

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 657 789**

51 Int. Cl.:

H04L 1/00 (2006.01)

H04L 25/14 (2006.01)

H04L 12/20 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **22.10.2014 PCT/CN2014/089206**

87 Fecha y número de publicación internacional: **30.04.2015 WO15058696**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **22.10.2014 E 14855244 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **13.12.2017 EP 3032778**

54 Título: **Método y aparato de transmisión de datos**

30 Prioridad:

23.10.2013 CN 201310505080

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
06.03.2018

73 Titular/es:

**HUAWEI TECHNOLOGIES CO., LTD. (100.0%)
Huawei Administration Building, Bantian
Longgang District
Shenzhen, Guangdong 518129, CN**

72 Inventor/es:

**HU, XING;
HU, YU;
SHAN, SHUCHANG y
LI, XIAOWEI**

74 Agente/Representante:

LEHMANN NOVO, María Isabel

ES 2 657 789 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

Método y aparato de transmisión de datos

CAMPO TÉCNICO

5 La presente invención se refiere al campo de las comunicaciones y, en particular, a un método y aparato de transmisión de datos.

ANTECEDENTES

10 Un bus es una ruta pública para transmitir información entre los componentes funcionales de un ordenador y es un paquete de transmisión que incluye un cable conductor. En base a la categoría de información transmitida por el ordenador, los buses del ordenador pueden clasificarse en un bus de datos, un bus de direcciones y un bus de control, que se usan respectivamente para transmitir datos, direcciones de datos y señales de control. Un bus es una estructura interna y es una ruta pública para que la CPU, la memoria, el dispositivo de entrada y el dispositivo de salida transfieran información; diversos componentes de un huésped están conectados por el bus, y un dispositivo externo se conecta además al bus utilizando un circuito de interfaz correspondiente, formando así un sistema de hardware informático.

15 El tamaño del ancho de banda de un bus afecta a la calidad del servicio del sistema, y una disminución del ancho de banda del bus puede causar la degradación del rendimiento de un sistema. Debido a que el bus es una ruta de conexión de componentes de un huésped, una vez que ocurre un fallo físico (un punto de interrupción), puede producirse un fallo catastrófico en el sistema. Para evitar la aparición de un incidente de este tipo, se requiere un diseño de fiabilidad en el bus.

20 Una tecnología de bus HyperTransport (HT) es una tecnología de conexión punto a punto que distingue cuatro capas, es decir, capa física, capa de enlace de datos, capa de protocolo y capa de transacción. El diseño de fiabilidad de la tecnología de bus HT es principalmente añadiendo un código de verificación de redundancia cíclica de capa de enlace de datos y realizando una verificación de la capa de enlace de datos. Una cantidad de rutas en la tecnología de bus HT puede tener las siguientes opciones: 32, 16, 8, 4 y 2. Cuando se produce un error grave en una ruta de bus, se puede lograr el funcionamiento correcto de un sistema al configurar manualmente el ancho de banda. Este método necesita el diagnóstico y la intervención humana, y no tiene una función de diagnóstico y procesamiento automatizados. Entonces, aunque ajustar el ancho de banda puede hacer que un dispositivo funcione normalmente, no se puede seleccionar dinámicamente una ruta de transmisión de datos en el método; si se produce un fallo grave en una ruta de transmisión de datos que se esté utilizando, el sistema no puede seguir funcionando correctamente.

25 En la técnica anterior se propone una tecnología de auto-reparación del bus, en donde una ruta física puede configurarse dinámicamente sin necesidad de intervención humana, de modo que el ancho de banda completo de una línea física disminuye a 1/2 del original, a fin de resolver el problema de que se produzca un fallo físico en una ruta del bus.

35 En la aplicación real de la transmisión de datos, ya que es necesario garantizar que un volumen de datos de una unidad de mensaje en la capa de enlace de datos sea un múltiplo entero de una cantidad de rutas de transmisión de datos, cuando se produce un fallo en una ruta única de un bus, si se utiliza dicha tecnología de auto-reparación del bus, el trabajo de modificación de la ruta de transmisión de datos aumentará en múltiplos, de modo que el ancho de banda al menos disminuye a la mitad del original, lo que afecta gravemente al rendimiento del sistema y desperdicia una gran cantidad de rutas disponibles.

40 El documento US 2005/204193 A1 describe un aparato que incluye un detector de errores de transmisión para detectar un error de una transmisión de una interconexión, un agente transmisor para reintentar la transmisión en respuesta al error detectado, un detector de fallos graves para detectar un fallo grave de una interconexión si el reintento no tiene éxito y un reductor de la anchura de transmisión para reducir la anchura de transmisión de la interconexión en respuesta al detector de fallos graves.

45 El documento EP 2 288 069 A1 describe un método de transmisión de datos, la línea de señales entre un lado de transmisión y un lado de recepción comprende una línea de señales del lado A y una línea de señales del lado B. Si se detecta con error una línea de señales del lado (línea de señales del lado A o línea de señales del lado B) y se realiza un control de degeneración, se usa otra línea de señales del lado (línea de señales del lado B o línea de señales del lado A) para transmitir datos, y la línea de señales degenerada (línea de señales del lado A o línea de señales del lado B) se usa para transmitir los datos ECC para los datos de transmisión a transmitir.

SUMARIO

Realizaciones de la presente invención proporcionan un método de transmisión de datos, que se usa para: cuando una ruta de transmisión de ancho de banda completo es defectuosa, ajustar de forma adaptativa una forma de transmisión de unidad de datos de acuerdo con una condición de rutas de transmisión de ancho de banda completo.

5 Un método de transmisión de datos proporcionado en un primer aspecto de una realización de la presente invención incluye:

detectar rutas de transmisión de ancho de banda completo de un bus, en donde las rutas de transmisión de ancho de banda completo incluyen: N rutas de transmisión de datos y M rutas de verificación de redundancia; las rutas de transmisión de datos se usan para transmitir una unidad de datos, y las rutas de verificación de redundancia se usan para realizar la verificación de la capa de enlace de datos para la transmisión de la unidad de datos; N y M son ambos números naturales mayores que 0, y la unidad de datos es un bloque de datos que tiene un volumen de datos específico; y

10 seleccionar N rutas de transmisión de ancho de banda completo a partir de rutas de transmisión de ancho de banda completo que no son defectuosas para transmitir la unidad de datos, si se produce un fallo en las rutas de transmisión de ancho de banda completo y una cantidad de rutas de transmisión de ancho de banda completo defectuosas es menor que o igual a M; o

15 si se produce un fallo en las rutas de transmisión de ancho de banda completo y una cantidad de rutas de transmisión de ancho de banda defectuosas es mayor que M, reconfigurar un tamaño de la unidad de datos de acuerdo con una cantidad de rutas de transmisión de ancho de banda completo que no son defectuosas y una cantidad de ráfaga objetivo, de modo que el volumen de datos de la unidad de datos es un múltiplo entero de la cantidad de rutas de transmisión de ancho de banda completo que no son defectuosas, en donde la cantidad de ráfaga objetivo es una cantidad requerida de transmisión a lo largo de las rutas de transmisión de ancho de banda completo para completar la transmisión de una unidad de datos y transmitir la unidad de datos reconfigurados a lo largo de las rutas de transmisión de ancho de banda completo que no son defectuosas.

20 En una primera forma de implementación posible del primer aspecto, antes de seleccionar N rutas de transmisión de ancho de banda completo a partir de rutas de transmisión de ancho de banda completo que no son defectuosas para transmitir la unidad de datos, si se produce un fallo en las rutas de transmisión de ancho de banda completo y una cantidad de rutas de transmisión de ancho de banda completo defectuosas es menor que o igual a M, el método incluye:

25 deshabilitar una función de verificación de capa de enlace de datos de las rutas de verificación de redundancia, y establecer una función de verificación de capa de transporte para la transmisión de la unidad de datos.

Con referencia a la primera forma de implementación posible del primer aspecto, en una segunda forma de implementación posible del primer aspecto, la configuración de una función de verificación de la capa de transporte para la transmisión de la unidad de datos incluye:

30 encapsular la unidad de datos, añadir un número de secuencia a un paquete de la unidad de datos y añadir un indicador de código de verificación de redundancia cíclica al paquete de la unidad de datos; y cuando la cantidad de rutas de transmisión de ancho de banda completo defectuosas es menor que o igual a M, configurar el indicador de código de verificación de redundancia cíclica para el habilitamiento.

35 En una tercera posible forma de implementación del primer aspecto, antes de seleccionar N rutas de transmisión de ancho de banda completo a partir de rutas de transmisión de ancho de banda completo que no son defectuosas para transmitir la unidad de datos, si se produce un fallo en las rutas de transmisión de ancho de banda completo y una cantidad de rutas de transmisión de ancho de banda completo defectuosas es menor que M, el método incluye:

40 cambiar un código de verificación de redundancia cíclica de 12 bits original a un código de verificación de redundancia cíclica de 8 bits y verificar la capa de enlace de datos en K rutas de transmisión de ancho de banda completo que no son defectuosas utilizando el código de verificación de redundancia cíclica de 8 bits, en que las K rutas de transmisión de ancho de banda completo que no son defectuosas son rutas de transmisión de ancho de banda completo que no son defectuosas y quedan después de que se seleccionen N rutas de transmisión de ancho de banda completo, y K es un número entero mayor que 0.

45 En una cuarta forma de implementación posible del primer aspecto, la reconfiguración del volumen de datos de la unidad de datos de acuerdo con una cantidad de rutas de transmisión de ancho de banda completo que no son defectuosas y una cantidad de ráfaga objetivo, de modo que el volumen de datos de la unidad de datos es un múltiplo entero de la cantidad de rutas de transmisión de ancho de banda completo que no son defectuosas incluye específicamente:

50 reconfigurar un volumen de datos total de una única unidad de datos y adquirir la cantidad de ráfaga objetivo para la transmisión de la unidad de datos reconfigurada, en que la cantidad de ráfaga objetivo es una suma de una cantidad de ráfaga de datos y una cantidad de ráfaga de código de verificación, la cantidad de ráfaga de código de verificación es una cantidad requerida de transmisión a lo largo de las rutas de transmisión de ancho de banda completo para completar la transmisión de un código de verificación correspondiente a una unidad de datos, y la cantidad de ráfagas de datos es una cantidad requerida de transmisión a lo largo de las rutas de transmisión de ancho de banda completo para completar la transmisión de datos correspondientes a una unidad de datos; y

multiplicar la cantidad de ráfaga objetivo y la cantidad de rutas de transmisión de ancho de banda completo que no son defectuosas para obtener el volumen total de datos reconfigurado de la unidad de datos, en que un bit del volumen de datos de la unidad de datos es transmitido cada vez a lo largo de una de las rutas de transmisión de ancho de banda completo.

- 5 Con referencia a la cuarta forma de implementación posible del primer aspecto, en una quinta forma de implementación posible del primer aspecto, la adquisición de la cantidad de ráfaga objetivo para la transmisión de la unidad de datos es específicamente:

10 redondear un cociente obtenido al dividir un volumen de datos de un código de verificación por la cantidad de rutas de transmisión de ancho de banda completo que no son defectuosas, y multiplicar el resultado obtenido al redondear el cociente por una cantidad de ráfaga base, con el fin de obtener la cantidad de ráfaga objetivo, en que la cantidad de ráfaga base se establece de acuerdo con un patrón de diseño del bus.

Un aparato de transmisión de datos proporcionado en un segundo aspecto de una realización de la presente invención incluye: una unidad de detección, una unidad de configuración, una primera unidad de transmisión y una segunda unidad de transmisión; en que

15 la unidad de verificación está configurada para verificar rutas de transmisión de ancho de banda completo de un bus, en que las rutas de transmisión de ancho de banda completo incluyen: N rutas de transmisión de datos y M rutas de verificación de redundancia; las rutas de transmisión de datos se usan para transmitir una unidad de datos, y las rutas de verificación de redundancia se usan para realizar la verificación de la capa de enlace de datos para la transmisión de la unidad de datos; N y M son ambos números naturales mayores que 0, y la unidad de datos es un bloque de datos que tiene un volumen de datos específico; y disparar la primera unidad de transmisión si se produce un fallo en las rutas de transmisión de ancho de banda completo y una cantidad de rutas de transmisión de ancho de banda completo defectuosas es menor que o igual a M; o disparar la unidad de configuración si se produce un fallo en las rutas de transmisión de ancho de banda completo y una cantidad de rutas de transmisión de ancho de banda completo defectuosas es mayor que M;

25 la primera unidad de transmisión está configurada para seleccionar N rutas de transmisión de ancho de banda completo a partir de rutas de transmisión de ancho de banda completo que no son defectuosas para transmitir la unidad de datos;

30 la unidad de configuración reconfigura un tamaño de la unidad de datos de acuerdo con una cantidad de rutas de transmisión de ancho de banda completo que no son defectuosas y una cantidad de ráfaga objetivo, de modo que el volumen de datos de la unidad de datos sea un múltiplo entero de la cantidad de rutas de transmisión de ancho de banda completo que no son defectuosas, en que la cantidad de ráfaga objetivo es una cantidad requerida de tiempos de transmisión a lo largo de las rutas de transmisión de ancho de banda completo para completar la transmisión de una unidad de datos; y después de que se complete la reconfiguración de la unidad de datos, dispara la segunda unidad de transmisión; y

35 la segunda unidad de transmisión está configurada para transmitir la unidad de datos reconfigurada a lo largo de las rutas de transmisión de ancho de banda completo que no son defectuosas.

En una primera forma de implementación posible del segundo aspecto, la primera unidad de transmisión está configurada además para:

40 si se produce un fallo en las rutas de transmisión de ancho de banda completo y una cantidad de rutas de transmisión de ancho de banda completo defectuosas es menor que o igual a M, antes de seleccionar N rutas de transmisión de ancho de banda completo a partir de rutas de transmisión de ancho de banda completo que no son defectuosas para transmitir la unidad de datos, deshabilitar una función de verificación de capa de enlace de datos de las rutas de verificación de redundancia, y establecer una función de verificación de capa de transporte para la transmisión de la unidad de datos.

- 45 Con referencia a la primera forma de implementación posible del segundo aspecto, en una segunda forma de implementación posible del segundo aspecto, el aparato de transmisión de datos incluye, además:

50 una unidad encapsuladora de datos, configurada para encapsular la unidad de datos, añadir un número de secuencia a un paquete de la unidad de datos, y añadir un indicador de código de verificación de redundancia cíclica al paquete de la unidad de datos; y cuando la cantidad de rutas de transmisión de ancho de banda completo defectuosas es menor que o igual a M, configurar el indicador de código de verificación de redundancia cíclica para el habilitamiento.

55 En una tercera forma de implementación posible del segundo aspecto, la primera unidad de transmisión está configurada adicionalmente para: si se produce un fallo en las rutas de transmisión de ancho de banda completo y una cantidad de rutas de transmisión de ancho de banda completo defectuosas es menor que M, antes de seleccionar N rutas de transmisión de ancho de banda completo a partir de rutas de transmisión de ancho de banda completo que no son defectuosas para transmitir la unidad de datos, cambiar un código de verificación de redundancia cíclica original de 12 bits por un código de verificación de redundancia cíclica de 8 bits y realizar la verificación de la capa de enlace de datos en K rutas de transmisión de ancho de banda completo que no son defectuosas utilizando el código de verificación de redundancia cíclica de 8 bits, en que las K rutas de transmisión de

ancho de banda completo que no son defectuosas son rutas de transmisión de ancho de banda completo que no son defectuosas y quedan después de seleccionar las N rutas de transmisión de ancho de banda completo, y K es un número entero mayor que 0.

5 En una cuarta forma de implementación posible del segundo aspecto, la unidad de configuración está configurada específicamente para:

10 reconfigurar un volumen de datos total de una unidad de datos única y adquirir la cantidad de ráfaga objetivo para la transmisión de la unidad de datos reconfigurada, en que la cantidad de ráfaga objetivo es una suma de una cantidad de ráfaga de datos y una cantidad de ráfaga de código de verificación, la cantidad de ráfaga de código de verificación es una cantidad requerida de transmisión a lo largo de las rutas de transmisión de ancho de banda completo para completar la transmisión de un código de verificación correspondiente a una unidad de datos, y la cantidad de ráfagas de datos es una cantidad requerida de transmisión a lo largo de las rutas de transmisión de ancho de banda completo para completar la transmisión de datos correspondientes a una unidad de datos; y

15 multiplicar la cantidad de ráfaga objetivo y la cantidad de rutas de transmisión de ancho de banda completo que no son defectuosas para obtener el volumen total de datos reconfigurado de la unidad de datos, en que un bit del volumen de datos de la unidad de datos es transmitido cada vez a lo largo de una de las rutas de transmisión de ancho de banda completo.

Con referencia a la cuarta forma de implementación posible del segundo aspecto, en una quinta forma de implementación posible del segundo aspecto, la unidad de configuración está configurada específicamente para:

20 redondear un cociente obtenido al dividir un volumen de datos de un código de verificación por la cantidad de rutas de transmisión de ancho de banda completo que no son defectuosas, y multiplicar el resultado obtenido al redondear el cociente por una cantidad de ráfaga base, con el fin de obtener la cantidad de ráfaga objetivo, en que la cantidad de ráfaga base se establece de acuerdo con un patrón de diseño del bus.

Se puede deducir de las soluciones técnicas anteriores que las realizaciones de la presente invención tienen las siguientes ventajas:

25 Las rutas de transmisión de ancho de banda completo en las realizaciones de la presente invención pueden incluir rutas de transmisión de datos y rutas de verificación de redundancia, en que las rutas de transmisión de datos se usan para transmitir una unidad de datos, y las rutas de verificación de redundancia se usan para realizar la verificación de capa de enlace de datos para la transmisión de la unidad de datos; cuando se detecta que se produce un fallo en las rutas de transmisión de ancho de banda completo, si una cantidad de rutas de transmisión de ancho de banda defectuoso es menor que o igual a una cantidad de rutas de verificación de redundancia, una función de verificación de capa de enlace de datos de las rutas de verificación de redundancia puede deshabilitarse, y las rutas de transmisión de ancho de banda completo, cuya cantidad es igual a una cantidad de rutas de transmisión de datos originales, se seleccionan a partir de rutas de transmisión de ancho de banda completo que no son defectuosas para transmitir la unidad de datos; y si se produce un fallo en las rutas de verificación de redundancia, la unidad de datos se reconfigura de modo que un volumen de datos de la unidad de datos es un múltiplo entero de una cantidad de rutas de transmisión de ancho de banda completo que no son defectuosas, evitando con ello una caída drástica del ancho de banda debido a la adaptación a un volumen de datos de una unidad de capa de enlace de datos, de modo que se puedan usar de manera efectiva fuentes de ancho de banda.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

40 Para describir las soluciones técnicas en las realizaciones de la presente invención más claramente, lo siguiente presenta brevemente los dibujos adjuntos requeridos para describir las realizaciones. Aparentemente, los dibujos que se acompañan en la siguiente descripción muestran meramente algunas realizaciones de la presente invención, y una persona medianamente de experiencia ordinaria en la técnica todavía puede derivar otros dibujos de estos dibujos adjuntos sin esfuerzos creativos.

45 La FIG. 1 es un diagrama esquemático de una arquitectura de bus para la transmisión de datos de acuerdo con una realización de la presente invención;

la FIG. 2 es un diagrama de flujo esquemático de un método de transmisión de datos de acuerdo con una realización de la presente invención;

50 la FIG. 3 es otro diagrama de flujo esquemático de un método de transmisión de datos de acuerdo con una realización de la presente invención;

la FIG. 4 es un diagrama esquemático de una arquitectura de protocolo y lógica de control de un bus de acuerdo con una realización de la presente invención;

la FIG. 5 es un diagrama esquemático de una estructura de datos de acuerdo con una realización de la presente invención;

la FIG. 6 es un diagrama esquemático de una estructura lógica de un aparato de transmisión de datos de acuerdo con una realización de la presente invención; y

la FIG. 7 es un diagrama estructural esquemático de un dispositivo de ordenador basado en un método de transmisión de datos de acuerdo con una realización de la presente invención.

5 DESCRIPCIÓN DE REALIZACIONES

Realizaciones de la presente invención proporcionan un método de transmisión de datos, que se usa para: cuando una ruta de transmisión de ancho de banda completo es defectuosa, ajustar de forma adaptativa una forma de transmisión de unidad de datos de acuerdo con una condición de rutas de transmisión de ancho de banda completo.

10 A continuación se describe brevemente una arquitectura de sistema aplicada en el método de transmisión de datos en las realizaciones de la presente invención, y se describe un módulo de protocolo y un módulo de control en un extremo transmisor (módulo fuente) y un módulo de protocolo y un módulo de control en un extremo receptor (módulo objetivo), respectivamente.

I. Módulo de protocolo en un extremo transmisor

15 Un protocolo de tolerancia a errores está diseñado principalmente de acuerdo con las capas de transmisión (incluyendo una capa física, una capa de enlace de datos, una capa de transporte y una capa de transacción), para garantizar un proceso de transmisión de alta eficiencia y sin errores. Además, cuando se produce un error en un proceso de transmisión, se requiere una capacidad de auto-reparación y se garantiza un funcionamiento normal de un sistema mediante la reducción del ancho de banda o la capacidad de tolerancia a errores.

20 El protocolo de tolerancia a errores en las realizaciones de la presente invención es un protocolo diseñado principalmente en cuatro capas, es decir, la capa física, la capa de enlace de datos, la capa de transporte y la capa de transacción. Visto desde una capa superior a una capa inferior, un paquete original que necesita ser enviado por un extremo de transmisión es un paquete de capa de transacción y no puede transmitirse directamente. El extremo de transmisión encapsula primero el paquete en un paquete de capa de transporte, segmenta adicionalmente el paquete de capa de transporte en unidades de transmisión de capa de enlace de datos (es decir, un tipo de unidad de datos en las realizaciones de la presente invención) y luego transmite las unidades de transmisión a través de la capa física. El extremo de recepción recibe datos de transmisión de la capa física, después de verificar que los datos de transmisión no tienen errores, desensambla los datos de transmisión para obtener unidades de transmisión de la capa de enlace de datos, después envía las unidades de transmisión a la capa de transacción para obtener un paquete de capas de transacción y finalmente envía el paquete de capas de transacción al extremo de recepción para el procesamiento.

II. Módulo de control en el extremo transmisor

Un módulo de control vigila principalmente una cantidad disponible de rutas de transmisión de ancho de banda completo, y determina la información de configuración de un módulo de protocolo; un módulo de control en el extremo de transmisión realiza la detección y la configuración en una ruta.

35 III. Módulo de protocolo en un extremo de recepción

Para garantizar el desempaquetamiento correcto, un extremo de recepción necesita mantener una configuración de protocolo consistente con la de un extremo de transmisión. El extremo de recepción realiza la configuración de la capa de protocolo de acuerdo con la información de configuración del módulo de control en el extremo de recepción. Después de que la configuración tenga éxito, se proporciona una retroalimentación al módulo de control. Además, una unidad de mensaje de capa de enlace de datos e información de verificación que se reciben en una ruta de transmisión de ancho de banda completo se recopilan de acuerdo con la información de configuración; se verifican LUnidades; si no hay ningún error, las LUnidades se combinan en un paquete de capa de transporte, y el paquete de capa de transporte se desempaqueta adicionalmente para obtener un paquete de transacción de memoria. Si se produce un error en la comprobación, se proporciona una retroalimentación al módulo de control.

45 IV. Módulo de control en el extremo de recepción

Un módulo de control en el extremo de recepción es principalmente el responsable de la sincronización con el módulo de control en el extremo de transmisión, realiza la misma configuración de protocolo por medio de un apretón de manos, y también es el responsable de la retransmisión. Si se recibe una señal de error de comprobación enviada por el módulo de protocolo, se envía un paquete de información de control al extremo de transmisión para notificar al extremo transmisor que realice la transmisión.

Un procedimiento de transmisión de bus para la transmisión de mensajes se muestra en la FIG. 1. Después de completar la detección y configuración de la ruta, el módulo fuente extrae un paquete de capa de transacción e inicia

la transmisión del paquete de la capa de transacción; el paquete de la capa de transacción se encapsula primero en un paquete de capa de transporte, y el paquete de capa de transporte se segmenta adicionalmente en unidades de mensaje de capa de enlace de datos (LUnidad); las unidades de mensaje de la capa de enlace de datos son transmitidas secuencialmente a una ruta de ancho de banda en la capa física para la transmisión. Después de que se completa la transmisión de una unidad de mensaje de capa de enlace de datos, un módulo de destino realiza una verificación de redundancia cíclica (CRC, siglas inglesas de verificación de redundancia cíclica) en la unidad de mensaje de capa de enlace de datos; y si se produce un error, envía una unidad de mensaje de control de capa de enlace especial al módulo fuente para su retransmisión. Si no hay ningún error en la unidad de mensajes de control de capa de enlace, las LUnidades se combinan en un paquete de capa de transporte completo, el paquete de capa de transporte se desempaqueta para obtener un paquete de capa de transacción y el paquete de capa de transacción se envía a una parte de procesamiento posterior. Este es un procedimiento básico de transmisión y verificación de una unidad de datos.

Con referencia a la FIG. 2, una realización de un método de transmisión de datos en las realizaciones de la presente invención incluye:

201. Detectar rutas de transmisión de ancho de banda completo; y cuando se produce un fallo en las rutas de transmisión de ancho de banda completo, realizar la etapa 202 si una cantidad de rutas de transmisión de ancho de banda completo defectuosas es menor que o igual a M; o realizar la etapa 203 si una cantidad de rutas de transmisión de ancho de banda completo defectuosas es mayor que M.

Un aparato de transmisión de datos detecta las rutas de transmisión de ancho de banda completo, en que las rutas de transmisión de ancho de banda completo incluyen: N rutas de transmisión de datos y M rutas de verificación de redundancia; las rutas de transmisión de datos se usan para transmitir una unidad de datos, y las rutas de verificación de redundancia se usan para realizar la verificación de la capa de enlace de datos para la transmisión de la unidad de datos; N y M son ambos números naturales mayores que 0.

Si las rutas de transmisión de ancho de banda completo son normales, la transmisión de una unidad de datos se realiza a lo largo de una ruta de transmisión de ancho de banda completo actual; y la etapa 202 se lleva a cabo si se produce un fallo en las rutas de transmisión de ancho de banda completo y la cantidad de rutas de transmisión de ancho de banda completo defectuosas es menor que o igual a M; o la etapa 203 se lleva a cabo si se produce un fallo en las rutas de transmisión de ancho de banda completo y la cantidad de rutas de transmisión de ancho de banda completo defectuosas es mayor que M.

De forma ilustrativa, las rutas de transmisión de ancho de banda completo pueden detectarse usando un código de verificación CRC.

En la aplicación real, qué rutas son rutas de transmisión de datos y cuáles son rutas de verificación de redundancia no se especifican explícitamente; es decir, en las rutas de transmisión de ancho de banda completo, las rutas de transmisión de datos específicas y las rutas de verificación de redundancia se pueden asignar de acuerdo con información tal como una cantidad total de rutas de transmisión de ancho de banda completo y un tamaño de una unidad de datos. Por ejemplo, si hay 19 rutas de transmisión de ancho de banda completo, y un tamaño de una unidad de datos es de 64 bits, una cantidad más adecuada de rutas de transmisión de datos es 16. Por lo tanto, una cantidad de rutas de transmisión de datos se establece en 16, y cantidad de rutas de verificación de redundancia es tres.

En esta realización de la presente invención, la unidad de datos es un bloque de datos que tiene un volumen de datos específico, y una unidad de datos es un concepto general y puede ser una unidad de mensaje de capa de enlace de datos de un paquete de capa de transporte; se puede entender que, en la aplicación real, la unidad de datos puede estar alternativamente en otra forma específica, que no está específicamente limitada aquí.

En la aplicación real, el aparato de transmisión de datos puede ser diferentes aparatos físicos en diferentes escenarios. Por ejemplo, en un escenario en el que un controlador de memoria envía datos a una memoria, el aparato de transmisión de datos es el controlador de memoria.

202. Seleccionar N rutas de transmisión de datos para transmitir una unidad de datos.

Si se produce un fallo en las rutas de transmisión de ancho de banda completo y la cantidad de rutas de transmisión de ancho de banda defectuoso es menor que o igual a M, el aparato de transmisión de datos selecciona N rutas de transmisión de datos de rutas de transmisión de ancho de banda completo que no son defectuosas para transmitir la unidad de datos, en que N es igual a una cantidad de rutas de transmisión de datos originales.

La verificación de la capa de enlace de datos se refiere a una verificación realizada en cada unidad de datos de enlace de datos.

La verificación de la capa de transporte se refiere a una verificación realizada en un paquete de capa de transporte.

203. Reconfigurar la unidad de datos de acuerdo con una cantidad de rutas de transmisión de ancho de banda completo que no son defectuosas y una cantidad de ráfaga objetivo, y transmitir la unidad de datos reconfigurada a lo largo de una ruta de transmisión de ancho de banda completo que no sea defectuosa.

5 En un caso en el que no existe fallo en las rutas de transmisión de ancho de banda completo, después de que el aparato de transmisión de datos encapsula un paquete de capa de transacción en un paquete de capa de transporte, el aparato de transmisión de datos divide el paquete de capa de transporte en varias unidades de datos. Un tamaño general de una unidad de datos es de 64 bits. Si existen 16 rutas de transmisión de datos, una cantidad de ráfaga (ráfaga) para la transmisión es cuatro (es decir, la transmisión debe realizarse en una ruta de transmisión de datos cuatro veces para completar la transmisión de una unidad de datos).

10 Si se produce un fallo en las rutas de transmisión de ancho de banda completo y la cantidad de rutas de transmisión de ancho de banda defectuosas es mayor que la cantidad de rutas de verificación de redundancia, se requiere reconfigurar la unidad de datos de acuerdo con una cantidad de rutas de transmisión de ancho de banda completo que no son defectuosas y una cantidad de ráfaga objetivo, de modo que el volumen de datos de la unidad de datos es un múltiplo entero de la cantidad de rutas de transmisión de ancho de banda completo que no son defectuosas,
15 en que la cantidad de ráfaga objetivo es una cantidad requerida de transmisión a lo largo de las rutas de transmisión de ancho de banda completo para completar la transmisión de una unidad de datos. Una vez completada la reconfiguración de la unidad de datos, la unidad de datos reconfigurada es transmitida a lo largo de rutas de transmisión de ancho de banda completo que no son defectuosas.

20 Específicamente, la cantidad de ráfaga objetivo es una suma de una cantidad de ráfaga de datos y una cantidad de ráfaga de código de verificación, la cantidad de ráfaga de código de verificación es una cantidad requerida de transmisión a lo largo de las rutas de transmisión de ancho de banda completo para completar la transmisión de un código de verificación correspondiente a una unidad de datos, y la cantidad de ráfaga de datos es una cantidad requerida de transmisión a lo largo de las rutas de transmisión de ancho de banda completo para completar la transmisión de datos correspondientes a una unidad de datos.

25 Cuando se reconfigura un tamaño de la unidad de datos, también se puede transmitir un código de verificación en la última ráfaga o las dos últimas ráfagas de transmisión de una unidad de datos. Considerando el tamaño de la unidad de datos, para garantizar la redundancia de la verificación de datos, un tamaño del código de verificación puede establecerse en 12 bits.

30 Opcionalmente, la cantidad de ráfaga objetivo puede ajustarse de acuerdo con una situación real; si la cantidad de ráfaga objetivo se establece en 6, cuando existen 12 rutas de transmisión de ancho de banda completo que no son defectuosas, las primeras cinco ráfagas se usan para transmitir datos (un volumen de datos de una porción de datos de una unidad de datos es 60) y la última ráfaga se usa para transmitir el código de verificación; en este caso, el tamaño de la unidad de datos puede establecerse en 72 bits.

35 Lo siguiente describe la implementación del método de transmisión de datos anterior en detalle. Con referencia a la FIG. 3, otra realización del método de transmisión de datos en las realizaciones de la presente invención incluye:

301. Detectar rutas de transmisión de ancho de banda completo; y cuando se produce un fallo en las rutas de transmisión de ancho de banda completo, realizar la etapa 302 si una cantidad de rutas de transmisión de ancho de banda completo defectuosas es menor que o igual a M; o realizar la etapa 303 si una cantidad de rutas de transmisión de ancho de banda completo defectuosas es mayor que M.

40 Un aparato de transmisión de datos detecta las rutas de transmisión de ancho de banda completo, en que las rutas de transmisión de ancho de banda completo incluyen: N rutas de transmisión de datos y M rutas de verificación de redundancia; las rutas de transmisión de datos se usan para transmitir una unidad de datos, y las rutas de verificación de redundancia se usan para realizar la verificación de la capa de enlace de datos para la transmisión de la unidad de datos; N y M son ambos números naturales mayores que 0.

45 Si las rutas de transmisión de ancho de banda completo son normales, la transmisión de una unidad de datos se realiza a través de una ruta de transmisión de ancho de banda completo actual; y la etapa 302 se lleva a cabo si se produce un fallo en las rutas de transmisión de ancho de banda completo y la cantidad de rutas de transmisión de ancho de banda completo defectuosas es menor que o igual a M; o la etapa 303 se lleva a cabo si se produce un fallo en las rutas de transmisión de ancho de banda completo y la cantidad de rutas de transmisión de ancho de banda completo defectuosas es mayor que M.
50

302. Seleccionar N rutas de transmisión de datos para transmitir una unidad de datos, y establecer una función de verificación de la capa de transporte para la transmisión de la unidad de datos.

55 Si se produce un fallo en las rutas de transmisión de ancho de banda completo y la cantidad de rutas de transmisión de ancho de banda completo defectuosas es menor que o igual a M, el aparato de transmisión de datos deshabilita una función de verificación de capa de enlace de datos de las rutas de verificación de redundancia; y selecciona N

rutas de transmisión a partir de datos de rutas de transmisión de ancho de banda completo que no son defectuosas para transmitir la unidad de datos, en que N es igual a una cantidad de rutas de transmisión de datos originales.

5 Opcionalmente, después de que la función de comprobación de la capa de enlace de datos de las rutas de verificación de redundancia está inhabilitada, para tener en cuenta la fiabilidad de la transmisión de la unidad de datos puede establecerse la función de verificación de la capa de transporte para la transmisión de la unidad de datos.

10 En la aplicación real, debido a que una función de una ruta de transmisión de ancho de banda completo es configurable, cuando se produce un fallo en una ruta de transmisión de ancho de banda completo (el fallo puede producirse en una ruta de transmisión de datos o en una ruta de verificación de redundancia), en el caso de fallo de la ruta de transmisión de datos, se puede usar una ruta de verificación de redundancia para reemplazar la ruta de transmisión de datos defectuosa para transmitir una unidad de datos; en el caso de un fallo de la ruta de verificación de redundancia, disminuye una cantidad de rutas de verificación de redundancia; no importa qué tipo de ruta sea defectuosa, la cantidad de rutas de verificación de redundancia disminuye y, por consiguiente, el aparato de transmisión de datos ya no puede realizar la verificación de la capa de enlace de datos de una forma original; por lo tanto, la función de verificación de la capa de enlace de datos original debe estar deshabilitada. Para tener en cuenta la fiabilidad de la transmisión de la unidad de datos, puede establecerse la función de verificación de la capa de transporte para la transmisión de la unidad de datos. Específicamente, cuando la unidad de datos está encapsulada, se puede añadir un número de secuencia a un paquete de la unidad de datos, y se añade un indicador de código de verificación de redundancia cíclica al paquete de la unidad de datos; cuando la cantidad de rutas de transmisión de ancho de banda completo defectuosas es menor que o igual a M, el indicador del código de verificación de redundancia cíclica se activa.

25 Opcionalmente, en la aplicación real, si la cantidad de rutas de transmisión de ancho de banda completo defectuosas es menor que M, la verificación de la capa de enlace de datos también se puede realizar en k rutas de transmisión de ancho de banda completo que no son defectuosas utilizando un código de verificación de redundancia cíclica de 8 bits (CRC8), en que las rutas de transmisión de ancho de banda completo K que no son defectuosas son rutas de transmisión de ancho de banda completo que no son defectuosas y quedan después de que se seleccionen N rutas de transmisión de ancho de banda completo. En la verificación de la capa de enlace de datos de la técnica anterior, un código de verificación que se utiliza es un código de verificación de redundancia cíclica de 12 bits (CRC12). En esta realización de la presente invención, debido a que disminuye una cantidad de rutas de transmisión de ancho de banda completo que pueden usarse para la verificación de redundancia, el código de verificación correspondiente también debe cambiarse a CRC8 que tiene un volumen de datos relativamente bajo. K es un número entero mayor que 0.

303. Reconfigurar la unidad de datos de acuerdo con una cantidad de rutas de transmisión de ancho de banda completo que no sean defectuosas y una cantidad de ráfaga objetivo.

35 En un caso en el que no exista fallo en las rutas de transmisión de ancho de banda completo, después de que el aparato de transmisión de datos encapsula un paquete de capa de transacción en un paquete de capa de transporte, el aparato de transmisión de datos divide el paquete de capa de transporte en varias unidades de datos. Si se produce un fallo en las rutas de transmisión de ancho de banda completo y la cantidad de rutas de transmisión de ancho de banda completo defectuosas es mayor que la cantidad de rutas de verificación de redundancia, se requiere reconfigurar la unidad de datos de acuerdo con una cantidad de rutas de transmisión de ancho de banda completo que no son defectuosas y una cantidad de ráfaga objetivo, de modo que el volumen de datos de la unidad de datos es un múltiplo entero de la cantidad de rutas de transmisión de ancho de banda completo que no son defectuosas.

45 Específicamente, se puede reconfigurar un volumen de datos total de una única unidad de datos, y se adquiere la cantidad de ráfaga objetivo para la transmisión de la unidad de datos reconfigurada; la cantidad de ráfaga objetivo y la cantidad de rutas de transmisión de ancho de banda completo que no son defectuosas se multiplican para obtener el volumen de datos total reconfigurado de la unidad de datos, en que un bit del volumen de datos de la unidad de datos es transmitido cada vez por una de las rutas de transmisión de ancho de banda completo.

50 Además, la cantidad de ráfaga objetivo puede obtenerse redondeando un cociente obtenido dividiendo un volumen de datos de un código de verificación por la cantidad de rutas de transmisión de ancho de banda completo que no son defectuosas, y multiplicando el resultado obtenido redondeando el cociente por un cantidad de ráfaga de base.

Específicamente, una fórmula informática de la cantidad de ráfaga objetivo puede ser: Cantidad de ráfaga objetivo = Cantidad de ráfaga básica * (Volumen de datos de un código de verificación/Cantidad de rutas de transmisión de ancho de banda completo que no son defectuosas).

55 Específicamente, una fórmula informática para el volumen de datos total de la unidad de datos reconfigurada puede ser: Volumen de datos total de una unidad de datos = Cantidad de ráfaga objetivo * Cantidad de rutas de transmisión de ancho de banda completo que no son defectuosas.

La cantidad de ráfaga base se establece de acuerdo con un patrón de diseño de un bus; en la aplicación real, los patrones de diseño de bus ejecutados por diferentes proveedores son diferentes, y los valores de la cantidad de ráfaga base son, por lo tanto, diferentes. Específicamente, la cantidad de ráfaga base puede ser 4, 8 o 10.

5 304. Transmitir datos y un código de verificación de la unidad de datos reconfigurada a lo largo de una ruta de transmisión de ancho de banda completo que no sea defectuosa.

El aparato de transmisión de datos transmite la unidad de datos reconfigurada a lo largo de la ruta de transmisión de ancho de banda completo que no es defectuosa; y una vez completada la transmisión de datos de la unidad de datos reconfigurada, transmite el código de verificación de la unidad de datos a lo largo de la ruta de transmisión de ancho de banda completo que no sea defectuosa.

10 En la aplicación real, un paquete de capa de transporte es relativamente grande, y un retraso de verificación es grande; cuando la unidad de datos reconfigurada es transmitida a lo largo de las rutas de transmisión de ancho de banda completo que no son defectuosas, se puede verificar si se produce un error sin necesidad de esperar la finalización de la transmisión de todos los paquetes de capa de transporte, que tiene una eficacia relativamente alta.

15 En la aplicación real, una longitud del código de verificación puede establecerse en 12 bits, y un código de verificación de 12 bits puede garantizar una tasa de verificación relativamente alta. Una tasa de verificación de un código de verificación de 4 bits es extremadamente baja, y se puede seleccionar un código de verificación de 8 bits, 12 bits o 16 bits de acuerdo con un requisito real.

20 En esta realización de la presente invención, cuando una cantidad de rutas de transmisión de ancho de banda completo defectuosas es mayor que una cantidad de rutas de verificación de redundancia, puede garantizarse la correcta ejecución de un proceso de transmisión de una unidad de datos y una degradación suave del rendimiento reconfigurando los datos del paquete de la capa de enlace; además, la característica de reconfigurabilidad permite que el aparato de transmisión de datos ajuste dinámicamente el ancho de banda de acuerdo con una demanda de consumo de energía.

25 Para facilitar la comprensión, a continuación se describe más detalladamente, usando un escenario de aplicación específico con una estructura de hardware en la realización de la presente invención, el método de transmisión de datos descrito en la realización anterior, que es específicamente como sigue:

30 en una fase de inicialización de rutas de transmisión de ancho de banda completo, se detecta si las rutas de transmisión de ancho de banda completo se ejecutan normalmente; cuando todas las rutas se ejecutan normalmente, la transmisión se realiza a lo largo de todas las rutas, en que los datos se transmiten a lo largo de 16 rutas de transmisión de datos, y la información de verificación es transmitida a lo largo de tres rutas de verificación de redundancia; si se produce un error en una ruta, se usa una de las tres rutas de verificación de redundancia para transferir datos, y se activa una función de verificación de la capa de transporte; cuando existen dos rutas defectuosas, se utilizan dos rutas de verificación de redundancia para transmitir datos, y se habilita una opción de detección de errores en la capa de transporte; cuando existen más de tres rutas en las que se producen fallos duros, se realiza una transmisión adaptativa de ancho de banda, y una unidad de datos se reconfigura de acuerdo con una cantidad de rutas de transmisión de ancho de banda completo que no son defectuosas y una cantidad de ráfagas objetivo, de modo que se maximiza la utilización del ancho de banda.

40 La interconexión mediante un bus ayuda a completar la transmisión de mensajes entre un extremo transmisor y un extremo receptor, que necesita garantizar una transmisión fiable, de alta velocidad y altamente eficiente. Por esta razón, el diseño de fiabilidad debe realizarse en todas las capas del bus. Esto incluye principalmente una arquitectura de protocolo fiable y la correspondiente lógica de control del bus. Un diagrama de estructura de diseño de un bus se muestra en la FIG. 4. Lo que sigue describe un módulo de protocolo y un módulo de control en un extremo de transmisión (módulo fuente), y un módulo de protocolo y un módulo de control en un extremo de recepción (módulo de destino), respectivamente.

45 I. Módulo de protocolo en un extremo transmisor

50 Un protocolo de tolerancia a errores está diseñado principalmente de acuerdo con las capas de transmisión (incluyendo una capa física, una capa de enlace de datos, una capa de transporte y una capa de transacción) con el fin de garantizar un proceso de transmisión de alta eficiencia y sin errores. Además, cuando se produce un error en un proceso de transmisión, se requiere una capacidad de auto-reparación, y se garantiza el funcionamiento normal de un sistema mediante la reducción del ancho de banda o la capacidad de tolerancia a errores.

Con referencia a la FIG. 5, lo siguiente describe en detalle una capa física, una capa de enlace de datos, una capa de transporte, y una capa de transacción por separado en esta realización de la presente invención.

1. Capa física

La capa física incluye un cable de señal, y una señal es transmitida entre un módulo fuente y un módulo objetivo utilizando una ruta de transmisión de ancho de banda completo. Cada una de las rutas consiste en dos conexiones de una vía, y las dos conexiones de una vía usan un mismo reloj. Las rutas de transmisión de ancho de banda completo incluyen rutas de transmisión de datos y rutas de verificación de redundancia. El ancho de banda de las rutas de transmisión de ancho de banda completo puede variar con una condición de fiabilidad de un entorno operativo.

2. Capa de enlace de datos

Las tareas principales de la capa de enlace de datos son: (1) garantizar la transmisión de datos fiable entre un módulo de envío y un módulo de recepción; y (2) abstraer la capa física y ser capaz de proporcionar servicios para una capa superior. Una unidad mínima de procesamiento de mensajes en la capa de enlace de datos es una unidad de mensaje de capa de enlace de datos y se obtiene al segmentar un paquete de capa de transporte. Un formato de la unidad de mensaje de capa de enlace de datos es como sigue: el primer bit es un bit de tipo; si el primer bit es 0, la unidad de mensaje es una unidad de datos; si el primer bit es 1, indica que la unidad de datos es una unidad de control, en que los bits de datos de la unidad de control indican información de error.

Un LUnidad puede configurarse de acuerdo con la información del módulo de control. En un caso en el que no hay una ruta defectuosa, un tamaño de la LUnidad es de 64 bits, y en el caso de un ancho de banda completo, una LUnidad necesita transmitirse cuatro veces a lo largo de las rutas de transmisión de ancho de banda completo.

El diseño de fiabilidad en la capa de enlace de datos incluye principalmente lo siguiente: 1. Para una LUnidad, un código de verificación cíclica, transmitido mediante el uso de una ruta de verificación de redundancia, se utiliza para verificar si hay un error inesperado; 2. Una retransmisión en el mecanismo de error; 3. Cuando hay múltiples rutas de transmisión de ancho de banda completo defectuosas, la ejecución normal del sistema y la maximización de la utilización del ancho de banda pueden garantizarse mediante la reconfiguración de un formato de la unidad de mensajes de la capa de enlace de datos.

Cuando una cantidad de rutas de transmisión de ancho de banda completo en las que se producen fallos es menor que una cantidad de rutas de verificación de redundancia, se deshabilita una función de verificación de capa de enlace de datos, se habilita una función de verificación de capa de transporte y se usa una ruta de verificación de redundancia para transmitir datos. Cuando una cantidad de rutas de transmisión de ancho de banda completo defectuosas es mayor que la cantidad de rutas de verificación de redundancia, el sistema no puede mantener el funcionamiento en ancho de banda completo. En este caso, para garantizar una degradación uniforme del ancho de banda del sistema, se requiere reconfigurar un formato de la unidad de transmisión de la capa de enlace de datos.

Aquí, si un código de verificación se establece en 12 bits, y una cantidad de ráfaga objetivo se establece en 8 o un múltiplo de 8, un criterio para reconfigurar el formato de la unidad de transmisión de la capa de enlace de datos puede ser el siguiente:

cuando hay más de tres rutas defectuosas, no hay una ruta dedicada para verificar la transmisión del código, y el código de verificación es transmitido agregando una ráfaga de verificación; cuando una cantidad de rutas disponibles es mayor que o igual a 12, la transmisión de la información de verificación puede completarse dentro de una ráfaga; en este caso, se añade una ráfaga de verificación y una cantidad de ráfagas de datos se establece en 7; en este caso, un volumen de datos total de la LUnidad reconfigurada puede ser un resultado obtenido multiplicando la cantidad de rutas disponibles por ocho; en la aplicación real, la cantidad de rutas disponibles puede no ser igual a un volumen de datos de un código de verificación, y un volumen de datos que es transmitido en cada ráfaga es determinado por la cantidad de rutas disponibles; por lo tanto, en la aplicación real, un caso en el que el volumen total de datos de la LUnidad reconfigurada no es igual a una suma del volumen de datos del código de verificación y puede producirse un volumen de datos de una LUnidad. Por ejemplo, en un caso en el que la cantidad de rutas disponibles es 15, el volumen de datos total de la LUnidad reconfigurada es 120, el volumen de datos de la LUnidad es 105 y el volumen de datos del código de verificación es 12, cuando el código de verificación es transmitido en la última ráfaga, los datos de sólo 12 bits son válidos y los tres bits de repuesto están "vacíos"; cuando la cantidad de rutas disponibles es inferior a 12, se agregan dos ráfagas de verificación y una cantidad de ráfagas de datos se establece en 14; en este caso, un volumen total de datos de la LUnidad reconfigurada puede ser un resultado obtenido al multiplicar la cantidad de rutas disponibles por 16; en la siguiente tabla se muestra se muestran los volúmenes de datos de la unidad de transmisión de la capa de enlace de datos en diversos casos:

Cantidad de rutas disponibles	Cantidad de ráfagas verificadas	Cantidad de ráfagas de transmisión de datos	Volumen de datos de un código de verificación	Volumen de datos de una LUnidad	Volumen total de datos de una LUnidad reconfigurada
15	1	7	12	105	120

Cantidad de rutas disponibles	Cantidad de ráfagas verificadas	Cantidad de ráfagas de transmisión de datos	Volumen de datos de un código de verificación	Volumen de datos de una LUnidad	Volumen total de datos de una LUnidad reconfigurada
14	1	7	12	98	112
13	1	7	12	91	104
12	1	7	12	84	96
11	2	14	12	154	176
10	2	14	12	140	160
9	2	14	12	126	144
8	2	14	12	112	128
7	2	14	12	98	112
6	2	14	12	84	96

3. Capa de transporte

- 5 En la capa de transporte se añaden un número de secuencia y un indicador (opcional) de un código de verificación de redundancia cíclica a un paquete de capa de transacción. Cuando la cantidad de rutas de transmisión de ancho de banda completo defectuosas es menor que o igual a la cantidad de rutas de verificación de redundancia, el indicador del código de verificación de redundancia cíclica se marca como habilitado; cuando la cantidad de rutas de transmisión de ancho de banda completo defectuosas es mayor que la cantidad de rutas de verificación de redundancia, el indicador del código de verificación de redundancia cíclica se marca como deshabilitado.

4. Capa de transacción

- 10 El procesamiento de transacción es iniciado por un controlador de memoria y un planificador de memoria caché, y el procesamiento de transacción incluye principalmente un paquete de solicitud de acceso de lectura/escritura, un paquete de solicitud de comando especial, un paquete de consulta de estado de memoria y un paquete de respuesta. El procesamiento de transacción se convierte en paquetes de procesamiento de transacciones de bus.

II. Módulo de control en el extremo transmisor

- 15 Un módulo de control monitorea principalmente una cantidad disponible de rutas de transmisión de ancho de banda completo, y determina la información de configuración de un módulo de protocolo; el módulo de control en el extremo de transmisión realiza la detección y configuración en una ruta. Un proceso de configuración es como sigue:

- 20 (a) cuando no se daña la ruta de transmisión de ancho de banda completo, se utiliza una configuración normal: una opción de verificación de capa de transporte está deshabilitada, la unidad de mensaje de capa de enlace de datos es 64 bits y se usa una ruta de verificación de redundancia para transferir información de verificación;

- 25 (b) cuando una cantidad de rutas de transmisión de ancho de banda dañadas es menor que la cantidad de rutas de verificación de redundancia, se utiliza una ruta de verificación de redundancia como ruta de transmisión de datos, no se realiza verificación de redundancia cíclica en la capa de enlace de datos y la opción de verificación de la capa de transporte está habilitada;

- (c) cuando la cantidad de rutas de transmisión de ancho de banda dañadas es mayor que la cantidad de rutas de verificación de redundancia, la opción de verificación de la capa de transporte está deshabilitada y el formato de la unidad de mensaje de la capa de enlace de datos se reconfigura, de modo que el formato de la unidad de mensaje de la capa de enlace de datos se adapta a una cantidad de rutas disponibles en la capa física.

- 30 III. Módulo de protocolo en un extremo de recepción

- 35 Para garantizar el desempaquetamiento correcto, un extremo de recepción necesita mantener una configuración de protocolo coherente con la de un extremo de transmisión. El extremo de recepción realiza la configuración de la capa de protocolo de acuerdo con la información de configuración del módulo de control en el extremo de recepción. Después de que la configuración haya tenido éxito, se proporciona una retroalimentación al módulo de control. Además, una unidad de mensaje de capa de enlace de datos e información de verificación que se reciben en una ruta de transmisión de ancho de banda completo se recopilan de acuerdo con la información de configuración; las LUnidades están verificadas; si no hay ningún error, las LUnidades se combinan en un paquete de capa de transporte, y el paquete de capa de transporte se desempaqueta adicionalmente para obtener un paquete de

transacción de memoria. Si se produce un error en la verificación, se proporciona una retroalimentación al módulo de control.

IV. Módulo de control en el extremo de recepción

5 Un módulo de control en el extremo de recepción es principalmente responsable de la sincronización con el módulo de control en el extremo de transmisión, realiza la misma configuración de protocolo por medio de un apretón de manos, y también es responsable de la retransmisión. Si se recibe una señal de error de verificación enviada por el módulo de protocolo, se envía un paquete de información de control al extremo de transmisión para notificar al transmisor que realice la transmisión.

10 Lo anterior simplemente utiliza algunos ejemplos para describir un escenario de aplicación de esta realización de la presente invención. Puede entenderse que, en la aplicación real, puede haber más escenarios de aplicación, que no están específicamente limitados aquí.

Lo siguiente describe un aparato de transmisión de datos que implementa el método de transmisión de datos anterior. Con referencia a la FIG. 6, una realización del aparato de transmisión de datos en las realizaciones de la presente invención incluye:

15 una unidad de detección 601, una unidad de configuración 602, una primera unidad de transmisión 603 y una segunda unidad de transmisión 604; en que

20 la unidad de detección está configurada para verificar rutas de transmisión de ancho de banda completo de un bus, en que las rutas de transmisión de ancho de banda completo incluyen: N rutas de transmisión de datos y M rutas de verificación de redundancia; las rutas de transmisión de datos se usan para transmitir una unidad de datos, y las rutas de verificación de redundancia se usan para realizar la verificación de la capa de enlace de datos para la transmisión de la unidad de datos; N y M son números naturales mayores que 0, y la unidad de datos es un bloque de datos que tiene un volumen de datos específico; y dispara la primera unidad de transmisión si se produce un fallo en las rutas de transmisión de ancho de banda completo y una cantidad de rutas de transmisión de ancho de banda completo defectuosas es menor que o igual a M; o dispara la unidad de configuración si se produce un fallo en las rutas de transmisión de ancho de banda completo y una cantidad de rutas de transmisión de ancho de banda completo defectuosas es mayor que M;

la primera unidad de transmisión está configurada para seleccionar N rutas de transmisión de ancho de banda completo a partir de rutas de transmisión de ancho de banda completo que no son defectuosas para transmitir la unidad de datos;

30 la unidad de configuración reconfigura un tamaño de la unidad de datos de acuerdo con una cantidad de rutas de transmisión de ancho de banda completo que no son defectuosas y una cantidad de ráfaga objetivo, de modo que el volumen de datos de la unidad de datos sea un múltiplo entero de la cantidad de rutas de transmisión de ancho de banda completo que no son defectuosas, en que la cantidad de ráfaga objetivo es una cantidad requerida de tiempos de transmisión a lo largo de las rutas de transmisión de ancho de banda completo para completar la transmisión de una unidad de datos; y después de completar la reconfiguración de la unidad de datos, dispara la segunda unidad de transmisión; y

la segunda unidad de transmisión está configurada para transmitir la unidad de datos reconfigurada a lo largo de las rutas de transmisión de ancho de banda completo que no son defectuosas.

Opcionalmente, la primera unidad de transmisión 603 está configurada además para:

40 si se produce un fallo en las rutas de transmisión de ancho de banda completo y una cantidad de rutas de transmisión de ancho de banda defectuosas es menor que o igual a M, antes de seleccionar N rutas de transmisión de ancho de banda completo a partir de rutas de transmisión de ancho de banda completo que no son defectuosas para transmitir la unidad de datos, deshabilitar una función de verificación de capa de enlace de datos de las rutas de verificación de redundancia, y establecer una función de verificación de capa de transporte para la transmisión de la unidad de datos.

Opcionalmente, el aparato de transmisión de datos incluye, además:

50 una unidad de encapsulación de datos 605, configurada para encapsular la unidad de datos, añadir un número de secuencia a un paquete de la unidad de datos y añadir un indicador de código de verificación de redundancia cíclica al paquete de la unidad de datos; y cuando la cantidad de rutas de transmisión de ancho de banda completo defectuosas es menor que o igual a M, configurar el indicador de código de verificación de redundancia cíclica para el habilitamiento.

Además, la primera unidad de transmisión 603 está configurada, además, para: si se produce un fallo en las rutas de transmisión de ancho de banda completo y una cantidad de rutas de transmisión de ancho de banda completo defectuosas es menor que M, antes de que las N rutas de transmisión de ancho de banda completo seleccionen las rutas de transmisión de ancho de banda completo que no son defectuosas para transmitir la unidad de datos, cambiar un código de verificación de redundancia cíclica original de 12 bits a un código de verificación de

redundancia cíclica de 8 bits y realizar la comprobación de capa de enlace de datos en K rutas de transmisión de ancho de banda completo que no son defectuosas utilizando el código de verificación de redundancia cíclica de 8 bits, en que las K rutas de transmisión de ancho de banda completo que no son defectuosas son rutas de transmisión de ancho de banda completo que no son defectuosas y quedan después de seleccionar N rutas de transmisión de ancho de banda completo, y K es un número entero mayor que 0.

Específicamente, la unidad de configuración 602 está configurada específicamente para:

reconfigurar un volumen de datos total de una unidad de datos única y adquirir la cantidad de ráfaga objetivo para la transmisión de la unidad de datos reconfigurada, en que la cantidad de ráfaga objetivo es una suma de una cantidad de ráfaga de datos y una cantidad de ráfaga de código de verificación, la cantidad de ráfaga de código de verificación es una cantidad requerida de transmisión a lo largo de las rutas de transmisión de ancho de banda completo para completar la transmisión de un código de verificación correspondiente a una unidad de datos, y la cantidad de ráfagas de datos es una cantidad requerida de transmisión a lo largo de las rutas de transmisión de ancho de banda completo de datos correspondientes a una unidad de datos; y

multiplicar la cantidad de ráfaga objetivo y la cantidad de rutas de transmisión de ancho de banda completo que no son defectuosas para obtener el volumen total de datos reconfigurado de la unidad de datos, en que un bit del volumen de datos de la unidad de datos se transmite cada vez a lo largo de una de las rutas de transmisión de ancho de banda completo.

Específicamente, la unidad de configuración 602 está configurada específicamente para:

redondear un cociente obtenido al dividir un volumen de datos de un código de verificación por la cantidad de rutas de transmisión de ancho de banda completo que no son defectuosas, y multiplicar un resultado obtenido al redondear el cociente por una cantidad de ráfaga base, con el fin de obtener la cantidad de ráfaga objetivo, en que la cantidad de ráfaga base se establece de acuerdo con un patrón de diseño del bus.

Lo que sigue describe operaciones específicas de las unidades en el aparato de transmisión de datos anterior:

la unidad de detección 601, la unidad de configuración 602, la primera unidad de transmisión 603 y la segunda unidad de transmisión 604.

La unidad de detección 601 detecta rutas de transmisión de ancho de banda completo; y cuando se produce un fallo en las rutas de transmisión de ancho de banda completo, la primera unidad de transmisión 603 se ejecuta si una cantidad de rutas de transmisión de ancho de banda completo defectuosas es menor que o igual a M; o la unidad de configuración 602 se ejecuta si una cantidad de rutas de transmisión de ancho de banda completo defectuosas es mayor que M.

El aparato de transmisión de datos detecta las rutas de transmisión de ancho de banda completo, en que las rutas de transmisión de ancho de banda completo incluyen: N rutas de transmisión de datos y M rutas de verificación de redundancia; las rutas de transmisión de datos se usan para transmitir una unidad de datos y las rutas de verificación de redundancia se usan para realizar la verificación de la capa de enlace de datos para la transmisión de la unidad de datos; N y M son ambos números naturales mayores que 0.

Si las rutas de transmisión de ancho de banda completo son normales, la transmisión de una unidad de datos se realiza a lo largo de una ruta de transmisión de ancho de banda completo actual; y la primera unidad de transmisión 603 se ejecuta si se produce un fallo en las rutas de transmisión de ancho de banda completo y la cantidad de rutas de transmisión de ancho de banda completo defectuosas es menor que o igual a M; o la unidad de configuración 602 se ejecuta si se produce un fallo en las rutas de transmisión de ancho de banda completo y la cantidad de rutas de transmisión de ancho de banda completo defectuosas es mayor que M.

Si se produce un fallo en las rutas de transmisión de ancho de banda completo y la cantidad de rutas de transmisión de ancho de banda completo defectuosas es menor que o igual a M, la primera unidad de transmisión 603 inhabilita una función de verificación de capa de enlace de datos de las rutas de verificación de redundancia; y selecciona N rutas de transmisión de datos a partir de rutas de transmisión de ancho de banda completo que no son defectuosas para transmitir la unidad de datos, en que N es igual a una cantidad de rutas de transmisión de datos originales.

Opcionalmente, después de que se inhabilita la función de comprobación de la capa de enlace de datos de las rutas de verificación de redundancia, para tener en cuenta la fiabilidad de la transmisión de la unidad de datos, puede establecerse la función de verificación de la capa de transporte para la transmisión de la unidad de datos.

En la aplicación real, debido a que una función de una ruta de transmisión de ancho de banda completo es configurable, cuando se produce un fallo en una ruta de transmisión de ancho de banda completo (el fallo puede producirse en una ruta de transmisión de datos o en una ruta de verificación de redundancia), en el caso de un fallo de la ruta de transmisión de datos se puede usar una ruta de verificación de redundancia para reemplazar la ruta de transmisión de datos defectuosa para transmitir una unidad de datos; en el caso de un fallo de la ruta de verificación de redundancia, disminuye una cantidad de rutas de verificación de redundancia; no importa qué tipo de ruta sea defectuosa, la cantidad de rutas de verificación de redundancia disminuye y, por consiguiente, el aparato de

transmisión de datos ya no puede realizar la verificación de la capa de enlace de datos de una forma original; por lo tanto, la función de verificación de la capa de enlace de datos original necesita estar deshabilitada. Para tener en cuenta la fiabilidad de la transmisión de la unidad de datos, puede establecerse la función de verificación de la capa de transporte para la transmisión de la unidad de datos. Específicamente, cuando la unidad de encapsulación de datos 605 encapsula la unidad de datos, se puede añadir un número de secuencia a un paquete de la unidad de datos, y se añade un indicador de código de verificación de redundancia cíclica al paquete de la unidad de datos; cuando la cantidad de rutas de transmisión de ancho de banda completo defectuosas es menor que o igual a M, el indicador del código de verificación de redundancia cíclica se activa.

Opcionalmente, en la aplicación real, si la cantidad de rutas de transmisión de ancho de banda completo defectuosas es menor que M, la verificación de la capa de enlace de datos también se puede realizar en k rutas de transmisión de ancho de banda completo que no son defectuosas utilizando un código de verificación de redundancia cíclica de 8 bits (CRC8), en que las K rutas de transmisión de ancho de banda completo que no son defectuosas son rutas de transmisión de ancho de banda completo que no son defectuosas y quedan después de que se seleccionen N rutas de transmisión de ancho de banda completo. En la verificación de la capa de enlace de datos de la técnica anterior, un código de verificación que se utiliza es un código de verificación de redundancia cíclica de 12 bits (CRC12). En esta realización de la presente invención, debido a que disminuye una cantidad de rutas de transmisión de ancho de banda completo que pueden usarse para la verificación de redundancia, el código de verificación correspondiente necesita también cambiarse a CRC8 que tiene un volumen de datos relativamente bajo. K es un número entero mayor que 0.

Si se produce un fallo en las rutas de transmisión de ancho de banda completo y la cantidad de rutas de transmisión de ancho de banda defectuosas es mayor que la cantidad de rutas de verificación de redundancia, la unidad de configuración 602 necesita reconfigurar la unidad de datos de acuerdo con una cantidad de rutas de transmisión de ancho de banda completo que no son defectuosas y una cantidad de ráfaga objetivo, de modo que el volumen de datos de la unidad de datos es un múltiplo entero de la cantidad de rutas de transmisión de ancho de banda completo que no son defectuosas.

Específicamente, se puede reconfigurar un volumen de datos total de una única unidad de datos, y se adquiere la cantidad de ráfaga objetivo para la transmisión de la unidad de datos reconfigurada; la cantidad de ráfaga objetivo y la cantidad de rutas de transmisión de ancho de banda completo que no son defectuosas se multiplican para obtener el volumen de datos total reconfigurado de la unidad de datos, en que un bit del volumen de datos de la unidad de datos es transmitido cada vez a lo largo de una de las rutas de transmisión de ancho de banda completo.

Además, la cantidad de ráfaga objetivo puede obtenerse redondeando un cociente obtenido dividiendo un volumen de datos de un código de verificación por la cantidad de rutas de transmisión de ancho de banda completo que no son defectuosas, y multiplicando el resultado obtenido redondeando el cociente por un cantidad de ráfaga base.

Específicamente, una fórmula informática de la cantidad de ráfaga objetivo puede ser: Cantidad de ráfaga objetivo = Cantidad de ráfaga base * (Volumen de datos de un código de verificación/Cantidad de rutas de transmisión de ancho de banda completo que no son defectuosas).

Específicamente, una fórmula informática del volumen total de datos de la unidad de datos reconfigurada puede ser: Volumen de datos total de una unidad de datos = Cantidad de ráfaga objetivo * Cantidad de rutas de transmisión de ancho de banda completo que no son defectuosas.

La cantidad de ráfaga base se establece de acuerdo con un patrón de diseño del bus; en la aplicación real, los patrones de diseño de bus ejecutados por diferentes proveedores son diferentes, y los valores de la cantidad de ráfaga base son, por consiguiente, diferentes. Específicamente, la cantidad de ráfaga base puede ser 4, 8 o 10.

Después de completar la reconfiguración de la unidad de datos, la segunda unidad de transmisión 604 transmite la unidad de datos reconfigurada a lo largo de una ruta de transmisión de ancho de banda completo que no es defectuosa; y después de completar la transmisión de datos de la unidad de datos reconfigurada, transmite un código de verificación de la unidad de datos a lo largo de la ruta de transmisión de ancho de banda completo que no es defectuosa. En la aplicación real, un paquete de capa de transporte es relativamente grande, y un retraso de verificación es grande; cuando la unidad de datos reconfigurada es transmitida a lo largo de la ruta de transmisión de ancho de banda completo que no es defectuosa, se puede verificar si se produce un error, sin necesidad de esperar la finalización de la transmisión de todos los paquetes de capa de transporte, que tiene una eficacia relativamente alta.

Una realización de la presente invención proporciona, además, un medio de almacenamiento informático. El medio de almacenamiento informático puede almacenar un programa. Cuando se ejecuta, el programa incluye todos o una parte de las etapas del método de transmisión de datos tal como se describe en las realizaciones del método anterior.

Con referencia a la FIG. 7, una realización de la presente invención proporciona, además, un aparato de transmisión de datos, que puede incluir:

un receptor 701, un transmisor 702, una memoria 703 y un procesador 704 (una cantidad de procesadores en el aparato de transmisión de datos puede ser uno o más, y se usa un procesador como un ejemplo en la FIG. 7).

5 En algunas realizaciones de la presente invención, el receptor 701, el transmisor 702, la memoria 703 y el procesador 704 pueden estar conectados entre sí por medio de un bus o de otra forma, y una conexión se implementa utilizando un bus se usa como un ejemplo en la FIG. 7.

10 El procesador 704 está configurado para detectar rutas de transmisión de ancho de banda completo de un bus; y si se produce un fallo en las rutas de transmisión de ancho de banda completo y una cantidad de rutas de transmisión de ancho de banda completo defectuosas es menor que o igual a M, indicar al transmisor 702 que seleccione N rutas de transmisión de ancho de banda completo a partir de rutas de transmisión de ancho de banda completo que no sean defectuosas para transmitir una unidad de datos; o si se produce un fallo en las rutas de transmisión de ancho de banda completo y una cantidad de rutas de transmisión de ancho de banda completo defectuosas es mayor que M, reconfigurar un tamaño de la unidad de datos de acuerdo con una cantidad de rutas de transmisión de ancho de banda completo que no son defectuosas y una cantidad de ráfaga objetivo, de modo que el volumen de datos de la unidad de datos sea un múltiplo entero de la cantidad de rutas de transmisión de ancho de banda completo que no sean defectuosas, en que la cantidad de ráfaga objetivo es una cantidad requerida de tiempos de transmisión a lo largo de las rutas de transmisión de ancho de banda completo para completar la transmisión de una unidad de datos; y después de haber completado la reconfiguración de la unidad de datos, indicar al transmisor 702 que transmita la unidad de datos reconfigurada a lo largo de las rutas de transmisión de ancho de banda completo que no sean defectuosas.

El receptor 701 está configurado para recibir una unidad de datos que necesita ser transmitida.

25 La memoria 703 está configurada para almacenar un algoritmo de reconfiguración de la unidad de datos, que es específicamente: adquirir la cantidad de ráfaga objetivo para la transmisión de la unidad de datos reconfigurada y multiplicar la cantidad de ráfaga objetivo y la cantidad de rutas de transmisión de ancho de banda completo que no son defectuosas para obtener el volumen de datos total reconfigurado de la unidad de datos, en que un bit del volumen de datos de la unidad de datos es transmitido cada vez a lo largo de una de las rutas de transmisión de ancho de banda completo.

30 Además, la cantidad de ráfaga objetivo puede obtenerse redondeando un cociente obtenido al dividir un volumen de datos de un código de verificación por la cantidad de rutas de transmisión de ancho de banda completo que no son defectuosas, y multiplicar el resultado obtenido redondeando el cociente por un cantidad de estallido de base.

Específicamente, una fórmula informática de la cantidad de ráfaga objetivo puede ser: Cantidad de ráfaga objetivo = Cantidad de ráfaga base * (Volumen de datos de un código de verificación / Cantidad de rutas de transmisión de ancho de banda completo que no son defectuosas).

35 Específicamente, una fórmula informática del volumen total de datos de la unidad de datos reconfigurada puede ser: Volumen de datos total de una unidad de datos = Cantidad de ráfaga objetivo * Cantidad de rutas de transmisión de ancho de banda completo que no son defectuosas.

40 Para un proceso de operación específico de unidades y módulos del aparato de transmisión de datos en esta realización de la presente invención, se puede hacer referencia a la realización anterior, y los detalles no se describen aquí de nuevo.

45 En las varias realizaciones proporcionadas en la presente solicitud, debe entenderse que el aparato y el método descritos pueden implementarse de otras formas. Por ejemplo, la realización de aparato descrita es meramente ilustrativa. Por ejemplo, la división de unidades es meramente una división de funciones lógicas y puede ser otra división en la implementación real. Por ejemplo, una pluralidad de unidades o componentes pueden combinarse o integrarse en otro sistema, o algunas características pueden ignorarse o no realizarse. Además, los acoplamientos mutuos o acoplamientos directos o conexiones de comunicación mostrados o comentados pueden implementarse mediante el uso de algunas interfaces. Los acoplamientos indirectos o las conexiones de comunicación entre los aparatos o unidades pueden implementarse en forma electrónica, mecánica o de otro tipo.

50 Las unidades descritas como partes separadas pueden o no estar físicamente separadas, y las partes mostradas como unidades pueden o no ser unidades físicas, pueden estar localizadas en una posición, o pueden distribuirse en una pluralidad de unidades de red. Algunas o todas las unidades se pueden seleccionar de acuerdo con las necesidades reales para lograr los objetivos de las soluciones de las realizaciones.

55 Además, las unidades funcionales en las realizaciones de la presente invención pueden integrarse en una unidad de procesamiento, o cada una de las unidades puede existir solo físicamente, o dos o más unidades están integradas en una unidad. La unidad integrada puede implementarse en forma de hardware, o puede implementarse en forma de una unidad funcional de software.

5 Cuando la unidad integrada se implementa en forma de una unidad funcional de software y se vende o usa como un producto independiente, la unidad integrada puede almacenarse en un medio de almacenamiento legible por ordenador. Basándose en tal entendimiento, las soluciones técnicas de la presente invención esencialmente, o la parte que contribuye en la técnica anterior, o todas o algunas de las soluciones técnicas pueden implementarse en forma de un producto de software. El producto de software se almacena en un medio de almacenamiento e incluye varias instrucciones para instruir a un dispositivo informático (que puede ser una ordenador personal, un servidor o un dispositivo de red) para realizar todas o algunas de las etapas de los métodos descritos en las realizaciones de la presente invención. El medio de almacenamiento anterior incluye: cualquier medio que pueda almacenar un código de programa tal como una memoria USB, un disco duro extraíble, una memoria de solo lectura (ROM; Read-Only Memory), memoria de acceso aleatorio (RAM; Random Access Memory), un disco magnético o un disco óptico.

10 Las descripciones anteriores son meramente formas de implementación específicas de la presente invención, pero no pretenden limitar el alcance de protección de la presente invención. Cualquier variación o reemplazo que la persona experta en la técnica descubra fácilmente dentro del alcance técnico divulgado en la presente invención estará dentro del alcance de protección de la presente invención. Por lo tanto, el alcance de protección de la presente invención estará sujeto al alcance de protección de las reivindicaciones.

REIVINDICACIONES

1. Un método de transmisión de datos, que comprende:

5 detectar (201, 301) si se produce un fallo en rutas de transmisión de ancho de banda completo de un bus, en donde las rutas de transmisión de ancho de banda completo incluyen: N rutas de transmisión de datos y M rutas de verificación de redundancia; las N rutas de transmisión de datos se usan para transmitir una unidad de datos, y las M rutas de verificación de redundancia se usan para realizar la verificación de la capa de enlace de datos para la transmisión de la unidad de datos; N y M son ambos números naturales mayores que 0, y la unidad de datos es un bloque de datos que tiene un volumen de datos específico;

10 seleccionar (202, 302) N rutas de transmisión a partir de las rutas de transmisión de ancho de banda completo que no son defectuosas para transmitir la unidad de datos, si una cantidad de rutas de transmisión de ancho de banda completo defectuosas es menor que o igual a M; y

15 reconfigurar (203, 303) el volumen de datos de la unidad de datos de acuerdo con una cantidad de las rutas de transmisión de ancho de banda completo que no son defectuosas y una cantidad de ráfaga objetivo, si la cantidad de rutas de transmisión defectuosas es mayor que M, de modo que el volumen de datos de la unidad de datos es un múltiplo entero de la cantidad de rutas de transmisión de ancho de banda completo que no son defectuosas, en donde la cantidad de ráfaga objetivo es una cantidad requerida de transmisión a lo largo de las rutas de transmisión de ancho de banda completo para completar la transmisión de una unidad de datos y transmitir la unidad de datos reconfigurados a lo largo de las rutas de transmisión de ancho de banda completo que no son defectuosas.

20 2. El método de acuerdo con la reivindicación 1, antes de seleccionar (202, 302) N rutas de transmisión a partir de rutas de transmisión de ancho de banda completo que no son defectuosas para transmitir la unidad de datos, si una cantidad de rutas de transmisión de ancho de banda completo defectuosas es menor que o igual a M, que comprende:

25 deshabilitar una función de verificación de capa de enlace de datos de las rutas de verificación de redundancia, y establecer una función de verificación de capa de transporte para la transmisión de la unidad de datos.

3. El método de acuerdo con la reivindicación 2, en el que la configuración de una función de verificación de la capa de transporte para la transmisión de la unidad de datos comprende:

30 encapsular la unidad de datos en una pluralidad de paquetes, añadir un número de secuencia a cada uno de los paquetes de la unidad de datos y añadir un indicador de código de verificación de redundancia cíclica a cada uno de los paquetes de la unidad de datos; y cuando la cantidad de rutas de transmisión de ancho de banda completo defectuosas es menor que o igual a M, configurar el indicador de código de verificación de redundancia cíclica para el habilitamiento.

35 4. El método de acuerdo con la reivindicación 1, antes de seleccionar (202, 302) N rutas de transmisión a partir de las rutas de transmisión de ancho de banda completo que no son defectuosas para transmitir la unidad de datos, si una cantidad de rutas de transmisión de ancho de banda completo defectuosas es menor que M, que comprende:

40 cambiar un código de verificación de redundancia cíclica de 12 bits original a un código de verificación de redundancia cíclica de 8 bits y verificar la capa de enlace de datos en K rutas de transmisión de ancho de banda completo que no son defectuosas utilizando el código de verificación de redundancia cíclica de 8 bits, en que las K rutas de transmisión de ancho de banda completo que no son defectuosas son las rutas de transmisión de ancho de banda completo que no son defectuosas y quedan después de que se seleccionen las N rutas de transmisión de ancho de banda completo, y K es un número entero mayor que 0.

45 5. El método de acuerdo con la reivindicación 1, en el que la reconfiguración (203, 303) del volumen de datos de la unidad de datos de acuerdo con una cantidad de rutas de transmisión de ancho de banda completo que no son defectuosas y una cantidad de ráfaga objetivo, de modo que el volumen de datos de la unidad de datos es un múltiplo entero de la cantidad de rutas de transmisión de ancho de banda completo que no son defectuosas comprende:

50 reconfigurar un volumen de datos total de la unidad de datos y adquirir la cantidad de ráfaga objetivo para la transmisión de la unidad de datos reconfigurada, en que la cantidad de ráfaga objetivo es una suma de una cantidad de ráfaga de datos y una cantidad de ráfaga de código de verificación, la cantidad de ráfaga de código de verificación es una cantidad requerida de transmisión a lo largo de las rutas de transmisión de ancho de banda completo para completar la transmisión de un código de verificación correspondiente a una unidad de datos, y la cantidad de ráfagas de datos es una cantidad requerida de transmisión a lo largo de las rutas de transmisión de ancho de banda completo para completar la transmisión de datos correspondientes a una unidad de datos; y

55 multiplicar la cantidad de ráfaga objetivo y la cantidad de rutas de transmisión de ancho de banda completo que no son defectuosas para obtener el volumen total de datos reconfigurado de la unidad de datos, en que un bit del volumen de datos de la unidad de datos es transmitido cada vez a lo largo de una de las rutas de transmisión de ancho de banda completo.

6. El método de acuerdo con la reivindicación 5, en el que la adquisición de la cantidad de ráfaga objetivo para la transmisión de la unidad de datos comprende:

redondear un cociente obtenido al dividir un volumen de datos de un código de verificación por la cantidad de rutas de transmisión de ancho de banda completo que no son defectuosas, y multiplicar el resultado obtenido al redondear el cociente por una cantidad de ráfaga base, con el fin de obtener la cantidad de ráfaga objetivo, en que la cantidad de ráfaga base se establece de acuerdo con un patrón de diseño del bus.

7. Un aparato de transmisión de datos, que comprende: una unidad de detección (601), una unidad de configuración (602), una primera unidad de transmisión (603) y una segunda unidad de transmisión (604); en que

la unidad de detección (601) está configurada para detectar si se produce un fallo en rutas de transmisión de ancho de banda completo de un bus, en que las rutas de transmisión de ancho de banda completo comprenden: N rutas de transmisión de datos y M rutas de verificación de redundancia; las rutas de transmisión de datos se usan para transmitir una unidad de datos, y las rutas de verificación de redundancia se usan para realizar la verificación de la capa de enlace de datos para la transmisión de la unidad de datos; N y M son ambos números naturales mayores que 0, y la unidad de datos es un bloque de datos que tiene un volumen de datos específico; y disparar la primera unidad de transmisión (603) si la cantidad de rutas de transmisión de ancho de banda completo defectuosas es menor que o igual a M; y disparar la unidad de configuración (602) si una cantidad de rutas de transmisión de ancho de banda completo defectuosas es mayor que M;

la primera unidad de transmisión (603) está configurada para seleccionar N rutas de transmisión de ancho de banda completo a partir de rutas de transmisión de ancho de banda completo que no son defectuosas para transmitir la unidad de datos;

la unidad de configuración (602) reconfigura un tamaño de la unidad de datos de acuerdo con una cantidad de rutas de transmisión de ancho de banda completo que no son defectuosas y una cantidad de ráfaga objetivo, de modo que el volumen de datos de la unidad de datos sea un múltiplo entero de la cantidad de rutas de transmisión de ancho de banda completo que no son defectuosas, en que la cantidad de ráfaga objetivo es una cantidad requerida de tiempos de transmisión a lo largo de las rutas de transmisión de ancho de banda completo para completar la transmisión de una unidad de datos; y después de que se complete la reconfiguración de la unidad de datos, dispara la segunda unidad de transmisión (604); y

la segunda unidad de transmisión (604) está configurada para transmitir la unidad de datos reconfigurada a lo largo de las rutas de transmisión de ancho de banda completo que no son defectuosas.

8. El aparato de acuerdo con la reivindicación 7, en donde la primera unidad de transmisión (603) está configurada además para:

si se produce un fallo en las rutas de transmisión de ancho de banda completo y una cantidad de rutas de transmisión de ancho de banda completo defectuosas es menor que o igual a M, antes de seleccionar N rutas de transmisión de ancho de banda completo a partir de rutas de transmisión de ancho de banda completo que no son defectuosas para transmitir la unidad de datos, deshabilitar una función de verificación de capa de enlace de datos de las rutas de verificación de redundancia, y establecer una función de verificación de capa de transporte para la transmisión de la unidad de datos.

9. El aparato de acuerdo con la reivindicación 8, en donde el aparato de transmisión de datos comprende, además:

una unidad encapsuladora de datos (605), configurada para encapsular la unidad de datos en una pluralidad de paquetes, añadir un número de secuencia a cada uno de los paquetes de la unidad de datos, y añadir un indicador de código de verificación de redundancia cíclica a cada uno de los paquetes de la unidad de datos; y cuando la cantidad de rutas de transmisión de ancho de banda completo defectuosas es menor que o igual a M, configurar el indicador de código de verificación de redundancia cíclica para el habilitamiento.

10. El aparato de acuerdo con la reivindicación 7, en donde la primera unidad de transmisión (603) está configurada adicionalmente para:

si la cantidad de rutas de transmisión de ancho de banda completo defectuosas es menor que M, antes de seleccionar N rutas de transmisión de ancho de banda completo a partir de rutas de transmisión de ancho de banda completo que no son defectuosas para transmitir la unidad de datos, cambiar un código de verificación de redundancia cíclica original de 12 bits por un código de verificación de redundancia cíclica de 8 bits y realizar la verificación de la capa de enlace de datos en K rutas de transmisión de ancho de banda completo que no son defectuosas utilizando el código de verificación de redundancia cíclica de 8 bits, en que las K rutas de transmisión de ancho de banda completo que no son defectuosas son rutas de transmisión de ancho de banda completo que no son defectuosas y quedan después de seleccionar las N rutas de transmisión de ancho de banda completo, y K es un número entero mayor que 0.

11. El aparato de acuerdo con la reivindicación 7, en donde la unidad de configuración (602) está configurada para:

reconfigurar un volumen de datos total de la unidad de datos y adquirir la cantidad de ráfaga objetivo para la transmisión de la unidad de datos reconfigurada, en que la cantidad de ráfaga objetivo es una suma de una cantidad

- de ráfaga de datos y una cantidad de ráfaga de código de verificación, la cantidad de ráfaga de código de verificación es una cantidad requerida de transmisión a lo largo de las rutas de transmisión de ancho de banda completo para completar la transmisión de un código de verificación correspondiente a una unidad de datos, y la cantidad de ráfagas de datos es una cantidad requerida de transmisión a lo largo de las rutas de transmisión de ancho de banda completo para completar la transmisión de datos correspondientes a una unidad de datos; y
- 5 multiplicar la cantidad de ráfaga objetivo y la cantidad de rutas de transmisión de ancho de banda completo que no son defectuosas para obtener el volumen total de datos reconfigurado de la unidad de datos, en que un bit del volumen de datos de la unidad de datos es transmitido cada vez a lo largo de una de las rutas de transmisión de ancho de banda completo.
- 10 12. El aparato de acuerdo con la reivindicación 11, en donde cuando se adquiere la cantidad de ráfaga objetivo para la transmisión de la unidad de datos reconfigurada, la unidad de configuración (602) está configurada para:
- 15 redondear un cociente obtenido al dividir un volumen de datos de un código de verificación por la cantidad de rutas de transmisión de ancho de banda completo que no son defectuosas, y multiplicar el resultado obtenido al redondear el cociente por una cantidad de ráfaga base, con el fin de obtener la cantidad de ráfaga objetivo, en que la cantidad de ráfaga base se establece de acuerdo con un patrón de diseño del bus.

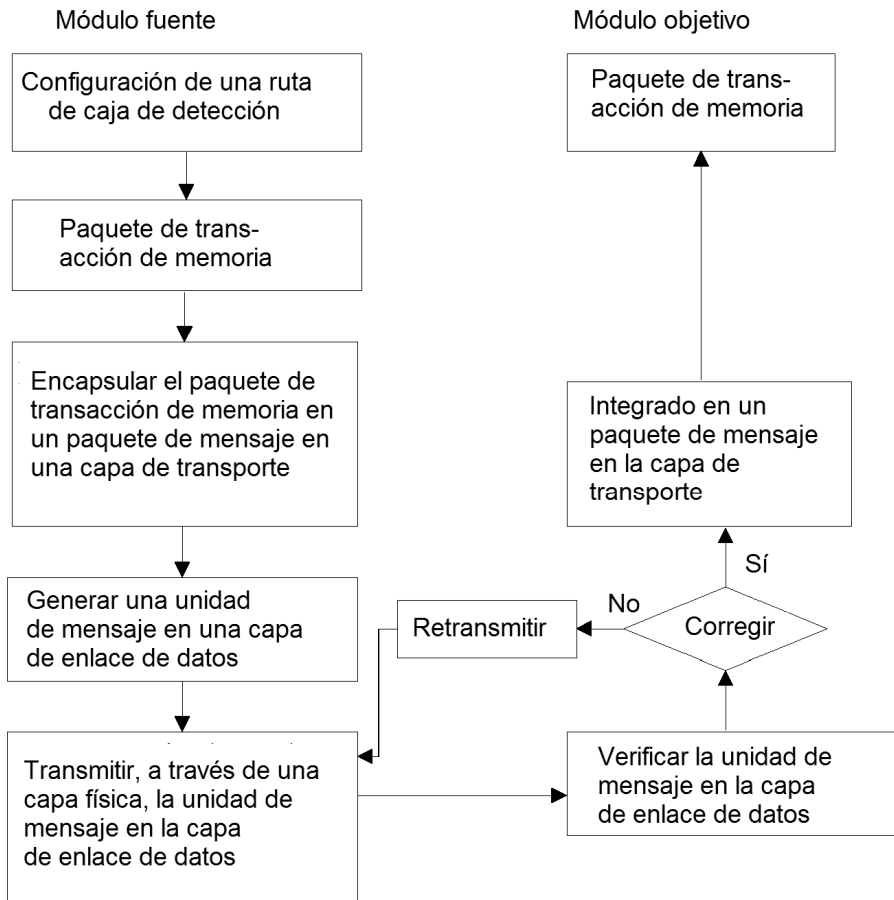


FIG. 1

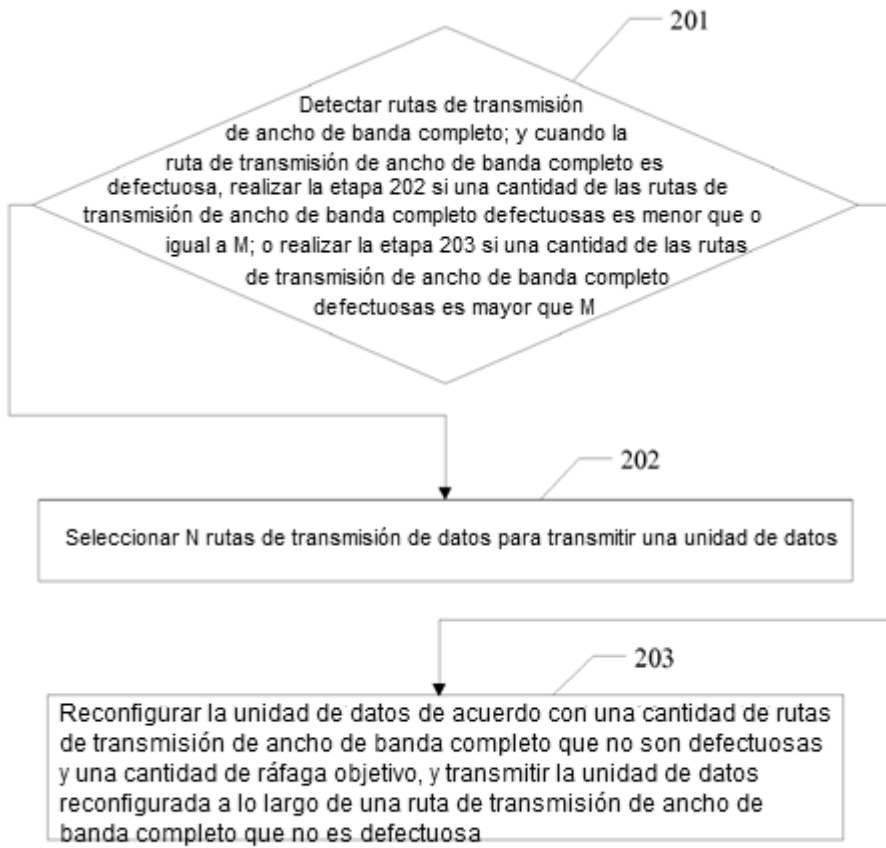


FIG. 2

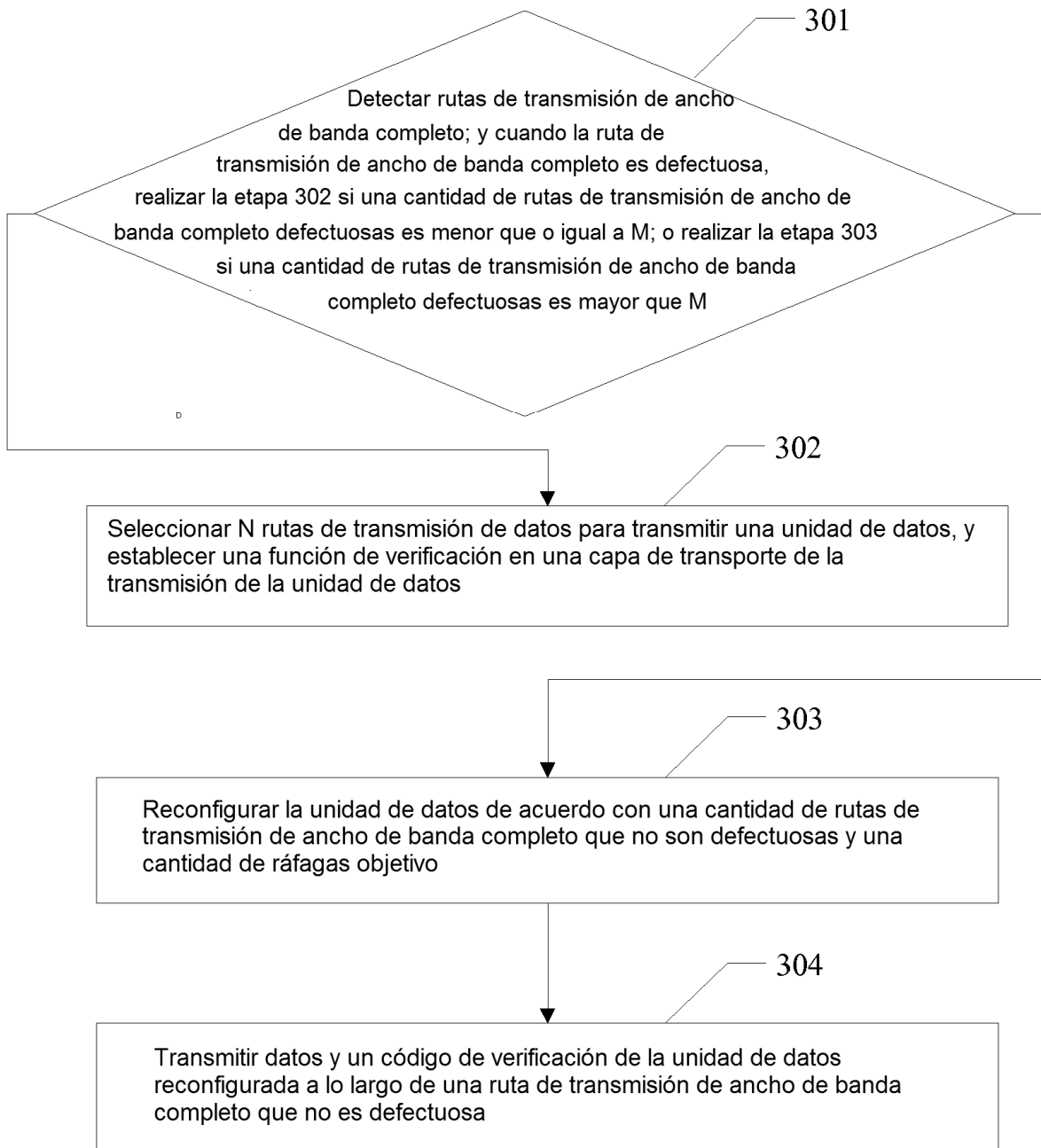


FIG. 3

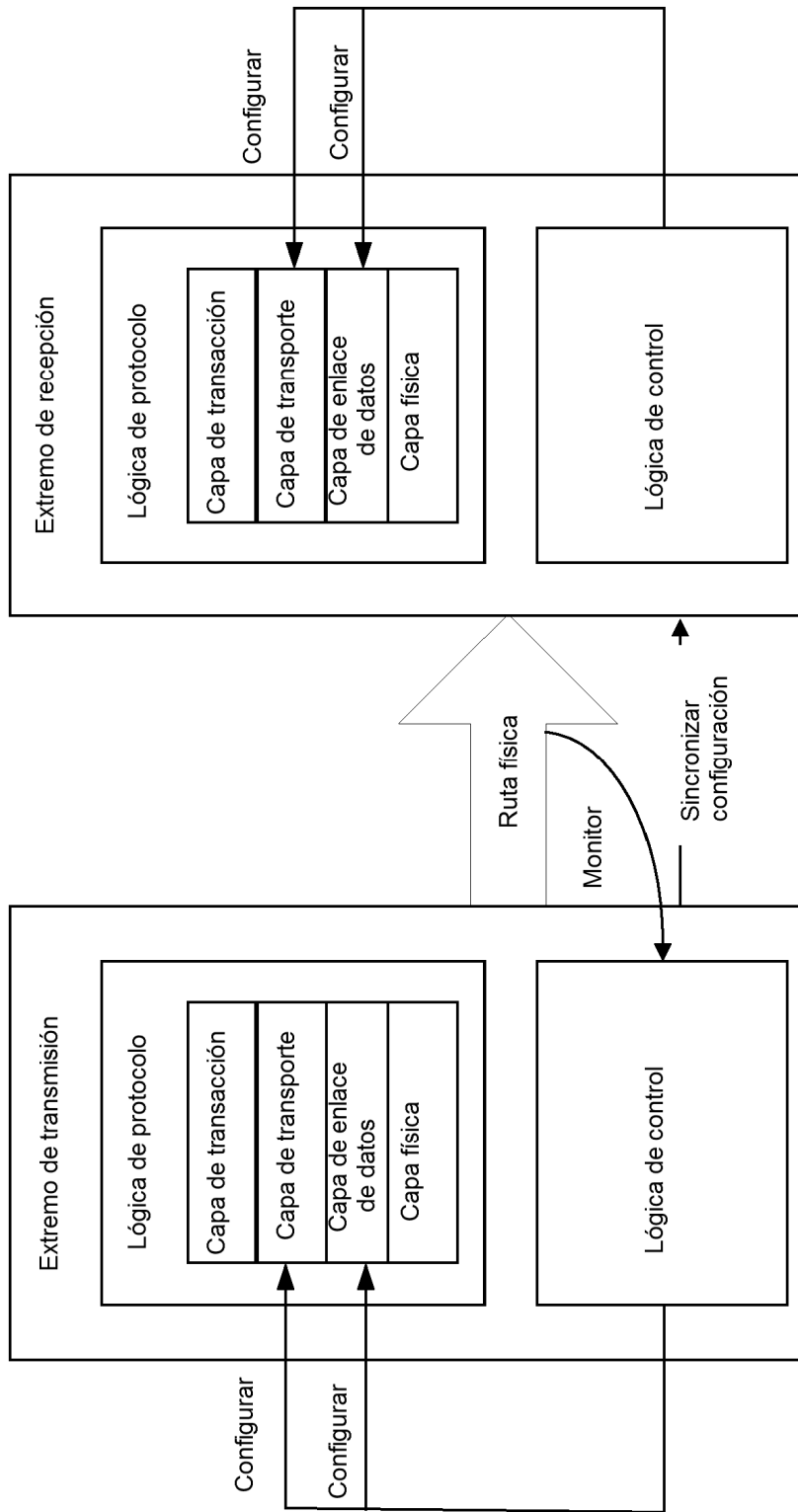


FIG. 4

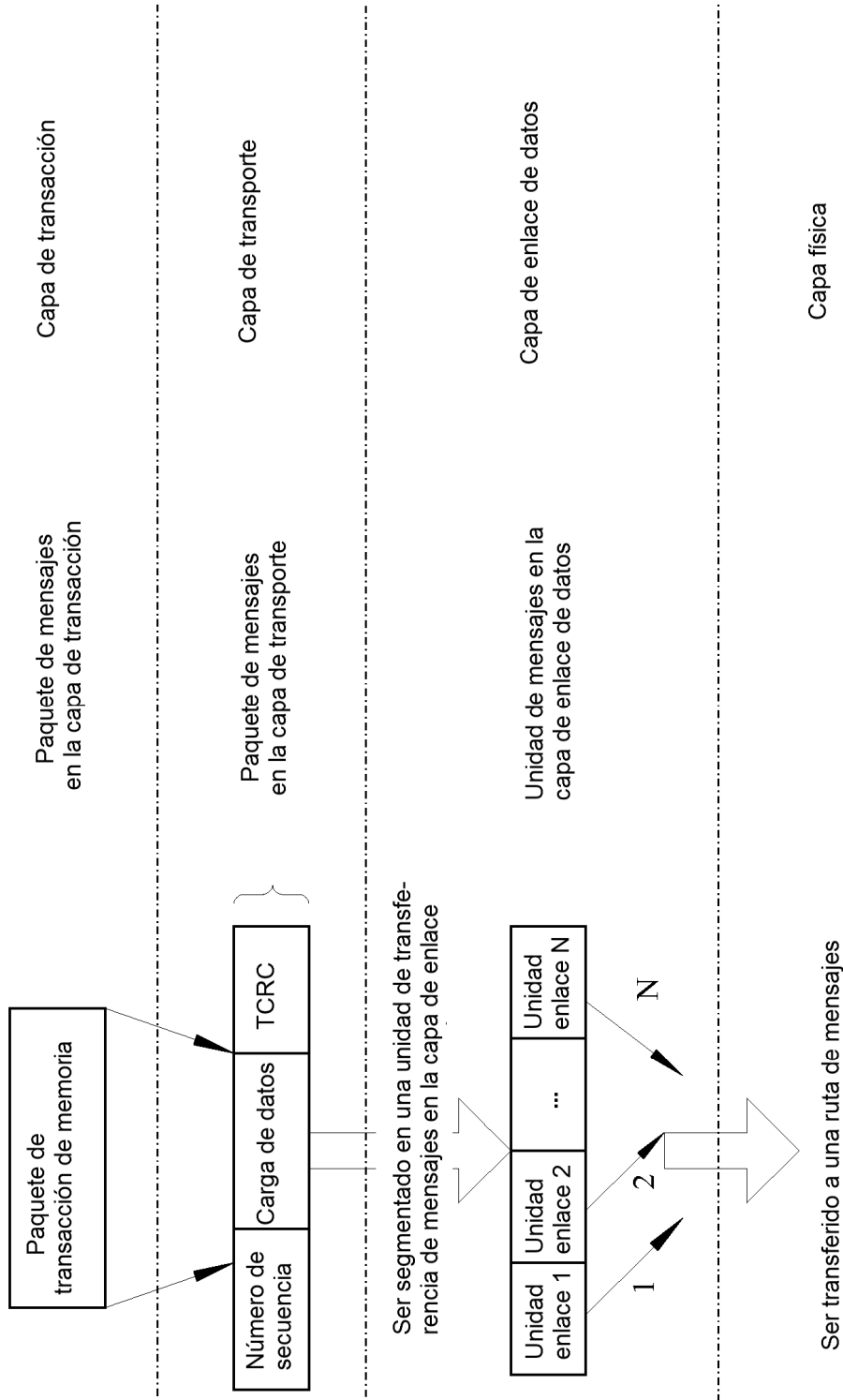


FIG. 5

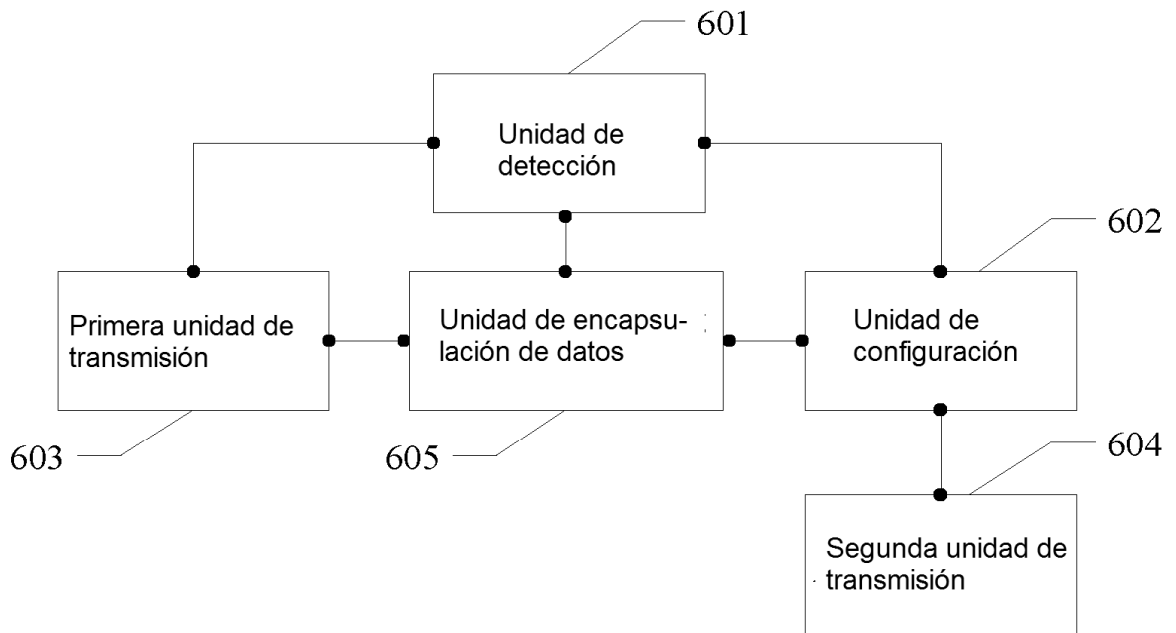


FIG. 6

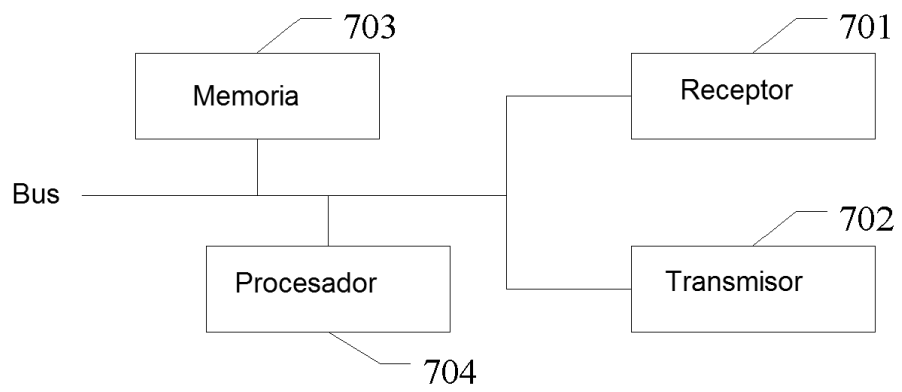


FIG. 7