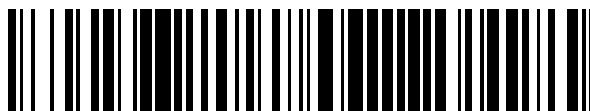


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 608 807**

51 Int. Cl.:

H04L 1/00

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **09.06.2010 PCT/US2010/037951**

87 Fecha y número de publicación internacional: **16.12.2010 WO10144561**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **09.06.2010 E 10731631 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **28.09.2016 EP 2441197**

54 Título: **Transmisión de datos basada en paquetes**

30 Prioridad:

10.06.2009 US 185635 P
09.04.2010 US 757709

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
17.04.2017

73 Titular/es:

MICROCHIP TECHNOLOGY INCORPORATED
(100.0%)
2355 West Chandler Boulevard
Chandler, Arizona 85224-6199, US

72 Inventor/es:

NEMETH, JOZSEF, G.

74 Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 608 807 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

Transmisión de datos basada en paquetes

La presente divulgación se refiere a un procedimiento y dispositivo para transmisiones de datos basadas en paquetes, en particular, a un protocolo de paquetes inalámbrico.

- 5 La transmisión de datos basada en paquetes usa diversas capas en las que se transmiten datos e información de control asociada, tal como identificadores de dirección para transmisor y receptor, longitud de datos, información de redundancia, etc. La transmisión de datos basada en paquetes se usa en una amplia diversidad de protocolos. Existen muchos protocolos en los que para transmisión de datos específicos la información de control adicional es mayor que la cabida útil de los datos. Por lo tanto, la transmisión de datos puede ralentizarse significativamente. En particular, en transceptores inalámbricos, por ejemplo, un transceptor 802.15.4, donde la transmisión de bytes de paquetes es una operación que gasta potencia, reducir el número de bytes transmitidos mediante el dispositivo inalámbrico tiene una correlación directa a la potencia operacional usada por el dispositivo inalámbrico. En muchas aplicaciones de transceptor inalámbrico alimentado por batería (por ejemplo, controles remotos, consolas de juegos, etc.) la tara de alineación de tramas de mensaje puede constituir una proporción importante del ciclo de trabajo de radio, teniendo de esta manera un impacto significativo en la vida de la batería.

El documento EP1988655 desvela un procedimiento de reducción de tara en transmisión de paquetes de datos reduciendo el tamaño de paquete sustituyendo la dirección de destino por un identificador que se combina con el código de CRC.

Existe una necesidad de una manera más eficaz de transmisión de datos basada en paquetes.

- 20 De acuerdo con una realización, un procedimiento para transmitir datos en un sistema de transmisión basado en paquetes puede tener las etapas de: ensamblar un paquete incluyendo información de control y datos de cabida útil, en el que la información de control incluye una dirección de destino; calcular información de redundancia usando el paquete; retirar la dirección de destino del paquete y añadir la información de redundancia al paquete, en el que se establece un bit de control en el paquete indicando que no se incluye dirección de destino en el paquete; y transmitir el paquete.

- De acuerdo con una realización adicional, el bit de control en el paquete que indica que no se incluye dirección de destino en el paquete puede establecerse antes de calcular la información de redundancia. De acuerdo con una realización adicional, la información de redundancia puede calcularse usando una comprobación de redundancia cíclica (CRC). De acuerdo con una realización adicional, durante el ensamblaje la dirección de destino puede incluirse en un encabezamiento de trama. De acuerdo con una realización adicional, durante el ensamblaje la dirección de destino puede ser la primera información incluida en el encabezamiento de trama. De acuerdo con una realización adicional, el paquete puede transmitirse de manera inalámbrica. De acuerdo con una realización adicional, el procedimiento puede operar con una norma 802.15.4.

- 35 De acuerdo con otra realización, un procedimiento para recibir datos en un sistema de transmisión basado en paquetes puede tener las etapas de: recibir un paquete que incluye información de control, datos de cabida útil e información de redundancia de transmisión; determinar si se incluye una dirección de destino en la información de control; si no se incluye dirección de destino entonces insertar una dirección en la información de control y eliminar la información de redundancia de transmisión del paquete; calcular información de redundancia de recepción usando el paquete; y comparar la información de redundancia de recepción y la información de redundancia de transmisión y si coinciden, aceptar el paquete y de otra manera descartar el paquete.

- De acuerdo con una realización adicional, la información de redundancia puede calcularse usando una comprobación de redundancia cíclica (CRC). De acuerdo con una realización adicional, la etapa de determinación puede realizarse comprobando si se establece un bit predeterminado en un encabezamiento de trama. De acuerdo con una realización adicional, el procedimiento puede tener la etapa de calcular una semilla de CRC usando la dirección insertada. De acuerdo con una realización adicional, la información de redundancia de transmisión puede almacenarse. De acuerdo con una realización adicional, el paquete puede transmitirse de manera inalámbrica. De acuerdo con una realización adicional, el procedimiento puede operar con una norma de transmisión 802.15.4.

- De acuerdo con otra realización más, un transmisor puede comprender una unidad de ensamblaje de mensaje; una unidad de cálculo de información de redundancia acoplada con la unidad de ensamblaje de mensaje; y una unidad de transmisión acoplada con la unidad de ensamblaje de mensaje, en el que la unidad de ensamblaje de mensaje puede operar para ensamblar un paquete que incluye información de control y datos de cabida útil, en el que la información de control incluye una dirección de destino; reenviar el paquete a la unidad de cálculo de información de redundancia para calcular una información de redundancia, retirar la dirección de destino del paquete y añadir la información de redundancia al paquete, establecer un bit de control en el paquete que indica que no se incluye dirección de destino en el paquete, y reenviar el paquete a la unidad de transmisión.

De acuerdo con una realización adicional, el transmisor puede operarse para establecer el bit de control en el paquete que indica que no se incluye dirección de destino en el paquete antes de reenviar el paquete a la unidad de

cálculo de información de redundancia.

De acuerdo con una realización adicional, la unidad de cálculo de información de redundancia puede ser una unidad de comprobación de redundancia cíclica (CRC). De acuerdo con una realización adicional, la unidad de transmisión puede ser una unidad de transmisión inalámbrica. De acuerdo con una realización adicional, la unidad de transmisión inalámbrica puede operar de acuerdo con una norma 802.15.4. De acuerdo con una realización adicional, el transmisor puede ser parte de un transceptor en un circuito integrado que tiene una interfaz I²C. De acuerdo con una realización adicional, el transmisor puede comprender adicionalmente una batería como una fuente de alimentación.

De acuerdo con otra realización más, un receptor puede comprender una unidad de reconstrucción de mensaje; una unidad de cálculo de información de redundancia acoplada con la unidad de ensamblaje de mensaje; y una unidad de recepción acoplada con la unidad de reconstrucción de mensaje, que opera para recibir un paquete que incluye información de control, datos de cabida útil e información de redundancia de transmisión, en el que la unidad de reconstrucción de mensaje puede operarse para determinar si se incluye una dirección de destino en la información de control; si no se incluye dirección de destino, entonces la unidad de reconstrucción de mensaje puede operarse para insertar una dirección en la información de control y eliminar la información de redundancia de transmisión del paquete; reenviar el paquete a la unidad de cálculo de redundancia para calcular una información de redundancia de recepción; y comparar la información de redundancia de recepción y la información de redundancia de transmisión y si coinciden, aceptar el paquete y de otra manera descartar el paquete.

De acuerdo con una realización adicional, la unidad de cálculo de información de redundancia puede ser una unidad de comprobación de redundancia cíclica (CRC). De acuerdo con una realización adicional, la unidad de reconstrucción de mensaje puede determinar si se incluye una dirección de destino comprobando si se establece un bit predeterminado en un encabezamiento de trama del paquete. De acuerdo con una realización adicional, la unidad de CRC puede operarse para calcular una semilla de CRC usando la dirección insertada antes de que se reciba completamente un paquete. De acuerdo con una realización adicional, el receptor puede comprender adicionalmente memoria para almacenar la información de redundancia de transmisión. De acuerdo con una realización adicional, el receptor puede comprender adicionalmente memoria para almacenar la dirección insertada. De acuerdo con una realización adicional, la unidad de recepción puede ser una unidad de recepción inalámbrica. De acuerdo con una realización adicional, la unidad de recepción inalámbrica puede operar con una norma 802.15.4. De acuerdo con una realización adicional, el receptor puede ser parte de un transceptor en un circuito integrado que tiene una interfaz I²C. De acuerdo con una realización adicional, el receptor puede comprender adicionalmente una batería como una fuente de alimentación.

De acuerdo con otra realización más, un transceptor puede comprender una unidad de cálculo de información de redundancia; una unidad de ensamblaje y reconstrucción de mensaje acoplada con la unidad de cálculo de información de redundancia; una unidad de transceptor acoplada con la unidad de ensamblaje de mensaje para transmitir y recibir paquetes, en el que la unidad de ensamblaje y reconstrucción de mensaje puede operarse para transmisión: para ensamblar un paquete que incluye información de control y datos de cabida útil, en el que la información de control incluye una dirección de destino; reenviar el paquete a la unidad de cálculo de información de redundancia para calcular una información de redundancia, retirar la dirección de destino del paquete y añadir la información de redundancia al paquete, establecer un bit de control en el paquete que indica que no se incluye dirección de destino en el paquete; y reenviar el paquete a la unidad de transmisión; y que opera adicionalmente para recepción: para determinar si se incluye una dirección de destino en información de control de un paquete recibido; si no se incluye dirección de destino, insertar una dirección en la información de control y eliminar una información de redundancia recibida desde el paquete; reenviar el paquete a la unidad de cálculo de redundancia para calcular una información de redundancia de recepción; y comparar la información de redundancia de recepción y la información de redundancia recibida y si coinciden, aceptar el paquete y de otra manera descartar el paquete.

De acuerdo con una realización adicional, la unidad de cálculo de información de redundancia puede ser una unidad de comprobación de redundancia cíclica (CRC). De acuerdo con una realización adicional, la unidad de transceptor puede ser una unidad de transceptor inalámbrico. De acuerdo con una realización adicional, la unidad de transceptor inalámbrico puede operar de acuerdo con una norma 802.15.4. De acuerdo con una realización adicional, el transceptor puede comprender adicionalmente una interfaz I²C. De acuerdo con una realización adicional, el transceptor puede comprender adicionalmente una batería como una fuente de alimentación. De acuerdo con una realización adicional, el transceptor puede comprender adicionalmente memoria para almacenar la información de redundancia recibida. De acuerdo con una realización adicional, el transceptor puede comprender adicionalmente memoria para almacenar la dirección insertada. De acuerdo con una realización adicional, el transceptor puede operarse para establecer el bit de control en el paquete que indica que no se incluye dirección de destino en el paquete antes de reenviar el paquete a la unidad de cálculo de información de redundancia.

Un entendimiento más completo de la presente divulgación y ventajas de la misma puede obtenerse haciendo referencia a la siguiente descripción cuando se toma en conjunto con los dibujos adjuntos en los que:

La Figura 1 es un diagrama de bloques del sistema con un transmisor y un receptor de acuerdo con una realización;

La Figura 2 es un diagrama de bloques de un transceptor de acuerdo con una realización;

Las Figuras 3 y 4 muestran diferentes realizaciones de transmisión de datos basada en paquetes;

La Figura 5 muestra elementos de un motor de CRC;

La Figura 6 muestra un cálculo de CRC ejemplar; y

5 La Figura 7 muestra elementos genéricos de un motor de CRC.

Aunque las realizaciones de esta divulgación se han representado, descrito y se definen por referencia a realizaciones de ejemplo de la divulgación, tales referencias no implican una limitación en la divulgación, y no se ha de inferir tal limitación. Pueden realizarse en la materia objeto desvelada modificaciones y alteraciones considerables, y equivalentes en forma y función, como se les ocurrirá a los expertos en la materia pertinente y que tienen el beneficio de esta divulgación. Las realizaciones representadas y descritas de esta divulgación son ejemplos únicamente y no son exhaustivas del alcance de la divulgación.

Por lo tanto en la comunicación basada en paquetes, en particular en escenarios de comunicación inalámbrica propietarios mencionados en el presente documento, se desea idear un protocolo de comunicaciones que permita ahorros en el ciclo de trabajo de transmisión de radio y reducción de la tara de alineación de tramas de paquetes para reducir la potencia operacional usada por el dispositivo inalámbrico reduciendo el número de bytes transmitidos.

Este y otros objetos pueden conseguirse mediante los procedimientos, transceptor, transmisor y/o receptor como se definen en las reivindicaciones independientes. Mejoras adicionales están caracterizadas en las reivindicaciones dependientes.

En redes de comunicación inalámbricas y cableadas, la transmisión de datos basada en paquetes puede incluir el identificador de dirección de la unidad de transmisión y recepción como información de control. Por lo tanto, en la recepción un receptor puede comprobar inmediatamente si la transmisión pretendía recibirse por esta unidad y si no, descarta la información recibida. De acuerdo con las enseñanzas de esta divulgación, se consigue una reducción en el paquete o longitud de trama para protocolos inalámbricos omitiendo la dirección de destino, por ejemplo, infiriendo la dirección de destino del paquete o trama. Infiriendo la dirección de destino de otra información en el paquete o trama tal como una redundancia o información de seguridad, la dirección de destino puede omitirse de cada paquete o trama, y de esta manera reducir el paquete global o longitud de trama. Por ejemplo, una comprobación de redundancia cíclica (CRC) puede usarse para generar información adicional que infiere la dirección de destino como se explicará en más detalle a continuación. Esta reducción en longitud de datos puede ser típicamente el diez por ciento en el dominio de aplicación objetivo. Por lo tanto, la transmisión puede ser más rápida y de manera más importante, para transmisión inalámbrica en sistemas operados por batería, es necesaria menos energía para transmitir los datos. Esto puede ser ventajoso en dispositivos que transmiten muy pocos datos pero de manera constante, tal como un dispositivo de entrada inalámbrico que incluye un ratón y teclado inalámbrico. En los casos de un ratón o teclado la cabida útil a menudo es significativamente más pequeña que la información de control en un paquete o trama. Por lo tanto, reducir la información de control puede ser muy beneficioso para ahorros de velocidad y energía.

La Figura 1 muestra un sistema 100, 105 para transmisión de datos basada en paquetes usando una unidad 110 de redundancia cíclica (CRC) para añadir redundancia adicional a la información transmitida. Pueden usarse otros procedimientos de redundancia como será evidente a partir de la presente divulgación. Puede proporcionarse una unidad 130 de ensamblaje de mensaje que recibe la cabida útil 120 de los datos e información 150 de control de trama así como otra información (no mostrada). La información 150 de control de trama puede incluir un bit 160 que cuando se establece indica a la unidad 130 de ensamblaje de mensaje que un paquete o trama con o sin la dirección de destino se ha de generar y transmitir. La información 150 de control de trama puede incluir una pluralidad de otros bits de control que controlan cómo la unidad de ensamblaje de mensaje configura los datos a transmitirse. Estos pueden incluir, modos de difusión, modo de acuse de recibo, etc. La unidad 130 de ensamblaje de mensaje está acoplada con una unidad 140 de transmisión para transmisión cableada o inalámbrica. La Figura 1 también muestra una unidad 170 de fuente de alimentación por batería que indica que el transmisor puede ser un dispositivo inalámbrico móvil.

En el lado del receptor, un receptor 145 cableado o inalámbrico está acoplado con una unidad 135 de reconstrucción. De acuerdo con una realización, la unidad 135 de recepción recibe la dirección de unidad por ejemplo desde un registro o memoria 125. La unidad 135 de reconstrucción está acoplada con una unidad 115 de CRC que puede ser idéntica a la unidad 110 de CRC del transmisor 100. De nuevo, el receptor puede alimentarse también por batería como se indica por el recuadro 175 de línea discontinua. El receptor 105 recibe un mensaje y decodifica la información de control de trama para determinar la configuración del mensaje recibido.

Se apreciará, que el transmisor 100 y el receptor 105 pueden combinarse para formar un transceptor. En una realización de este tipo, únicamente es necesaria una única unidad de CRC y puede compartirse con la respectiva circuitería de recepción y de transmisión.

Usar un procedimiento de CRC generalmente requiere que los datos incluyan información de control y cabida útil de datos para que se procesen por una unidad 110 de CRC usando un polinomio generador predefinido como se explicará a continuación en más detalle. A continuación, el resultado de un cálculo de CRC se añade en general, por ejemplo, anexa, a los datos a transmitirse. El receptor 105 que también tiene conocimiento del polinomio generador aplica el mismo algoritmo a los datos y compara el resultado con el resultado que se ha añadido a la transmisión. Por lo tanto, puede verificarse una transmisión correcta en el lado del receptor. En caso de que la transmisión se interrumpiera de manera que los datos de la transmisión se hayan corrompido, el receptor generará un resultado diferente y a continuación descartará el paquete o trama recibida y solicitará retransmisión.

El cálculo de CRC puede realizarse usando un Registro de Desplazamiento de Realimentación Lineal (LFSR) como se explicará a continuación en más detalle. Sin embargo, puede ser más eficaz en cuanto al ciclo calcular la CRC con un procedimiento orientado a byte que únicamente calcula el resto. Para coordinarse con la recepción, esto puede ser beneficioso de acuerdo con diversas realizaciones.

De acuerdo con una realización, esta comprobación de redundancia se usa para reducir la cantidad de datos transmitidos. Por ejemplo, si el bit 160 se establece a "0", esto indicará a la unidad 130 de ensamblaje de mensaje que no hay dirección de destino para que se incluya en el paquete o trama. En el flujo de datos a transmitir, la unidad 130 de ensamblaje de mensaje, por ejemplo, incluye este bit en el encabezamiento de trama. Por lo tanto, un receptor podrá reconocer inmediatamente si una dirección de destino está presente o no. Si este bit se establece a "0", la unidad 130 de ensamblaje de mensaje suprimirá la dirección de destino del paquete o trama transmitido y deja que la decisión de aceptación en el receptor se base únicamente en la Secuencia de Comprobación de Trama recibida que en la realización mostrada en la Figura 1 es una CRC. Como se ha mencionado anteriormente, se reserva una bandera de "Dirección de Destino presente" en un encabezamiento de trama (Campo Control de Trama (FrameControl)) y se establece a Falso (0) para señalar el modo de direccionamiento inferido. El transmisor calcula la CRC a través de toda la trama completa incluyendo la dirección de destino pero a continuación suprime la dirección de destino (DAddr) antes de que se transmita el paquete o trama. Por lo tanto, la dirección de destino puede inferirse del resultado de CRC como se explicará a continuación.

El receptor 105 comprueba la CRC insertando su propia dirección como se explicará a continuación. En el caso de una coincidencia se acepta la trama, de otra manera se descarta de manera silenciosa. De esta manera el filtrado de CRC se hace cargo del papel del filtrado de Coincidencia de Dirección. Como se apreciará, puede usarse cualquier otra comprobación de redundancia o incluso una codificación de seguridad que incluya la dirección de destino en un algoritmo que genera un resultado conocido.

En particular, en sistemas inalámbricos, puesto que la tara de alineación de trama se hace más corta, el ciclo de trabajo de la radio se reduce, y el caudal se aumenta. Puesto que la energía consumida enviando un único byte puede superar el presupuesto de energía de cientos de operaciones de bytes de MCU, el impacto en la vida de la batería puede ser significativo.

La Figura 2 muestra otra realización con un dispositivo 320 transceptor acoplado con un microcontrolador o procesador 310 mediante una interfaz en serie y mediante circuitería 330 de adaptación con una antena 340. El transceptor 320 puede diseñarse para operar con un protocolo de transmisión inalámbrica, por ejemplo de acuerdo con la norma 802.15.4. Para este fin, el dispositivo transceptor comprende todos los elementos necesarios tales como la capa de control de acceso al medio (MAC), capa física PHY, interfaz, gestión de potencia y memoria, etc., para transmitir y recibir de acuerdo con la norma. La funcionalidad adicional de acuerdo con diversas realizaciones puede implementarse en el dispositivo 320 transceptor o en el microcontrolador 310 como se indica mediante el registro 150 de control de trama con el bit 160 de indicación de dirección de destino. Si se usa una unidad de CRC para realizar la comprobación de redundancia, una unidad de este tipo se implementa en el respectivo dispositivo 320 como se muestra, por ejemplo, en la Figura 1 o en el microcontrolador 310. En caso de un microcontrolador o procesador, la CRC puede realizarse mediante software, por lo tanto, no requiriendo el hardware adicional. El transceptor puede ser un dispositivo de circuito integrado que puede acoplarse con un microcontrolador 310 por medio de una interfaz I2C y puede operarse en particular con batería.

Las Figuras 3 y 4 muestran diferentes modos de implementación. De acuerdo con la Figura 3, el transmisor 100 o transceptor construyen la trama de manera que la información de control de trama FrameCtrl se concatena con un número secuencial SeqNo, una dirección de destino DAddr, una dirección de origen SAddr y la cabida útil de los datos. Como puede observarse un paquete o trama generalmente consiste en información de control que incluye la dirección de destino y datos de cabida útil. Esta trama se alimenta a continuación a la unidad 110 de CRC que calcula un resultado. El resultado se anexa a continuación a la trama y de manera más importante si el bit 160 de dirección de destino se establece a "0", la dirección de destino DAddr se retira de la trama como se muestra en la trama B en la Figura 3. Por lo tanto, dependiendo del tipo de transmisión, la información de control incluye cualesquiera datos de control que sean necesarios pero sin la dirección de destino. El receptor recibe la trama B, almacena el resultado de CRC transmitido y lo retira de la trama e inserta su propia dirección NAddr, en este punto entre SeqNo y SAddr como se muestra en la trama C en la Figura 3. Esta trama C se alimenta a continuación en la unidad 115 de CRC en el lado del receptor que calcula el resultado de CRC. El resultado de CRC de lado del receptor se compara a continuación con el resultado de CRC de transmisor previamente almacenado. Si ambos son el mismo, a continuación se transmite la trama que se designó para el receptor y el receptor puede procesar

adicionalmente los datos almacenándolos y/o procesándolos.

La Figura 4 muestra otra posible realización que proporciona velocidad de procesamiento mejorada en particular cuando se usa un algoritmo de CRC. En esta realización la dirección de destino DAddr se mueve a la cabecera del cálculo de CRC en el modo de direccionamiento inferido. Esto puede hacerse sin penalización puesto que la DAddr no se envió. El beneficio es que ahora el receptor puede inicializar el cálculo de la CRC con un vector precalculado desde su propia dirección NAddr una vez en la inicialización. Esto puede hacerse antes de que se haya recibido cualquier dato. Por lo tanto en la llegada de la trama, el cálculo de CRC se coordina con la recepción en particular a medida que el algoritmo de CRC procesa su resultado desplazando los bits de datos recibidos en el motor de CRC que se explicará en mayor detalle a continuación.

Incluso aunque en algunas realizaciones pueden descartarse tramas únicamente después de que se haya recibido el último byte, por lo tanto, aumentando el consumo de potencia en nodos no direccionados por la trama, en general sustancialmente no tiene lugar penalización puesto que los dispositivos inalámbricos de ciclo de trabajo alto se alimentan para que estén activos la mayoría del tiempo de todas maneras. Mientras que los nodos de ciclo de trabajo bajo usan interrogación u otros procedimientos de sincronización para recepción, que minimiza la ventana de tiempo para direccionamiento erróneo. Mientras tanto el lado de transmisión siempre ahorra potencia.

En casos muy raros dos direcciones elegidas aleatoriamente pueden producir el mismo vector de inicialización de CRC creando por lo tanto un conflicto de direccionamiento. Suponiendo una CRC de 16 bits, este caso tiene muy baja probabilidad, e incluso puede no tener lugar si las dos direcciones difieren únicamente a través de un intervalo de 16 bits. Pueden usarse otros elementos del protocolo para resolver el problema. Pautas de error específicas pueden dar como resultado direccionamiento erróneo. Pero esto es equivalente al caso cuando un error pasa desapercibido. Por lo tanto, se supone que las aplicaciones lo hacen frente.

De acuerdo con una realización de ejemplo específica de esta divulgación un campo Destino Presente de 1 bit en el paquete o trama puede determinar si existe una dirección de destino en el encabezamiento de MAC. Cuando se establece este bit, la dirección de destino con longitud definida mediante el transceptor o el protocolo de interconexión en red está presente en el encabezamiento de MAC. Cuando este bit está libre, la dirección de destino no se muestra en el encabezamiento de MAC. La ausencia de una dirección de destino puede ocurrir en otras transmisiones. Por ejemplo, en un paquete de acuse de recibo, no hay dirección de destino presente. Cuando el tipo de paquete o trama es 0b10, el bit de Destino Presente debe liberarse ya que no es necesario para un acuse de recibo. Un modo de transmisión completamente diferente tampoco requiere una dirección de destino, en concreto, un paquete de difusión, tal como una transmisión que se pretende que se reciba por cualquier receptor. Por lo tanto, cuando se establece el bit de difusión, el bit de Destino Presente debe liberarse también y no se incluye dirección de destino. Finalmente, como se ha explicado anteriormente, la dirección de destino puede omitirse si se usa destino inferido. Cuando se usa el modo de destino inferido, la dirección de destino se usa aún cuando se calcula la CRC, pero no se transmite. Cuando el transceptor recibe el paquete o trama, comprobará la CRC con su propia dirección añadida. Un error de CRC en este caso es debido al error de transmisión o a que el mensaje no es para este nodo de recepción.

La siguiente divulgación explica el algoritmo de CRC en más detalle. Sin embargo, como se ha establecido anteriormente, pueden usarse otros procedimientos para comprobar una redundancia y la presente invención no está limitada a usar el procedimiento de CRC.

CRC es uno de los algoritmos de comprobación de errores más versátiles usados en diversos sistemas de comunicación digital. CRC establece la Comprobación de Código de Redundancia Cíclica o simplemente la Comprobación de Redundancia Cíclica. La mayoría de los protocolos de comunicación populares, como CAN, USB, IrDA®, SDLC, HDLC y Ethernet, emplean CRC para detección de errores. Normalmente, para la detección de errores en sistemas de comunicación digitales, se calcula una suma de comprobación en el mensaje que necesita transmitirse. La suma de comprobación calculada se anexa a continuación al final del flujo de mensaje y se transmite. En el extremo de recepción, la suma de comprobación del flujo de mensaje se calcula y compara con la suma de comprobación transmitida. Si ambas son iguales, entonces el mensaje recibido se trata como libre de errores.

CRC funciona de una manera similar, pero tiene mayores capacidades para detección de errores que las formas convencionales. Se emplean diferentes polinomios de CRC para detección de errores. El tamaño de CRC depende del polinomio elegido. Un módulo de hardware especializado puede usarse para implementar una CRC. Todos los cálculos de CRC se llevan a cabo en el GF (2) (campo de Galois para 2 elementos); 'campo' es algo en el que realizar adición, resta, multiplicación y división puede realizarse y los '2 elementos' especifican que el campo tiene únicamente dos valores, cualquiera de '1' o '0'. Esto es análogo al campo binario o módulo 2. La aritmética módulo 2 usa adición o resta binaria sin arrastre, que es equivalente a la operación XOR. La multiplicación y división son similares a la multiplicación y división binaria, respectivamente. El mensaje a transmitirse se trata como un polinomio y se divide por un polinomio irreducible (primo) conocido como el 'polinomio generador'. El grado del polinomio generador debería ser menor que el del polinomio del mensaje. Para un polinomio generador de 'n + 1' bits, el resto no será mayor que 'n' bits. La suma de comprobación de CRC de los datos es el binario equivalente del resto después de la división.

Si se considera un mensaje de 'M' de 'k' bits y polinomio generador 'G' de 'n + 1' bits, dividir el mensaje por el generador producirá un resto 'R' de 'n' bits. Por lo tanto, $M = GQ + R$; donde Q es el cociente obtenido cuando M se divide por G.

$$M = G \cdot Q + R$$

$$M + R = GQ = M - R \quad (1)$$

- 5 (Puesto que la adición y resta son equivalentes en la aritmética de módulo 2). Ahora, $M + R = GQ$, donde la suma de comprobación está embebida en el mensaje ($M + R$). En este punto, añadiendo la suma de comprobación al mensaje, los últimos 'n' bits del mensaje se corrompen. En lugar de embeber la suma de comprobación en el mensaje, la suma de comprobación se anexa al mensaje, evitando por lo tanto la corrupción de los bits de mensaje.
- 10 Cuando se anexa el resto al mensaje para transmisión, es equivalente a desplazar los bits de mensaje por el número de bits restantes. Inicialmente, el flujo de mensaje se anexa con ceros. Después del cálculo de suma de comprobación, se sustituyen ceros por la suma de comprobación real calculada, que es el binario equivalente del resto de la división. El número de ceros anexados es dependiente del grado del polinomio generador.

Anexar 'n' bits cero al polinomio del mensaje es equivalente a multiplicar el polinomio por 2^n . La ecuación 2 explica esto:

$$M = G \cdot Q + R$$

$$M 2^n = Q^I \cdot G + R^I$$

$$15 \quad M 2^n + R^I = Q^I \cdot G \quad (2)$$

A partir de la ecuación 2, puede observarse que G es el múltiplo exacto de ($M 2^n + R^I$). En el extremo de recepción, si G es un múltiplo exacto del mensaje, entonces el mensaje no se corrompe.

- 20 En el campo binario, los datos están en forma de un polinomio (es decir, si el campo de datos es '11101', entonces puede representarse en la forma polinomial escribiéndose como $X^4 + X^3 + X^2 + X^0$). En general, un polinomio generador es irreducible y los bits Más Significativos y los bits Menos Significativos son siempre '1'. Algunos polinomios generadores y su interpretación se muestran a continuación en la Tabla 1.

Tabla 1

Tipo	Polinomio	Binario	Hex
CRC. 12:	$X^{12} + X^{11} + X^3 + X^2 + X + 1$	1100000001111	:180Fh
CRC. 16:	$X^{16} + X^{15} + X^2 + 1$	11000000000000101	:11021h
CRC. CCITT:	$X^{16} + X^{12} + X^5 + 1$	10001000000100001	:18005h

- 25 Como se muestra en un cálculo ejemplar en la Figura 5, lo siguiente supone que un polinomio de mensaje es '1100100111' y un polinomio generador es '10101' ($n + 1 = 5$). Para el fin del cálculo de CRC, se anexan cuatro (n) ceros al polinomio de mensaje y se divide el polinomio de mensaje por el polinomio generador.

A partir de la Figura 5, puede inferirse que en cada etapa se desplaza el bit más superior del resultado. Estos bits desplazados forman el cociente de la división polinomial. El resto de la división polinomial es la CRC del mensaje. Con el ejemplo de división dado, puede deducirse que:

- 30 - Si el bit más superior de un polinomio de mensaje es '1', entonces se realiza XOR con el polinomio generador. Entonces, este polinomio de mensaje se desplaza en 1 bit.
- Si el bit más superior es un '0', realizar una operación de desplazamiento en 1 bit en el polinomio de mensaje (puesto que XOR con ceros da como resultado el mismo polinomio).

Con las inferencias anteriores, puede definirse un algoritmo para cálculo de CRC como:

- 35 1. Si el bit Más Significativo es '1', desplazar los bits de mensaje en 1 posición y realizar una operación XOR.
2. Si el bit Más Significativo es '0', desplazar los bits de mensaje en 1 posición.
3. Si aún hay más bits, entonces repetir desde la etapa 1.

Puede observarse que la operación de desplazamiento se realiza en primer lugar y a continuación la operación

XOR. Cuando el polinomio generador es ' $n + 1$ ' bits, el bit Más Significativo es siempre '1'. Puesto que es siempre '1', puede hacerse más redundante o no es necesario que se indique. Por lo que, de manera eficaz, ' n ' bits pueden usarse para representar el polinomio generador en lugar de ' $n + 1$ ' bits. Si se supone '10101' como el polinomio generador, puesto que el MSb es el bit más redundante, la longitud de bits real es 4 bits en lugar de 5 bits. La operación XOR real debería realizarse cuando el registro de desplazamiento MSb sea '1'; puesto que no se considera el 5º bit, se observa el 4º bit, y cuando es lógica '1', se desplaza 1 bit más y se realiza la operación XOR. Por lo tanto, se realiza en primer lugar una operación de desplazamiento antes de la operación XOR.

El algoritmo anterior puede usarse para el cálculo de CRC tanto en hardware como en software. En hardware, el cálculo de CRC se hace usando un Registro de Desplazamiento de Realimentación Lineal (LFSR). El LFSR está constituido por biestables D y puertas XOR como se muestra por ejemplo en la Figura 6, el número de registros de desplazamiento es igual al grado del polinomio generador seleccionado. Las puertas XOR forman una realimentación desde el registro LFSR para actuar como un controlador de derivación para el polinomio. Después de que se han desplazado todos los bits del mensaje, los bits que se han desplazado desde el cociente y los bits restantes en el registro de desplazamiento forman el resto.

Una CRC es una operación sencilla y robusta que se consigue usando un registro de desplazamiento en aritmética de módulo 2. Esto es debido a que el cálculo de módulo 2 se realiza de manera sencilla realizando operaciones XOR en los números, por lo tanto, es muy conocido. En este tipo de operación de CRC, tanto el resto como el cociente pueden obtenerse. Puesto que el cociente en el cálculo de CRC no es necesario, se desprecia y únicamente se toma el resto del registro de LFSR. En el extremo de recepción, el flujo de mensaje más la suma de comprobación se tratan como el mensaje para el cálculo de CRC. Si el resultado es cero, entonces el mensaje recibido, junto con la CRC, están libres de errores, sino el flujo de mensaje está corrupto.

De acuerdo con diversas realizaciones, una unidad de CRC programable puede estar integrada en un transceptor inalámbrico o un microcontrolador. La Figura 7 muestra una realización del motor 110/115 de CRC que puede usarse, por ejemplo, en un transmisor, receptor o transceptor inalámbrico como se muestra en las Figuras 1 y 2. Un registro TAP se forma por las celdas 230a, 240a, 250a,...270 de registro de desplazamiento que se controlan por una señal de reloj Clk y señal de retención Hold. La realización mostrada en la Figura 7 representa ciertas secciones de un generador de CRC de 16 bits. Sin embargo, pueden realizarse fácilmente otras configuraciones con 8 o 32 bits o cualquier otro tamaño. La entrada de la celda 230a está acoplada con la salida de la puerta 220 XOR que recibe la señal 225 de entrada de datos en serie y la señal de salida de realimentación desde el multiplexor 210. La salida de la celda 230a está acoplada con la primera entrada del multiplexor 210, la primera entrada del multiplexor de selección X1, la primera entrada de la puerta 230b XOR, y el bus 280 de lectura de CRC. La segunda entrada de la puerta 230b XOR está acoplada con la señal de salida de realimentación desde el multiplexor 210 y la salida de la puerta 230b XOR con la segunda entrada del multiplexor 230c de selección. La salida del multiplexor 230c de selección está acoplada con la entrada de la siguiente celda 240a de desplazamiento y con el bus 290 de escritura de CRC. Las siguientes celdas 240a...250a de desplazamiento se proporcionan con las respectivas puertas 240b...250b XOR y multiplexores 240c...260c de selección y están conectadas de la misma manera que la celda 230a a respectivas entradas del multiplexor 210 y los buses 280 y 290. La salida de la última celda 270 está acoplada con la última entrada del multiplexor 210, y los buses 280 y 290 de lectura y escritura de CRC. El multiplexor 210 se controla por el registro 215 de longitud polinomial PLEN. Los multiplexores 230c...260c se controlan por el registro 235 polinomial POLY. El bus 280 de lectura de CRC puede acoplarse con el registro 285 que contiene el resultado y el bus 290 de escritura de CRC puede acoplarse al registro 295 que contiene el valor de precarga.

El multiplexor 210 se usa para seleccionar el punto de realimentación y longitud efectiva del generador de CRC a través del registro PLEN. El registro 215 controla la longitud del generador 200 de CRC y es seleccionable por el usuario. Se realiza la operación XOR a los datos de realimentación que se proporcionan por la salida del multiplexor 210 con los datos actualmente en el registro 230a, 240a, 250a, 270 de desplazamiento de CRC por medio de las puertas 230b...260c XOR. Los multiplexores 230c, 240c, 250c y 260c de selección se usan para seleccionar si los datos XOR o los datos anteriores en el registro 230a, 240a, 250a, 270 de desplazamiento se desplazan en el siguiente reloj. El registro 235 polinomial se usa para configurar qué bits se desplazan a través y qué bits toman los datos de realimentación que se han sometido a la operación XOR con los datos anteriores en el generador de CRC que contiene la entrada X1 de los multiplexores 230c, 240c, 250c y 260c. El bus 290 de escritura de CRC puede usarse para precargar los biestables 230a, 240a, 250a, 270 de CRC por medio de un registro 295 de precarga. El bus 280 de lectura de CRC puede usarse para leer el valor del generador de CRC. Los datos 225 se proporcionan mediante la salida del multiplexor 160 y se desplazan en la CRC a través de la puerta 220 XOR. La disposición mostrada en la Figura 7, por lo tanto, proporciona un registro de desplazamiento de realimentación lineal (LFSR) con diversas configuraciones basándose en la localización de derivación/XOR en una cadena de estilo LFSR.

El motor de CRC puede ser un motor de CRC de desplazamiento en serie convencional como se muestra por ejemplo en la Figura 7 con puntos de alimentación anticipada y realimentación configurables a través de ajustes de multiplexor. Sin embargo, puede usarse cualquier otro tipo de motor de CRC. El polinomio generador puede programarse usando los 16 bits. Escribir un '1' en un biestable 230a, 240a, 250a, 270 activa la puerta 220, 230b, 240b, 250b XOR asociada con ese elemento del polinomio. El registro 215 de longitud polinomial señaliza la longitud del polinomio, y conmuta un multiplexor 210 para dictar la derivación desde la que proviene la realimentación. El

- 5 registro 180, 190 de anchura de datos configura la anchura de la palabra de datos y afecta el número de relojes después de que el FIFO 130 avanza a la siguiente palabra de datos. El resultado del cálculo de CRC puede obtenerse leyendo los biestables 230a, 240a, 250a, 270 de retención a través del bus 280 de lectura de CRC y almacenarse en el registro 285. La anchura de datos puede configurarse independiente de la longitud de polinomio usando los bits de configuración de anchura de datos en un respectivo registro. No hay restricciones sobre la relación entre la anchura de datos y la longitud del polinomio. Si los datos son más anchos que la longitud polinomial, los relojes adicionales desplazarán los datos más anchos a través del polinomio y viceversa.

Las realizaciones representadas y descritas de esta divulgación son ejemplos únicamente.

REIVINDICACIONES

1. Un transceptor que tiene una dirección asociada, que comprende:

una unidad (110,115) de cálculo de información de redundancia;
una unidad (130, 135) de ensamblaje y reconstrucción de mensaje acoplada con dicha unidad (110,115) de
cálculo de información de redundancia;
una unidad de transceptor acoplada con la unidad (130, 135) de ensamblaje y reconstrucción de mensaje para
transmitir y recibir paquetes,
en el que la unidad (130, 135) de ensamblaje y reconstrucción de mensaje está configurada para transmisión:

para ensamblar un paquete que incluye información de control y datos de cabida útil, en el que la información
de control incluye una dirección de destino;
reenviar dicho paquete ensamblado a la unidad (110, 115) de cálculo de información de redundancia para
calcular una información de redundancia,
retirar dicha dirección de destino desde dicho paquete ensamblado y añadir la información de redundancia al
paquete,
establecer un bit (160) de control en el paquete que indica que no se incluye dirección de destino en el
paquete; y
reenviar el paquete a una unidad (140) de transmisión de la unidad de transceptor;

y configurado adicionalmente para recepción:

para determinar si se incluye una dirección de destino en información de control de un paquete recibido;
si no se incluye dirección de destino, insertar la dirección (125) asociada del transceptor en la información de
control y eliminar una información de redundancia recibida desde dicho paquete;
reenviar dicho paquete que incluye dicha dirección asociada a dicha unidad (110, 115) de cálculo de
redundancia para calcular una información de redundancia de recepción; y
comparar la información de redundancia de recepción y la información de redundancia recibida y si coinciden,
aceptar dicho paquete y de otra manera descartar dicho paquete.

2. Un procedimiento de transmisión de datos en un sistema de transmisión basado en paquetes, que comprende las etapas de:

ensamblar un paquete que incluye información de control y datos de cabida útil, en el que la información de
control incluye una dirección de destino;
calcular información de redundancia usando dicho paquete ensamblado;
retirar dicha dirección de destino desde dicho paquete después de que se haya calculado la información de
redundancia, añadir la información de redundancia al paquete, y establecer un bit de control en el paquete que
indica que no se incluye dirección de destino en el paquete; y
transmitir el paquete.

3. Un transmisor que comprende:

una unidad (130) de ensamblaje de mensaje;
unidad (110) de cálculo de información de redundancia acoplada con dicha unidad (130) de ensamblaje de
mensaje; y
una unidad (140) de transmisión acoplada con la unidad (130) de ensamblaje de mensaje,

en el que la unidad (130) de ensamblaje de mensaje está configurada para

ensamblar un paquete que incluye información de control y datos de cabida útil, en el que la información de
control incluye una dirección de destino;
reenviar dicho paquete ensamblado a la unidad (110) de cálculo de información de redundancia para calcular
una información de redundancia,
retirar dicha dirección de destino desde dicho paquete después de que se haya calculado la información de
redundancia,
añadir la información de redundancia al paquete,
establecer un bit (160) de control en el paquete que indica que no se incluye dirección de destino en el paquete,
y reenviar el paquete a la unidad (140) de transmisión.

4. El procedimiento, transceptor o transmisor de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, en los que el bit (160) de control en el paquete que indica que no se incluye dirección de destino en el paquete se establece antes de calcular la información de redundancia.

5. El procedimiento, transceptor, o transmisor de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, en los que, durante el ensamblaje, la dirección de destino está incluida en un encabezamiento de trama.

6. El procedimiento, transceptor, o transmisor de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, en los que, durante el ensamblaje, la dirección de destino es la primera información incluida en el encabezamiento de trama.

7. Un procedimiento de recepción de datos en un sistema de transmisión basado en paquetes, en el que un receptor tiene una dirección asociada, comprendiendo el procedimiento las etapas de:

- 5 recibir un paquete que incluye información de control, datos de cabida útil e información de redundancia de transmisión;
determinar si se incluye una dirección de destino en dicha información de control;
si no se incluye dirección de destino entonces insertar la dirección asociada en la información de control y eliminar dicha información de redundancia de transmisión desde dicho paquete;
- 10 posteriormente calcular información de redundancia de recepción usando dicho paquete; y
comparar la información de redundancia de recepción y la información de redundancia de transmisión y si coinciden, aceptar dicho paquete y de otra manera descartar dicho paquete.

8. Un receptor que tiene una dirección asociada, que comprende:

- 15 una unidad (135) de reconstrucción de mensaje;
una unidad (115) de cálculo de información de redundancia acoplada con dicha unidad (135) de reconstrucción de mensaje; y
una unidad (145) de recepción acoplada con la unidad (135) de reconstrucción de mensaje, operable para recibir un paquete que incluye información de control, datos de cabida útil e información de redundancia de transmisión,
- 20 en el que la unidad (135) de reconstrucción de mensaje puede operarse para determinar si se incluye una dirección de destino en dicha información de control;
si no se incluye dirección de destino, entonces la unidad (135) de reconstrucción de mensaje está configurada para insertar la dirección (125) asociada del receptor en la información de control y eliminar dicha información de redundancia de transmisión desde dicho paquete;
- 25 reenviar dicho paquete a dicha unidad (115) de cálculo de redundancia para calcular una información de redundancia de recepción; y
comparar la información de redundancia de recepción y la información de redundancia de transmisión y si coinciden, aceptar dicho paquete y de otra manera descartar dicho paquete.

9. El procedimiento, transceptor, transmisor o receptor de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, en los que la información de redundancia se calcula usando una comprobación de redundancia cíclica, CRC.

10. El procedimiento o receptor de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores 7-9, en los que determinar si se incluye una dirección de destino se realiza comprobando si se establece un bit (160) predeterminado en un encabezamiento de trama.

11. El procedimiento, transceptor, transmisor o receptor de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, en los que el paquete se transmite o recibe de manera inalámbrica.

12. El procedimiento, transceptor, transmisor o receptor de acuerdo con la reivindicación 11, en el que el procedimiento opera con una norma de transmisión 802.15.4.

13. El transmisor o receptor de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, en el que el transmisor o receptor es parte de un transceptor en un circuito integrado que tiene una interfaz I²C.

14. El transmisor, transceptor o receptor de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, que comprende adicionalmente una batería como una fuente (170, 175) de alimentación.

15. El receptor o transceptor de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, que comprende adicionalmente memoria para almacenar la información de redundancia de transmisión y/o la dirección (125) asociada insertada.

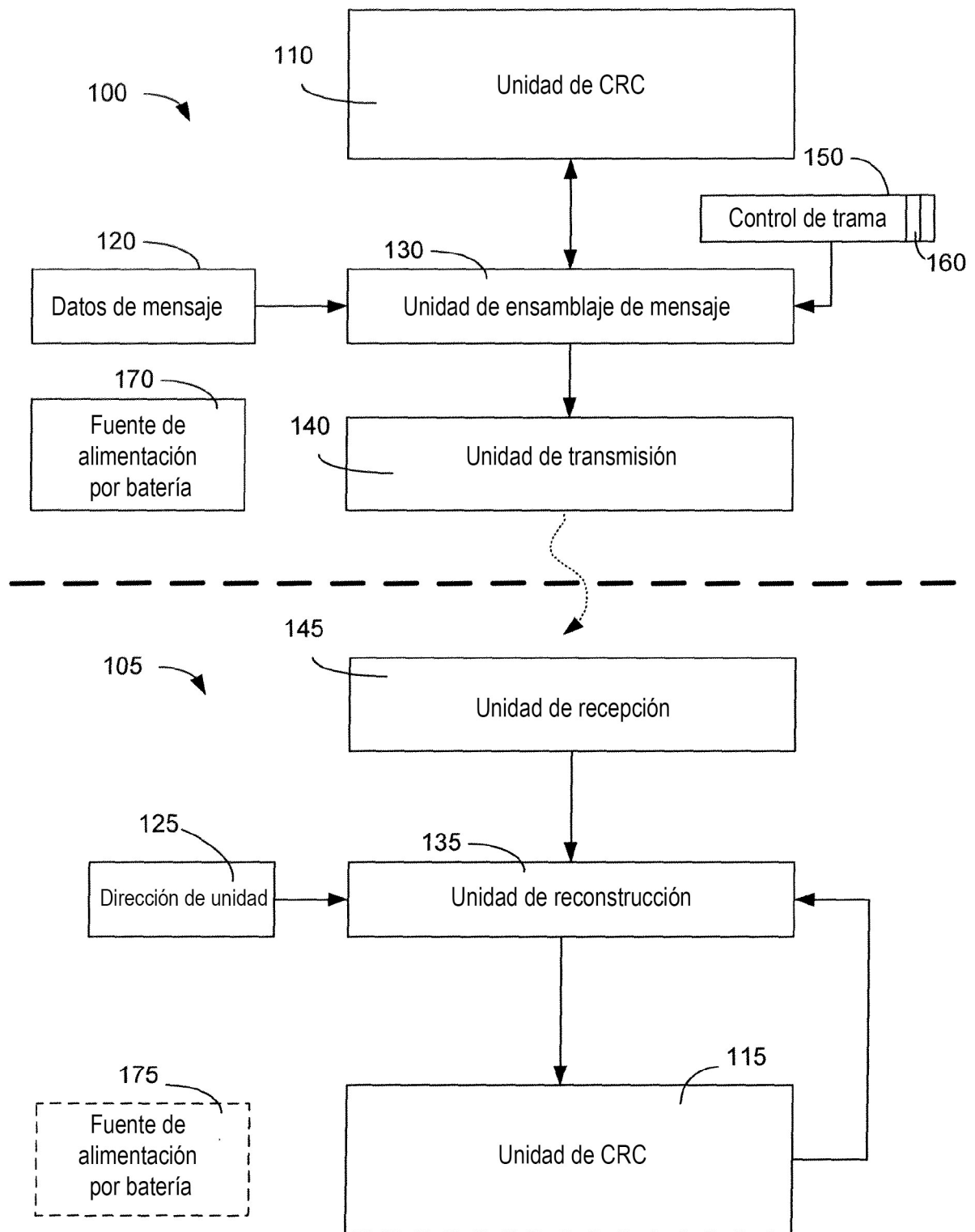


Figura 1

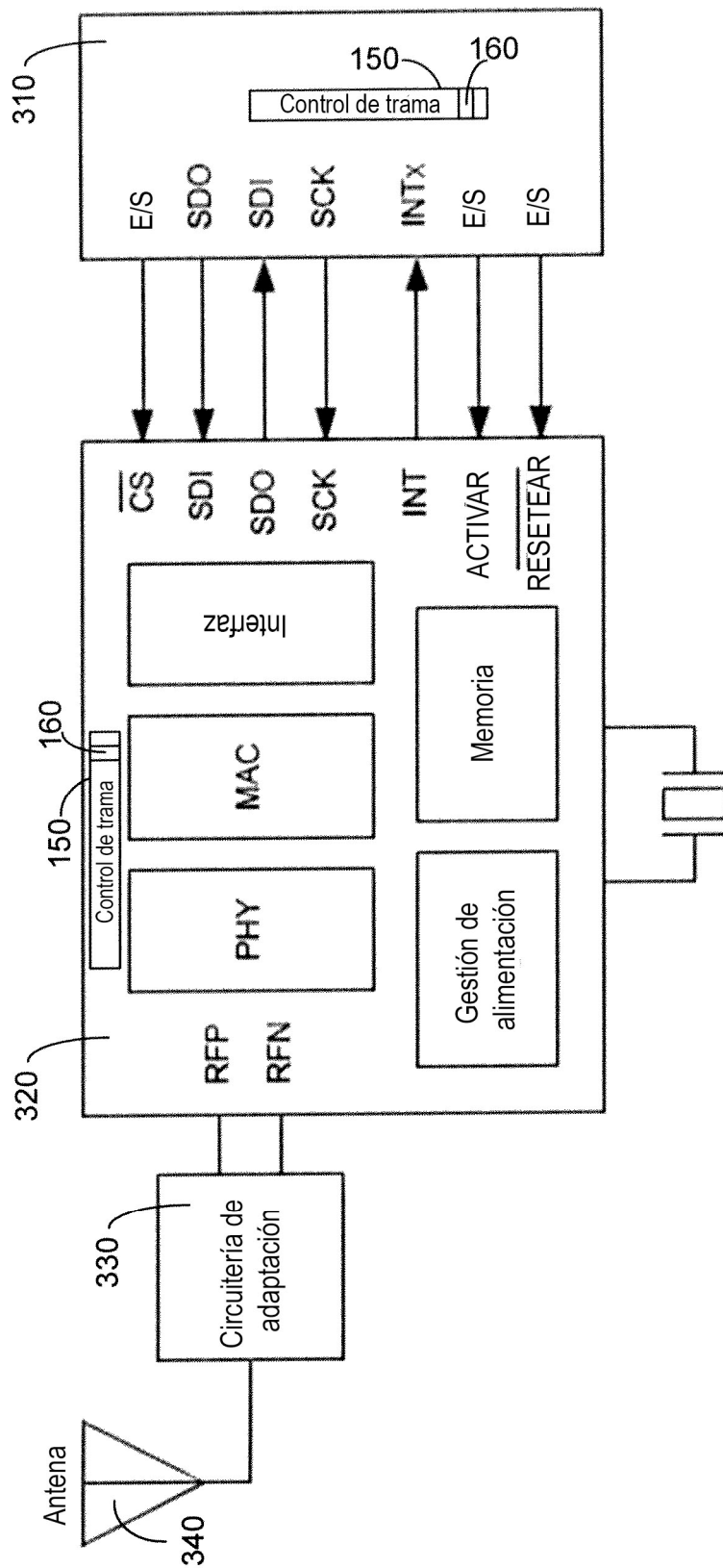
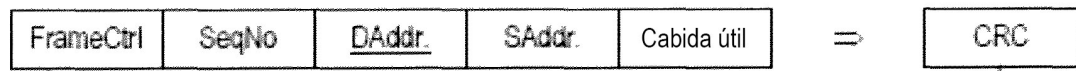
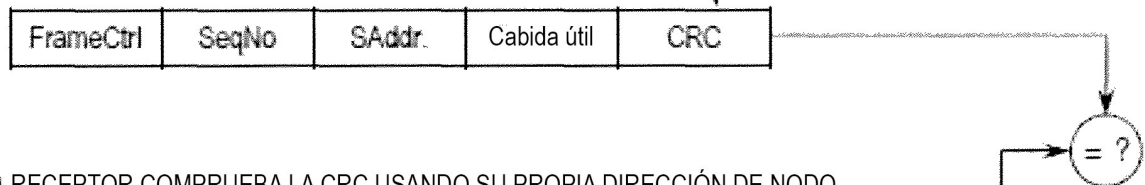


Figura 2

A) TRANSMISOR CONSTRUYE LA TRAMA¹:



B) TRAMA ENVIADA "EN EL AIRE" SIN EL CAMPO DADDR



C) RECEPTOR COMPRUEBA LA CRC USANDO SU PROPIA DIRECCIÓN DE NODO

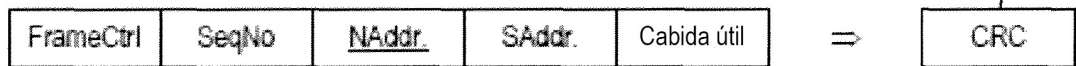
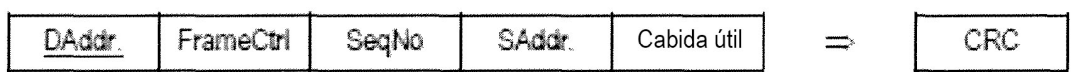
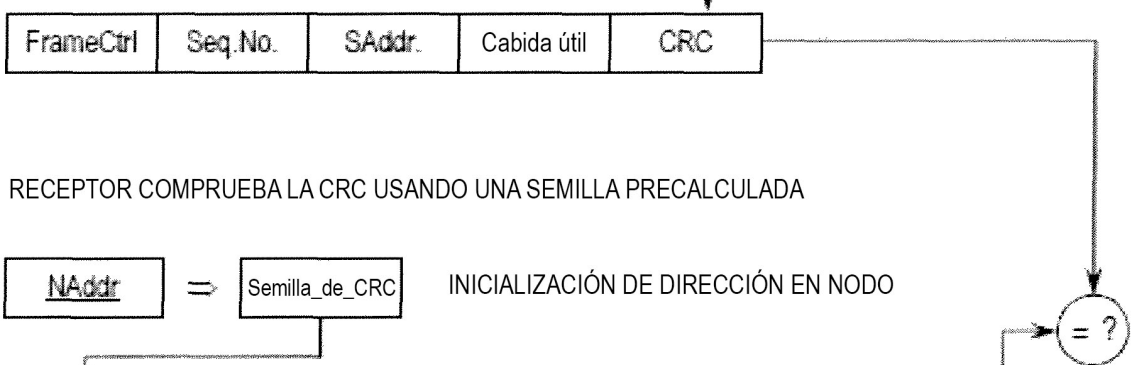


Figura 3

A) TRANSMISOR CONSTRUYE LA TRAMA:



B) TRAMA ENVIADA "EN EL AIRE" SIN EL CAMPO DADDR



C) RECEPTOR COMPRUEBA LA CRC USANDO UNA SEMILLA PRECALCULADA

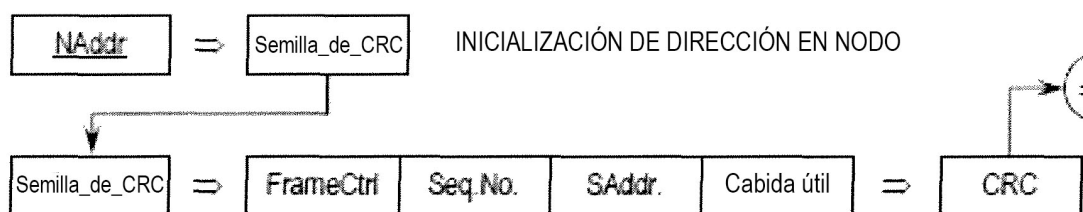


Figura 4

```

10101)11001001110000(1111100001
  10101
  ----
  11000
  10101
  ----
  11010
  10101
  ----
  11111
  10101
  ----
  10101
  10101
  ----
  00001
  00000
  ----
  00010
  00000
  ----
  00100
  00000
  ----
  01000
  00000
  ----
  10000
  10101
  ----
  0101
  
```

Figura 5

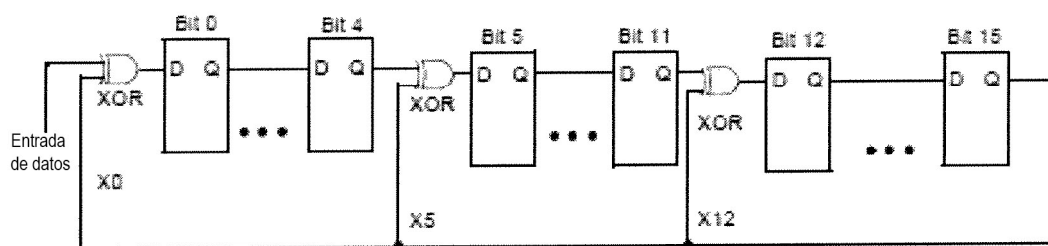


Figura 6

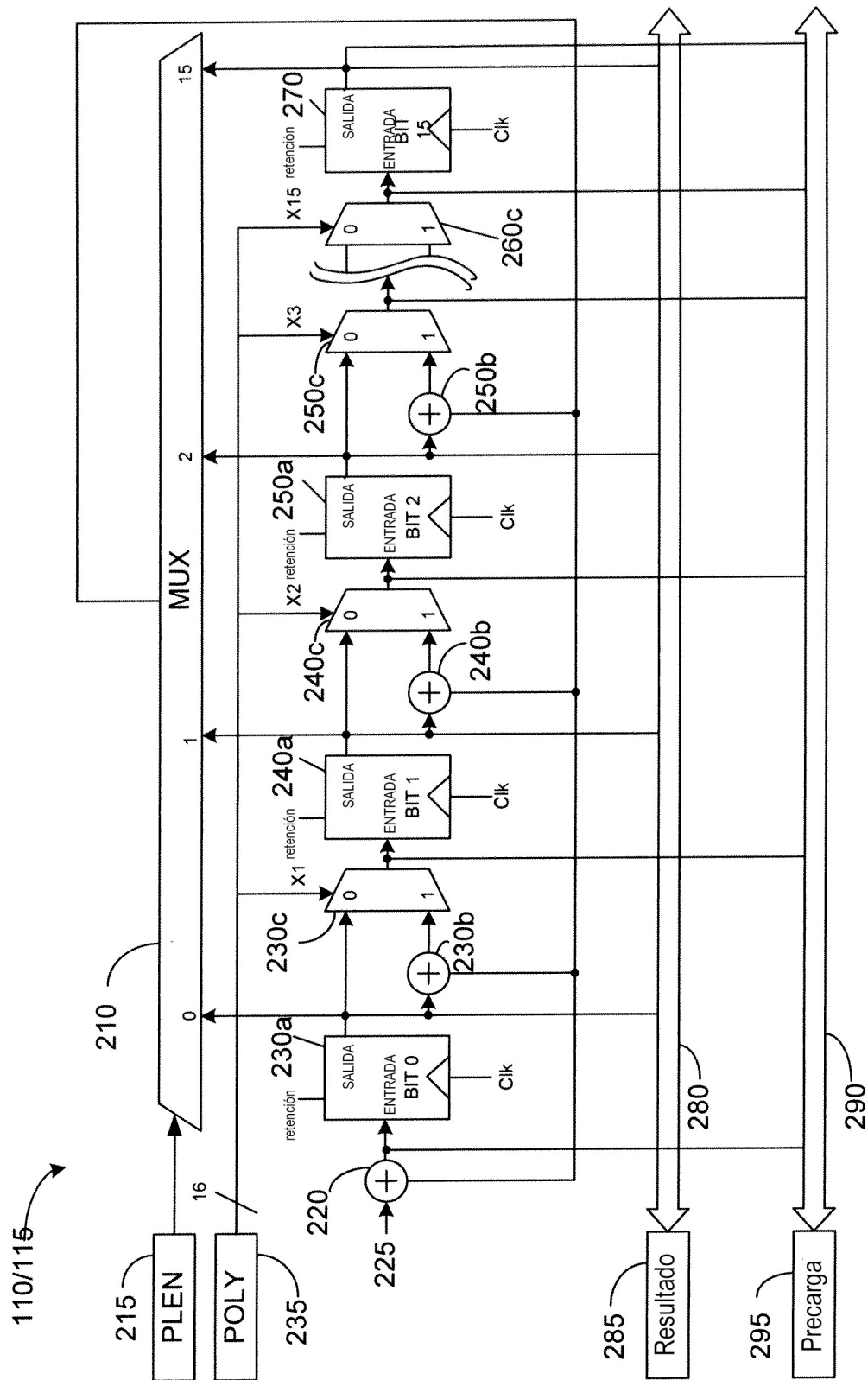


Figura 7