima de los datos. Especialmente en el caso de multiplexar una pluralidad de portadoras sobre los mismos enlaces, una limitación así aparece más obviamente. Por ejemplo, si una unidad elemental para un formato de trama en el protocolo CPRI es un chip, entonces la granularidad mínima de retardo relativo entre diferentes portadoras debe ser un chip de tal modo que la precisión de compensación de retardo puede alcanzar sólo el nivel de un chip.

60

La transmisión de señales entre la unidad BBU y la unidad RRU puede usar otros protocolos de transmisión, y

puede haber una diferencia mayor en sus relojes de enlace y formatos de trama. En un caso así, realizar una sincronización estrictamente por medio del reloj de enlace o simplemente ajustando el tiempo para transmitir o recibir datos no puede compensar con precisión un retardo de enlace entre la unidad BBU y la unidad RRU y no puede satisfacer los requisitos de precisión del sistema para compensación de retardo.

5 Teniendo como objeto los problemas anteriormente descritos, hay una necesidad de un método para sincronización y compensación de retardo entre un sistema de banda base y un sistema de radiofrecuencia de GSM/EDGE de modo tal que la transmisión de señales entre el sistema de banda base y el sistema de radiofrecuencia de GSM/EDGE se adapta a diferentes protocolos de transmisión y puede conseguirse una compensación de retardo
10 precisa.

El documento US 5 473 668 da a conocer un ejemplo de compensación de retardo en un sistema de comunicación maestro/esclavo.

15 Sumario de la invención

Un problema técnico resuelto por la presente invención es proporcionar un método para sincronización y compensación de retardo entre un sistema de banda base y un sistema de radiofrecuencia de modo que se realiza la sincronización entre el sistema de banda base y el sistema de radiofrecuencia, al tiempo que se consigue una
20 compensación de retardo precisa. El problema en la técnica anterior de que protocolos de transmisión diferentes no podían ser adaptados y de que la precisión de la compensación de retardo era baja es por lo tanto resuelto.

Una unidad de banda base (BBU) de acuerdo con la presente invención usa un reloj de punto de referencia unificado, que está sincronizado tanto con un reloj de sistema de una unidad BBU como con un reloj de enlace de alta velocidad entre la unidad BBU y la unidad RRU. Para el método de acuerdo con la presente invención, no hay
25 diferencia significativa en transmitir señales de banda base y de radiofrecuencia sobre un enlace TDM por elaboración de un formato de trama y por elaboración de un paquete. Por lo tanto, el método para transmitir datos transportando el paquete por el enlace TDM aquí descrito se aplica también a transmisión de datos en un formato de trama fijo.

30 La presente invención proporciona un método para sincronización y compensación de retardo entre un sistema de banda base y un sistema de radiofrecuencia para conseguir sincronización y compensación de retardo entre una unidad de banda base y una pluralidad de unidades de radio remotas que se conectan a ella, en que el método es el implementado en la reivindicación 1.

35 Realizaciones adicionales se dan a conocer en las reivindicaciones 2 a 11.

Breve descripción de los dibujos

40 La figura 1 es un diagrama esquemático de implementación de sincronización y compensación de retardo entre la unidad de banda base (BBU) y la unidad de radio remota (RRU) de acuerdo con una realización de la presente invención; y

45 la figura 2 es un diagrama esquemático de un formato de etiqueta de sincronización de acuerdo con una realización de la presente invención.

Realizaciones preferidas de la invención

50 El método para sincronización y compensación de retardo de acuerdo con la presente invención será descrito a continuación en conjunción con los dibujos adjuntos y realizaciones específicas.

55 El método para sincronización y retardo de compensación de acuerdo con la presente invención implementa sincronización entre una unidad BBU y una unidad RRU a través de etiquetas de tiempo sobre la base de un enlace de alta velocidad entre la unidad BBU y la unidad RRU. Específicamente, en una dirección descendente, la compensación de retardo de enlace es realizada con un ajuste de retardo en dos niveles de la unidad BBU y la unidad RRU; en una dirección ascendente, el retardo de enlace es compensado mediante la generación de interrupción de recepción de banda base de forma dirigida por los datos. Un método así puede permitir que señales entre la unidad de banda base y la unidad de radio remota de sistema GSM/EDGE se adapten a protocolos de transmisión diferentes.

60 En una arquitectura en la que una unidad de banda base y una unidad de radio remota están separadas, la capacidad de banda base es grande y una unidad de banda base o conjunto de banda de base puede ser conectado a una pluralidad de unidades de radio remotas, que están distribuidas en diferentes áreas físicas y se conectan con la unidad de banda base a través de un enlace TDM de alta velocidad. Las unidades RRU situadas en posiciones

geográficas diferentes pueden ser configuradas para ser células sincronizadas o células asincrónicas de acuerdo con las necesidades. Un diagrama esquemático de interconexión en red que ilustra la conexión entre una unidad de banda base (BBU) y una pluralidad de unidades de radio remotas (RRU) es mostrado en la figura 1. En la figura 1, las unidades RRU1, RRU2 y RRU3 son conectadas a la unidad BBU mediante fibras en cascada, y las conexiones de las unidades RRU4 y RRU5 con la unidad BBU son conexiones punto a punto. Por supuesto, la interconexión en red entre la unidad RRU y la unidad BBU puede producirse con otras formas de red, tales como red en anillo y red en árbol. Debido a que las longitudes de fibra entre la unidad BBU y las unidades RRU y las longitudes de fibra entre unidades RRU en cascada son diferentes, los retardos generados por enlaces de fibra son diferentes.

5 Hay muchos métodos para medir retardo entre la unidad BBU y la unidad RRU. Por ejemplo, algunas organizaciones, tales como CPRI y PPSAI, proporcionan métodos para medir retardos. La presente invención no expondrá adicionalmente la medición de retardo. El retardo de enlace de fibra entre la unidad BBU y la unidad RRU, el retardo de procesamiento de la unidad RRU y retardos entre puertos ópticos y entre un puerto óptico y un puerto de antena en la unidad RRU son considerados todos como cantidades conocidas y pueden ser medidos usando métodos de medición conocidos, lo que no es un aspecto discutido con énfasis aquí.

10 La unidad BBU de acuerdo con la presente invención usa un reloj de punto de referencia unificado, que está sincronizado tanto con un reloj de sistema de la unidad BBU como con un reloj de enlace de alta velocidad entre la unidad BBU y la unidad RRU. Para el método de acuerdo con la presente invención, no hay una diferencia significativa en transmitir señales de banda base y de radiofrecuencia sobre un enlace TDM entre hacerlo por elaboración de un formato de trama y por elaboración de un paquete. Por lo tanto, el método para transmitir datos transportando el paquete por el enlace TDM aquí descrito también se aplica a transmisión de datos en un formato de trama fijo.

20 En el método para sincronización y compensación de retardo entre el sistema de banda base y el sistema de radiofrecuencia de acuerdo con la presente invención, los procesos específicos en la dirección descendente y la dirección ascendente son descritos a continuación.

1. En la dirección descendente

- 30
- 1) Una unidad BBU calcula el retardo de enlace descendente entre la unidad BBU y una unidad RRU en un enlace descendente, luego divide el retardo en un desplazamiento descendente ΔT_{dl} de unidad BBU y un desplazamiento descendente δ_{dl} de unidad RRU, en que la precisión de ΔT_{dl} es igual a la duración de granularidad de datos mínima de un formato de trama en el enlace descendente entre la unidad BBU y la unidad RRU, δ_{dl} es la diferencia entre ΔT_{dl} y el retardo de enlace descendente real, y su precisión cumple con un requisito de precisión del sistema GSM/EDGE para sincronización.
 - 2) La unidad BBU inserta una etiqueta de sincronización descendente en el enlace de datos descendente entre la unidad BBU y la unidad RRU usando un reloj de punto de referencia unificado como referencia. El desplazamiento entre la etiqueta de sincronización descendente y el reloj de punto de referencia es ΔT_{dl} . La unidad BBU envía la etiqueta de sincronización descendente y datos descendentes con un adelanto de ΔT_{dl} o con un retardo de $(T_{syn} - \Delta T_{dl})$, en que T_{syn} es un periodo de reloj de sincronización de sistema GSM/EDGE.

45 Como se muestra en la figura 2, la etiqueta de sincronización descendente contiene Cabecera, Carga útil y verificación por redundancia cíclica (CRC, del inglés "Cyclic redundancy check"), en que la Cabecera contiene Dirección, Tipo, marca de tiempo (Tstamp) y Longitud.

50 En la Cabecera, la Dirección incluye una dirección de fuente (dirección de la unidad BBU) y una dirección de destino (dirección de la unidad RRU). El Tipo representa el tipo de la Carga útil, tal como paquete de sincronización, paquete de servicio, paquete de control, paquete de inactividad, etc. El Tipo en la etiqueta de sincronización descendente es paquete de sincronización. El significado de Tstamp está asociado al Tipo. Cuando el Tipo es paquete de sincronización, la marca Tstamp representa un número de trama inicial y final y un número de intervalo de tiempo de un intervalo de tiempo descendente entre dos etiquetas de sincronización continuas; cuando el Tipo es paquete de servicio o paquete de control, la marca Tstamp representa el orden de tiempo relativo de la Carga útil.

55 La Carga útil incluye una cabecera de sincronización de datos (SynData) que es un byte especial fijo determinado por la unidad BBU y las unidades RRU. Que el byte sea especial se refiere a que el byte es diferente de datos IQ (del inglés "In-phase and Quadrature", en fase y cuadratura) genéricos, tal como un conjunto de número fijos 7FFFFFFF con valor grande (un byte así puede ser generado en secuencia aleatoria, y su número de bit es determinado de acuerdo con el requisito de que cuantos más bits, menor sea la probabilidad de que el byte sea el mismo que otros datos IQ). El byte es fijo, debido a que ha sido determinado por la unidad BBU y la unidad RRU por adelantado y no cambiará entre dos determinaciones adyacentes.

60 El bit CRC es usado para verificación por redundancia cíclica del contenido de un paquete.

- 3) La unidad BBU envía δ_{dl} a la unidad RRU a través de un canal de señalización de capa superior, tal como el canal de señalización HDLC (del inglés "High-level Data Link Control", control de enlace de datos de alto nivel) o el canal de señalización Ethernet en el protocolo CPRI.
- 4) La unidad RRU extrae y recupera un reloj de enlace entre la unidad BBU y la unidad RRU, encuentra etiquetas de datos de sincronización que pertenecen a la unidad RRU sobre la base de información acerca de la Dirección y el Tipo contenida en la Cabecera, luego lee y compara la cabecera SynData, y extrae información del número de trama y del número de intervalo de tiempo en la marca Tstamp.
- 5) La unidad RRU genera un reloj de sincronización sobre la base de la cabecera SynData en la etiqueta de sincronización descendente, el reloj de enlace y el desplazamiento descendente δ_{dl} de la unidad RRU, es decir, pospone activar el reloj de sincronización un tiempo δ_{dl} tras leer el último bit de la cabecera SynData sobre la base del reloj de enlace. Entonces, la unidad RRU sincroniza el reloj de sistema local con el reloj de sincronización generado para conseguir una sincronización de reloj entre la unidad RRU y la unidad BBU.

2. En la dirección ascendente

- 6) La unidad RRU almacena el número de trama y el número de intervalo de tiempo de los datos descendentes, luego transmite los datos desde un puerto de antena, luego recibe datos ascendentes y genera una etiqueta de sincronización ascendente tras un retardo de 3 intervalos de tiempo de sistema GSM/EDGE sobre la base del reloj de sistema sincronizado con la unidad BBU, y envía la etiqueta de sincronización ascendente y los datos ascendentes a la unidad BBU a través del enlace ascendente.

Como se muestra en la figura 2, la etiqueta de sincronización ascendente también contiene Cabecera, Carga útil y verificación CRC, en que la Cabecera contiene Dirección, Tipo, marca de tiempo (Tstamp) y Longitud.

En la Cabecera, la Dirección incluye una dirección de fuente (dirección de la unidad BBU) y una dirección de destino (dirección de la unidad RRU). El Tipo representa el tipo de la Carga útil, tal como paquete de sincronización, paquete de servicio, paquete de control, paquete de inactividad, etc. El Tipo en la etiqueta de sincronización ascendente es paquete de sincronización. El significado de Tstamp está asociado al Tipo. Cuando el Tipo es paquete de sincronización, la marca Tstamp representa un número de trama inicial y final y un número de intervalo de tiempo de un intervalo de tiempo ascendente entre dos etiquetas de sincronización continuas; cuando el Tipo es paquete de servicio o paquete de control, la marca Tstamp representa el orden de tiempo relativo de la Carga útil. En la etiqueta de sincronización ascendente, el número de trama y el número de intervalo de tiempo en la marca Tstamp son los mismos que los de los datos descendentes almacenados por la unidad RRU.

La Carga útil incluye una cabecera de sincronización de datos (SynData) que es un byte especial fijo determinado por las unidades de banda base y de radio remotas. Que el byte sea especial se refiere a que el byte es diferente de datos IQ (en fase y cuadratura) genéricos, tal como un conjunto de números fijos 7FFFFFFF con valor grande (un byte así puede ser generado en secuencia aleatoria, y su número de bits es determinado de acuerdo con el requisito de que cuantos más bits, menor será la probabilidad de que el byte sea el mismo que otros datos IQ). El byte es fijo, debido a que ha sido determinado por unidad BBU y la unidad RRU por adelantado y no cambiará entre dos determinaciones adyacentes.

El bit CRC se usa para verificación de redundancia cíclica del contenido de un paquete.

- 7) La unidad BBU recibe la etiqueta de sincronización ascendente de la unidad RRU sobre la base de la Dirección y Tipo del paquete, extrae la cabecera de sincronización de datos (SynData) del paquete, y luego compara la cabecera SynData extraída con la cabecera de sincronización de datos determinada para verificar la validez de la etiqueta de sincronización ascendente. La unidad BBU extrae información del número de trama y número de intervalo de tiempo en la marca Tstamp si la cabecera SynData es válida o repite el paso 7) si la cabecera SynData es inválida. Si la unidad BBU sigue sin poder encontrar una etiqueta de sincronización válida dentro de un cierto umbral de tiempo, notificará una alerta sincronizada a un software de capa superior. El propósito de comparar la cabecera de sincronización de datos es determinar si la cabecera de sincronización de datos es correcta. Debido a que la cabecera de sincronización de datos (SynData) es un byte especial fijo, la unidad BBU compara la cabecera SynData extraída con su cabecera SynData almacenada para verificar su consistencia. La unidad BBU confirma la validez de la etiqueta de sincronización si son consistentes, en otro caso continúa buscando etiquetas de sincronización ascendentes y comparando la cabecera SynData ascendente, y notifica una alerta cuando no se encuentra ninguna etiqueta de sincronización válida dentro de un periodo de tiempo predeterminado.
- 8) La unidad BBU genera interrupción sobre la base del tiempo de llegada de la cabecera SynData en la etiqueta de sincronización ascendente. La unidad de banda base recibe los datos ascendentes y la información del número de trama y número de intervalo de tiempo sobre la base de la interrupción y compara el número de trama y el número de intervalo de tiempo ascendentes con el número de trama y el

número de intervalo de tiempo descendentes.

El número de trama y el número de intervalo de tiempo son todos continuos y periódicos. El propósito de extraer los números de trama y números de intervalo de tiempo ascendentes y descendentes es permitir a la unidad BBU tener conocimiento de la relación correspondiente entre el intervalo de tiempo ascendente y el intervalo de tiempo descendente. De acuerdo con un protocolo GSM/EDGE, los datos para un número de usuarios son llevados todos por intervalos de tiempo en un puerto inalámbrico, en que cada intervalo de tiempo o cada varios intervalos de tiempo transportan datos de servicio para un usuario. El intervalo de tiempo ascendente que transporta datos de servicio para un usuario es 3 intervalos de tiempo posterior al intervalo de tiempo descendente que transporta datos de servicio para el mismo usuario. Por ejemplo, si el n-ésimo intervalo de tiempo de la m-ésima trama en una dirección descendente de un puerto inalámbrico de una estación base (la unidad RRU en la presente invención) transporta datos de servicio para el Usuario A, entonces el intervalo de tiempo ascendente recibido 3 intervalos de tiempo más tarde debe transportar datos de servicio ascendentes para el Usuario A. Con el fin de identificar y distinguir los diversos casos en los que los intervalos de tiempo ascendentes y descendentes transportan datos para los usuarios, se especifica en el protocolo GSM/EDGE que con relación al intervalo de tiempo descendente, el intervalo de tiempo ascendente (el intervalo de tiempo ocupado por los datos de servicio ascendentes para el Usuario A) recibido 3 intervalos de tiempo más tarde sigue estando representado por el n-ésimo intervalo de tiempo de la m-ésima trama. En la presente invención, los números de trama y números de intervalo de tiempo ascendentes y descendentes están todos dispuestos en la marca Tstamp, es decir, la unidad BBU envía el número de trama y el número de intervalo de tiempo del intervalo de tiempo descendente o los números de trama y números de intervalo de tiempo iniciales y finales de una pluralidad de intervalos de tiempo a la unidad RRU a través de la marca Tstamp, y la unidad RRU almacena los números de trama y números de intervalo de tiempo y transmite el intervalo de tiempo descendente desde el puerto inalámbrico. El intervalo de tiempo ascendente es recibido 3 intervalos de tiempo más tarde que el intervalo de tiempo descendente, y luego es sumada la etiqueta de sincronización ascendente, en la que el número de trama y el número de intervalo de tiempo de la marca Tstamp son el número de trama y número de intervalo de tiempo descendentes almacenados por la unidad RRU.

De acuerdo con los procesos aquí descritos, en la dirección descendente, la sincronización entre la unidad BBU y la unidad RRU es conseguida con la etiqueta de sincronización descendente, específicamente, la unidad RRU genera un reloj de sincronización tras recibir la etiqueta de sincronización descendente, y luego el reloj de sistema local de la unidad RRU es sincronizado con este reloj de sincronización, realizando con ello la sincronización entre la unidad BBU y la unidad RRU. La compensación de retardo descendente es realizada mediante un ajuste de tiempo en dos niveles, como se describe a continuación.

- (1) El ajuste de primer nivel es implementado en la unidad BBU. Como se describe en el paso 2), la unidad BBU ajusta el desplazamiento descendente ΔT_{dl} , que es calculado sobre la base del retardo de enlace de transmisión descendente entre la unidad BBU y la unidad RRU. La unidad BBU envía la etiqueta de sincronización y datos descendentes con un adelanto de ΔT_{dl} o con un retraso y compensa el retardo de enlace de transmisión. Debido a la limitación de duración de granularidad mínima de un formato de trama en un enlace de transmisión y multiplexación de portadora, puede no haber una relación múltiple entera entre el retardo de enlace de transmisión real τ y la duración de granularidad mínima κ del formato de trama del enlace de transmisión. ΔT_{dl} es definido como sigue de acuerdo con la presente invención:

$$\Delta T_{dl} = \lceil \tau / \kappa \rceil + 1 \times \kappa .$$

Esto es, el resultado de τ/κ es redondeado hacia el entero mayor (donde $\lceil \]$ representa un redondeo a la baja, y $\lceil \tau / \kappa \rceil + 1$ representa un redondeo al alza). Por lo tanto, el desplazamiento descendente ΔT_{dl} de la unidad BBU no puede compensar con precisión el retardo de enlace de transmisión descendente. La compensación de retardo de primer nivel es una compensación gruesa. Debido a que ΔT_{dl} en la fórmula anterior es mayor que el retardo real, la primera compensación de retardo en la unidad BBU es denominada también sobrecompensación.

- (2) La compensación de segundo nivel es implementada en la unidad RRU. La unidad BBU calcula la diferencia entre el retardo de enlace de transmisión descendente τ y ΔT_{dl} , es decir el desplazamiento descendente δ_{dl} de la unidad RRU, donde $\delta_{dl} = \Delta T_{dl} - \tau$. Entonces, δ_{dl} es enviado a la unidad RRU por la unidad BBU a través de un canal de señalización de capa superior. Cuando la compensación de segundo nivel es implementada, como se describe en el paso 5), la unidad RRU genera un reloj de sincronización sobre la base de la etiqueta de sincronización descendente tras un retardo de δ_{dl} .

El retardo de enlace de transmisión descendente puede ser obtenido de forma precisa a través de la compensación de retardo en dos niveles aquí descrita para conseguir sincronización entre la unidad RRU y la unidad BBU.

Una ventaja del método de acuerdo con la presente invención consiste en que usando etiquetas de tiempo como medios de sincronización de la unidad BBU y la unidad RRU, los requisitos de la unidad BBU y la unidad RRU para el reloj de enlace y formato de trama son disminuidos y pueden usarse diversos enlaces de transmisión entre la

unidad BBU y la unidad RRU del sistema GSM/EDGE, reduciendo con ello el coste del sistema. El establecimiento de un desplazamiento de compensación de retardo en dos niveles descendente es capaz de compensar de forma precisa el retardo de enlace descendente, lo que también disminuye el requisito de granularidad de datos de multiplexación de enlace.

5 Después de que ha sido compensado el retardo de enlace descendente, el reloj de sistema de la unidad RRU es sincronizado con la unidad BBU, y la transmisión descendente y la recepción ascendente en un sistema GSM/EDGE usan el reloj de sistema de la unidad RRU como referencia. De acuerdo con el protocolo 3GPP, la diferencia entre los relojes de transcepción ascendente y descendente para el mismo usuario en el sistema GSM/EDGE es de 3 intervalos de tiempo, es decir, con relación a la transmisión descendente, los datos ascendentes de este usuario pueden ser recibidos 3 intervalos de tiempo más tarde. La unidad RRU almacena un número de trama y un número de intervalo de tiempo de un intervalo de tiempo en una etiqueta de sincronización descendente, introduce el número de trama y el número de intervalo de tiempo en una etiqueta de sincronización ascendente tras un retardo de 3 intervalos de tiempo, y los envía a la unidad BBU junto con datos de un intervalo de tiempo ascendente.

15 La unidad BBU analiza la etiqueta de sincronización ascendente a través del método descrito en los pasos 7) – 8) y activa su interrupción de recepción. La unidad BBU demodula los datos recibidos y compara el número de trama y número de intervalo de tiempo ascendentes con el número de trama y número de intervalo de tiempo descendentes. La recepción ascendente puede permitir que los datos sean recibidos correctamente sin compensación de retardo de enlace ascendente en la unidad BBU y la unidad RRU.

20 La sincronización entre la unidad RRU y la unidad BBU en el enlace ascendente es conseguida a través de las etiquetas de sincronización ascendente. Además, la referencia de sincronización ascendente y descendente de sistema GSM/EDGE es realizada en la unidad RRU de tal modo que el retardo de enlace ascendente se convierte en un retardo interno de sistema. La presente invención implementa la recepción correcta de datos de banda base sin compensación de retardo ascendente activando interrupción de recepción de datos de la unidad BBU usando etiquetas de sincronización y siguiendo y comparando los números de trama y números de intervalo de tiempo.

25 El método aquí descrito puede usarse también cuando señales entre la unidad BBU y la unidad RRU son transmitidas elaborando un formato de trama. La única diferencia es que las etiquetas de sincronización ascendente y descendente no contienen la Cabecera sino la cabecera SynData y el número de trama y número de intervalo de tiempo. Adicionalmente, la unidad BBU y la unidad RRU determinan posiciones de etiquetas de sincronización buscando la cabecera SynData en enlaces y generan un reloj de sincronización de la unidad RRU, o una interrupción de recepción de la unidad BBU. Otros pasos de sincronización y compensación de retardo son iguales que los del método anteriormente descrito.

Ejemplo de aplicación específica 1

30 Supóngase que, como se muestra en la figura 1, en la interconexión en red de una unidad de banda base (BBU) y una unidad de radio remota (RRU) de un sistema GSM/EDGE, un reloj de sincronización de la unidad BBU y la unidad RRU es de 60 milisegundos (ms), la duración de unidad de multiplexación mínima de un formato de trama en un enlace TDM de alta velocidad entre la unidad BBU y la unidad RRU es de κ (microsegundos), la precisión de medición del retardo de enlace es menor de 4 nanosegundos (ns) y el retardo de enlace entre la unidad RRU1 y la unidad BBU es τ_1 (tomando como unidad microsegundos).

35 Tomando la unidad RRU1 como ejemplo, los pasos del método para sincronización y compensación de retardo de acuerdo con la presente invención serán descritos a continuación sobre la base de la interconexión en red mostrada en la figura 1 y los parámetros establecidos anteriormente descritos.

40 Paso 1: la unidad BBU calcula primero el retardo de enlace entre la unidad BBU y la unidad RRU1, que es τ_1 , para obtener desplazamientos de compensación de retardo en dos niveles ΔT_{dl} y δ_{dl} (tomando como unidad microsegundos) de la unidad BBU y la unidad RRU1, respectivamente:

45

$$\Delta T_{dl} = (\lceil \tau_1 / \kappa \rceil + 1) \times \kappa \qquad \delta_{dl} = (\Delta T_{dl} - \tau_1)$$

Paso 2: la sincronización y la compensación de retardo en una dirección descendente son completados.

50 1) En una dirección descendente, la unidad BBU inserta una etiqueta de sincronización descendente y datos descendentes en un enlace con un adelanto de ΔT_{dl} con relación a un reloj de sincronización local de 60 ms.

La etiqueta de sincronización, que contiene Dirección, Tipo, Longitud, SynData compuesta de caracteres especiales fijos, un número de trama y un número de intervalo de tiempo de un intervalo de tiempo dentro de 60 ms, e información CRC, es enviada cada 60 ms. El número de trama y número de intervalo de tiempo

representan un número de trama y número de intervalo de tiempo iniciales y finales de cada intervalo de tiempo transmitidos entre dos etiquetas de sincronización continuas.

- 2) La unidad BBU envía δ_{dl} a la unidad RRU1 a través de un canal de señalización de capa superior, tal como el canal de señalización HDLC o el canal de señalización Ethernet en el protocolo CPRI.
- 3) La unidad RRU1 recibe datos enviados por la unidad BBU sobre la base de la Dirección y Tipo de un paquete, y extrae y compara la cabecera SynData compuesta de caracteres especiales fijos. La unidad RRU1 genera un reloj de sincronización de 60 ms con un retraso de δ_{dl} respecto al tiempo en el que es recibido el último bit de la cabecera SynData en la etiqueta de sincronización descendente, y luego sincroniza su reloj de sistema local (52 MHz) con 60 ms para realizar sincronización de la unidad RRU1 y la unidad BBU.

Paso 3: la sincronización y el retardo de compensación en una dirección ascendente son completados.

- 4) La unidad RRU1 analiza el número de trama y número de intervalo de tiempo descendentes y los almacena.
- 5) La unidad RRU1 genera todos los relojes transmitidos y recibidos por sistema GSM/EDGE sobre la base del reloj local de 60 ms, y luego transmite todos los intervalos de tiempo en orden. De acuerdo con especificaciones en el protocolo, el reloj de recepción ascendente en un puerto inalámbrico de la unidad RRU1 tiene un retraso de tres intervalos de tiempo respecto a los relojes de transmisión descendentes. La unidad RRU1 inserta la etiqueta de sincronización ascendente en un enlace ascendente tras recibir datos sobre intervalos de tiempo ascendentes.

La etiqueta de sincronización ascendente contiene Dirección, Tipo, Longitud, SynData compuesta de caracteres especiales fijos, un número de trama y un número de intervalo de tiempo, e información CRC, y es enviada cada 60 ms. El número de trama y número de intervalo de tiempo son el número de trama y número de intervalo de tiempo de la etiqueta de sincronización descendente almacenada por la unidad RRU1. La etiqueta de sincronización ascendente es enviada cada 60 ms.

- 6) La unidad BBU recibe la etiqueta de sincronización ascendente sobre la base de la Dirección y Tipo del paquete, extrae y compara la cabecera SynData compuesta de caracteres especiales fijos, y activa la interrupción indicando que la unidad BBU empieza a recibir los datos ascendentes. El intervalo de la interrupción es 15/26 ms.
- 7) La unidad de banda base recibe datos sobre la base de la interrupción y compara el número de trama y número de intervalo de tiempo ascendentes con el número de trama y número de intervalo de tiempo descendentes para determinar si son consistentes.

La unidad RRU1 realiza sincronización y compensación de retardo entre la unidad de banda base y la unidad de radio remota de sistema GSM/EDGE por el método aquí descrito.

Otras unidades RRU funcionan de modo similar, excepto las unidades RRU en cascada. Por ejemplo, el retardo de enlace descendente de la unidad RRU2 es $\tau_1 + \tau_{r1} + \tau_2$, donde τ_{r1} es el retardo de procesamiento de la unidad RRU1 y τ_2 es el retardo de enlace entre la unidad RRU1 y RRU2. Todas las unidades RRU son sincronizadas con la unidad BBU y los retardos de estas unidades RRU respecto al puerto inalámbrico son iguales. De este modo, la unidad RRU1 es sincronizada con la unidad RRU2 en la célula 1, y la célula 1 es sincronizada igualmente con la célula 2.

Aplicabilidad industrial

Un método para sincronización y compensación de retardo entre un sistema de banda base y un sistema de radiofrecuencia de acuerdo con la presente invención se aplica a sincronización y compensación de retardo entre el sistema de banda base y el sistema de radiofrecuencia del Sistema Global para las Comunicaciones Móviles (GSM)/Velocidad de Datos Mejorada para la Evolución de GSM (EDGE). Sobre la base de un enlace de alta velocidad entre una unidad de banda base (BBU) y una unidad de radio remota (RRU), la sincronización es realizada entre la unidad BBU y la unidad RRU mediante etiquetas de tiempo ascendentes y descendentes. La presente invención implementa sincronización y compensación de retardo precisa entre el sistema de banda base y el sistema de radiofrecuencia de modo que las señales entre la unidad de banda base y la unidad de radio remota de sistema GSM/EDGE pueden adaptarse a protocolos de transmisión diferentes. El método se aplica también a transmisión de datos en un formato de trama fijo.

REIVINDICACIONES

1. Un método para sincronización y compensación de retardo entre un sistema de banda base y un sistema de radiofrecuencia, para conseguir sincronización y compensación de retardo entre una unidad de banda base y una pluralidad de unidades de radio remotas que se conectan a ella, caracterizado por los siguientes pasos de:
- 5 A. almacenar, por parte de la unidad de radio remota sincronizada en sentido descendente con la unidad de banda base, un número de trama y número de intervalo de tiempo descendentes y transmitir datos descendentes tras recibir los datos descendentes, recibir datos ascendentes e introducir el número de trama y número de intervalo de tiempo almacenados en una etiqueta de sincronización ascendente tras un retardo de 3 intervalos de tiempo de sistema sobre la base de un reloj de sistema sincronizado, y enviar la etiqueta de sincronización ascendente y los datos ascendentes a la unidad de banda base a través de un enlace ascendente;
- 10 B. adquirir, por parte de la unidad de banda base, la etiqueta de sincronización ascendente, extraer de ella y comparar una cabecera de sincronización de datos, tras verificar que la etiqueta de sincronización ascendente es válida, extraer información del número de trama y número de intervalo de tiempo, y generar una interrupción sobre la base del tiempo de llegada de la cabecera de sincronización de datos en la etiqueta de sincronización ascendente, recibir los datos ascendentes sobre la base de la interrupción y comparar un número de trama y número de intervalo de tiempo ascendentes con el número de trama y número de intervalo de tiempo descendentes.
- 15
- 20
2. El método según la reivindicación 1, que comprende además los pasos siguientes de:
- 25 C. calcular, por parte de la unidad de banda base, un desplazamiento descendente ΔT_{dl} de la unidad de banda base y un desplazamiento descendente δ_{dl} de la unidad de radio remota, con un reloj de punto de referencia unificado como referencia y ΔT_{dl} como desplazamiento, insertar una etiqueta de sincronización descendente en un enlace de datos descendente y enviar la etiqueta de sincronización descendente y datos descendentes a la unidad de radio remota con un adelanto de ΔT_{dl} o con un retardo de $T_{syn} - \Delta T_{dl}$, y enviar δ_{dl} a la unidad de radio remota a través de un canal de señalización de capa superior, en que T_{syn} es un periodo de reloj de sincronización del sistema;
- 30 D. extraer y recuperar, por parte de la unidad de radio remota, un reloj de enlace entre la unidad de banda base y la unidad de radio remota, adquirir la etiqueta de sincronización descendente y el desplazamiento descendente δ_{dl} de la unidad de radio remota, posponer la activación de un reloj de sincronización un tiempo δ_{dl} tras leer el último bit de una cabecera de sincronización de datos en la etiqueta de sincronización descendente sobre la base del reloj de enlace adquirido, para sincronizar un reloj de sistema local con el reloj de sincronización generado.
- 35
3. El método según la reivindicación 2, en que el paso C se divide además en:
- 40 C1. calcular, por parte de la unidad de banda base, un retardo de enlace descendente τ entre la unidad de banda base y la unidad de radio remota en un enlace descendente y dividir el retardo entre el desplazamiento descendente ΔT_{dl} de la unidad de banda base y el desplazamiento descendente δ_{dl} de la unidad de radio remota, en que $\Delta T_{dl} = (|\tau/\kappa| + 1) \times \kappa$, $\delta_{dl} = \Delta T_{dl} - \tau$, y κ es una duración de granularidad mínima de un formato de trama de un enlace de transmisión;
- 45 C2. insertar, por parte de la unidad de banda base, la etiqueta de sincronización descendente en el enlace de datos descendente entre la unidad de banda base y la unidad de radio remota usando el reloj de punto de referencia unificado como referencia, en que el desplazamiento entre la etiqueta de sincronización descendente y el reloj de punto de referencia es ΔT_{dl} , y enviar la etiqueta de sincronización descendente y los datos descendentes con un adelanto de ΔT_{dl} o con un retraso de $T_{syn} - \Delta T_{dl}$, en que T_{syn} es el periodo de reloj de sincronización del sistema; y
- 50 C3. enviar, por parte de la unidad de banda base, δ_{dl} a la unidad de radio remota a través del canal de señalización de capa superior.
4. El método según la reivindicación 3, en que la etiqueta de sincronización descendente contiene una cabecera de paquete de datos, carga útil de datos y verificación CRC, y en que:
- 55 la carga útil de datos comprende una cabecera de sincronización de datos que es un byte especial fijo;
- la verificación CRC es una comprobación del contenido del paquete de datos; y
- la cabecera de paquete de datos contiene:
- una dirección, que comprende una dirección de fuente que es una dirección de la unidad de banda base y una dirección de destino que es una dirección de la unidad de radio remota;
- 60 un tipo de datos, que representa un tipo de datos en el paquete de datos, en que el tipo de datos en la etiqueta de sincronización descendente es paquete de sincronización;
- una marca de tiempo, cuyo valor está asociado al tipo de datos, que representa un número de trama inicial y final y un número de intervalo de tiempo de un intervalo de tiempo descendente entre dos etiquetas de sincronización consecutivas si el tipo de datos es paquete de sincronización; y
- una longitud de datos, que representa información de una longitud de los datos.

5. El método según la reivindicación 4, en que el paso D se divide además en:
- 5 D1. extraer y recuperar, por parte de la unidad de radio remota, el reloj de enlace entre la unidad de banda base y la unidad de radio remota, encontrar etiquetas de datos de sincronización que pertenecen a la unidad de radio remota sobre la base de información de la dirección y tipo de datos contenida en la cabecera de paquete de datos, luego leer y comparar la cabecera de sincronización de datos, y extraer información del número de trama y del número de intervalo de tiempo en la marca de tiempo;
- 10 D2. generar, por parte de la unidad de radio remota, el reloj de sincronización sobre la base de la cabecera de sincronización de datos en la etiqueta de sincronización descendente, el reloj de enlace y el desplazamiento descendente δdl de la unidad de radio remota, es decir, posponer la activación del reloj de sincronización un tiempo δdl tras leer el último bit de la cabecera de sincronización de datos sobre la base del reloj de enlace; y
- 15 D3. sincronizar, por parte de la unidad de radio remota, el reloj de sistema local con el reloj de sincronización generado para conseguir sincronización de reloj entre la unidad de radio remota y la unidad de banda base.
6. El método según la reivindicación 2, en que el paso A se divide además en:
- 20 A1. almacenar, por parte de la unidad de radio remota, el número de trama y el número de intervalo de tiempo de los datos descendentes y transmitir los datos a través de un puerto de antena;
- A2. recibir, por parte de la unidad de radio remota, los datos ascendentes y generar la etiqueta de sincronización ascendente tras un retardo de 3 intervalos de tiempo de sistema sobre la base del reloj de sistema sincronizado con la unidad de banda base; y
- 25 A3. enviar, por parte de la unidad de radio remota, la etiqueta de sincronización ascendente y los datos ascendentes a la unidad de banda base a través del enlace ascendente.
7. El método según la reivindicación 2, en que la etiqueta de sincronización ascendente contiene una cabecera de paquete de datos, carga útil de datos y verificación CRC, y en que:
- 30 la carga útil de datos comprende una cabecera de sincronización de datos que es un byte especial fijo; la verificación CRC es una comprobación del contenido del paquete de datos; y la cabecera de paquete de datos contiene:
- 35 una dirección, que comprende una dirección de fuente que es una dirección de la unidad de radio remota y una dirección de destino que es una dirección de la unidad de banda base;
- un tipo de datos, que representa un tipo de datos en el paquete de datos, en que el tipo de datos en la etiqueta de sincronización ascendente es paquete de sincronización;
- 40 una marca de tiempo, cuyo valor está asociado al tipo de datos, que representa un número de trama inicial y final y un número de intervalo de tiempo de un intervalo de tiempo ascendente entre dos etiquetas de sincronización consecutivas si el tipo de datos es paquete de sincronización; y una longitud de datos, que representa información de una longitud de los datos.
8. El método según la reivindicación 1 ó 6, en que en el paso B, el paso de comparar la cabecera de sincronización de datos es específicamente:
- 45 B1. adquirir, por parte de la unidad de banda base, la etiqueta de sincronización ascendente y extraer de ella y comparar la cabecera de sincronización de datos; y
- B2. comparar, por parte de la unidad de banda base, la cabecera de sincronización de datos extraída con una cabecera de sincronización de datos almacenada en la unidad de banda base, y en caso de consistencia, confirmar la validez de la etiqueta de sincronización; en otro caso, continuar buscando etiquetas de sincronización ascendentes y comparar las cabeceras de sincronización de datos ascendentes, y notificar una alerta si no se encuentra ninguna etiqueta de sincronización válida dentro de un periodo de tiempo predeterminado.
- 50 9. El método según la reivindicación 1, en que la etiqueta de sincronización ascendente contiene una cabecera de paquete de datos, carga útil de datos y verificación CRC, y en que:
- 55 la carga útil de datos comprende una cabecera de sincronización de datos que es un byte especial fijo; la verificación CRC es una comprobación del contenido del paquete de datos; y la cabecera de paquete de datos contiene:
- 60 una dirección, que comprende una dirección de fuente que es una dirección de la unidad de radio remota y una dirección de destino que es una dirección de la unidad de banda base;
- un tipo de datos, que representa un tipo de datos en el paquete de datos, en que el tipo de datos en la etiqueta de sincronización ascendente es paquete de sincronización;
- una marca de tiempo, cuyo valor está asociado al tipo de datos, que representa un número de trama inicial y final y un número de intervalo de tiempo de un intervalo de tiempo ascendente entre dos etiquetas de sincronización consecutivas si el tipo de datos es paquete de sincronización; y una longitud de datos, que representa información de una longitud de los datos.

10. El método según la reivindicación 9, en que en el paso B, el paso de comparar la cabecera de sincronización de datos es específicamente:

B1. adquirir, por parte de la unidad de banda base, la etiqueta de sincronización ascendente y extraer de ella y comparar la cabecera de sincronización de datos; y

5 B2. comparar, por parte de la unidad de banda base, la cabecera de sincronización de datos extraída con una cabecera de sincronización de datos almacenada en la unidad de banda base, y en caso de consistencia, confirmar la validez de la etiqueta de sincronización; en otro caso, continuar buscando etiquetas de sincronización ascendentes y comparar las cabeceras de sincronización de datos ascendentes, y notificar una alerta si no se encuentra ninguna etiqueta de sincronización válida dentro de
10 un periodo de tiempo predeterminado.

11. El método según la reivindicación 9, en que si son transmitidas señales entre la unidad de banda base y la unidad de radio remota elaborando un formato de trama, la etiqueta de sincronización ascendente sólo contiene la cabecera de sincronización de datos SynData y el número de trama y número de intervalo de tiempo, la unidad de
15 banda base y la unidad de radio remota determinan posiciones de etiquetas de sincronización buscando la cabecera SynData en el enlace, y generan el reloj de sincronización de la unidad de radio remota o una interrupción de recepción de la unidad de banda base.

20

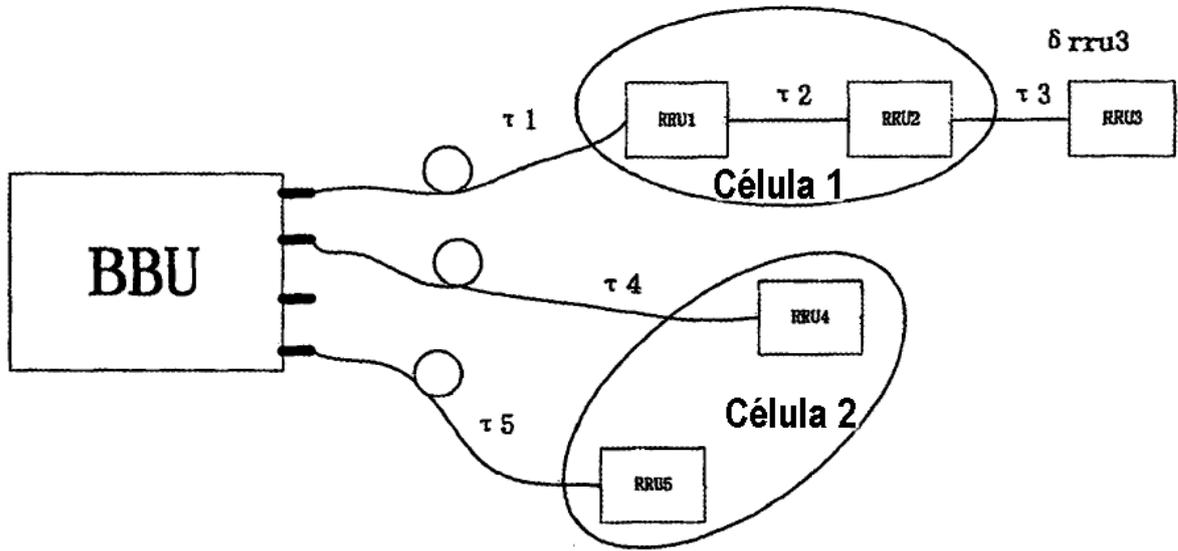


FIG. 1

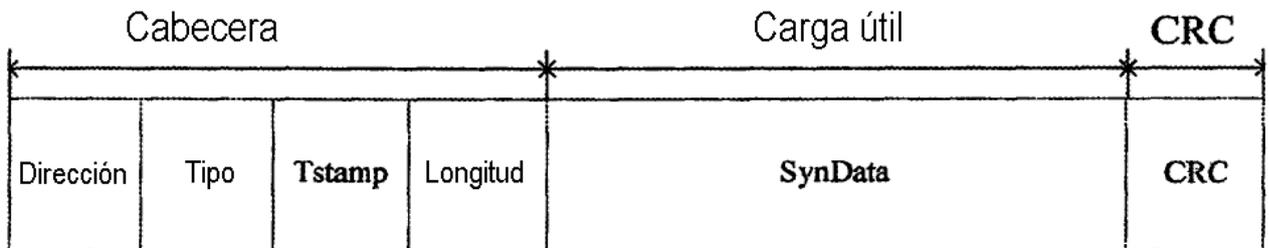


FIG. 2