

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 914 990**

51 Int. Cl.:

H03M 13/00 (2006.01)

H04L 1/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **31.05.2019** **PCT/EP2019/064208**

87 Fecha y número de publicación internacional: **12.12.2019** **WO19233897**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **31.05.2019** **E 19729669 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **23.03.2022** **EP 3782288**

54 Título: **Procedimiento y sistema para la transmisión con corrección de errores de un conjunto de datos mediante una unidad de comunicaciones unidireccional**

30 Prioridad:

06.06.2018 DE 102018208962

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

20.06.2022

73 Titular/es:

SIEMENS MOBILITY GMBH (100.0%)

Otto-Hahn-Ring 6

81739 München, DE

72 Inventor/es:

GASIBA, TIAGO;

SEIFERT, MATTHIAS y

WIMMER, MARTIN

74 Agente/Representante:

CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel

ES 2 914 990 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

Procedimiento y sistema para la transmisión con corrección de errores de un conjunto de datos mediante una unidad de comunicaciones unidireccional

5 La presente invención hace referencia a un procedimiento y a un sistema para la transmisión con corrección de errores de un conjunto de datos desde una primera red, como por ejemplo una red industrial crítica en cuanto a la seguridad, hacia una segunda red, como por ejemplo una red de diagnóstico o red de oficina, mediante una unidad de comunicaciones unidireccional, donde un aparato de recepción en la segunda red en particular presenta solamente una capacidad de cálculo y de la memoria principal limitada.

10 Las redes industriales de datos y de comunicaciones, debido a disposiciones relacionadas con la seguridad, en particular pueden estar realizadas como redes aisladas, es decir, que en general no está permitido y/o no es posible ninguna transferencia de datos hacia el interior de la red. Además, las redes críticas en cuanto a la seguridad a menudo no están conectadas a redes abiertas, como por ejemplo a redes de oficina o a la Internet.

15 No obstante, algunos casos de aplicación, como por ejemplo un sistema de monitorización de estado central o análisis de errores, requieren que los datos de sistemas puedan transmitirse desde una red cerrada a una red abierta. A menudo, una transferencia de datos tiene lugar de forma estrictamente unidireccional, es decir que los datos pueden transmitirse solamente desde la red cerrada hacia otra red. Un flujo de información sólo en una dirección, por ejemplo, puede alcanzarse mediante un diodo de datos, donde en este caso la transferencia de datos en general no es robusta con respecto a pérdidas de datos en la ruta de comunicaciones.

20 La transmisión de datos mediante redes unidireccionales habitualmente tiene lugar mediante protocolo de datagramas de usuario, abreviado UDP, que no ofrece una corrección de errores en la capa de protocolo, es decir, que un componente de recepción no puede transmitir a un componente emisor un retorno de información sobre el estado de un paquete de red recibido. Para la protección y la corrección de una ruta de transferencia de datos con frecuencia se utiliza un procedimiento de corrección de errores hacia adelante (Forward Error Correction, FEC), que incorpora redundancias de manera específica, por ejemplo para compensar una transferencia de datos incompleta.

25 Debido a esto, sin embargo, se aumenta el volumen de transferencia y los procedimientos de corrección de errores hacia adelante conocidos en general requieren que hasta la decodificación los datos codificados obtenidos puedan mantenerse en la memoria principal de un aparato de recepción. Esto representa un problema en particular para aparatos con capacidad de cálculo y de la memoria principal limitada, denominados también como (Resource Constrained Devices (dispositivos limitados en recursos).

30 En la solicitud US 2018/109356 A1 se describe la transmisión de un conjunto de datos con corrección de errores hacia adelante entre una red de alta seguridad y una red externa, mediante un sistema de emisión y recepción unidireccional.

35 Por lo tanto, el objeto de la presente invención consiste en posibilitar una transferencia de datos unidireccional que esté protegida con un procedimiento de corrección de errores hacia adelante, hacia un aparato con capacidad de cálculo y de la memoria principal limitada.

Dicho objeto se soluciona mediante un procedimiento con las características de la reivindicación 1, un sistema, un producto de programa informático y un soporte de datos. En las reivindicaciones dependientes se indican formas de ejecución ventajosas y perfeccionamientos de la invención.

40 Un primer aspecto de la invención hace referencia a un procedimiento para la transmisión con corrección de errores de un conjunto de datos, desde una primera red hacia una segunda red, mediante una unidad de comunicaciones unidireccional, con las etapas del procedimiento:

- subdivisión del conjunto de datos en conjuntos de datos parciales en la primera red, donde un conjunto de datos parcial respectivamente comprende al menos un carácter,

45 - codificación de los conjuntos de datos parciales mediante la adición de al menos un carácter de corrección en cada uno de los conjuntos de datos parciales,

- transmisión de los caracteres y caracteres de corrección de los conjuntos de datos parciales codificados desde la primera red hacia una unidad de recepción en la segunda red, mediante la unidad de comunicaciones unidireccional,

50 - recepción de los caracteres y caracteres de corrección de los conjuntos de datos parciales codificados en la segunda red,

- decodificación de los conjuntos de datos parciales codificados, donde

a) en una memoria principal se almacenan caracteres y caracteres de corrección que están asociados a un primer conjunto de datos parcial codificado,

b) en una memoria auxiliar se almacenan de forma intermedia caracteres y caracteres de corrección que están asociados a otros conjuntos de datos parciales codificados, y

c) el primer conjunto de datos parcial codificado se decodifica y a continuación los caracteres y/o caracteres de corrección recibidos hasta el momento, de uno de los otros conjuntos de datos parciales codificados, se desplazan desde la memoria auxiliar hacia la memoria principal, donde las etapas a) a c) se realizan de forma iterativa para cada uno de los conjuntos de datos parciales codificados del conjunto de datos,

y

- restauración del conjunto de datos, desde los conjuntos de datos parciales decodificados, en la segunda red.

Por codificación, en el contexto de la invención, puede entenderse en particular la codificación de errores. Mediante una codificación de errores, por medio de caracteres de corrección, que respectivamente pueden asociarse a uno de los caracteres de un conjunto de datos, así como un carácter de corrección puede asociarse a uno de los caracteres de un conjunto de datos parcial, en el caso de una transmisión incompleta de caracteres, a pesar de ello, puede realizarse una decodificación. Un conjunto de datos en particular puede subdividirse en al menos un conjunto de datos parcial. Los caracteres de corrección también pueden denominarse como redundancia. Una decodificación de un conjunto de datos parcial en particular puede tener lugar cuando fue recibida una cantidad de caracteres y/o caracteres de corrección, que es insuficiente para una decodificación. Tan pronto como todos los conjuntos de datos parciales se encuentran presentes decodificados, el conjunto de datos puede restaurarse en la segunda red.

Por una primera red en particular puede entenderse una red crítica en cuanto a la seguridad, como por ejemplo una red industrial, y por una segunda red en particular puede entenderse una red abierta. En particular un conjunto de datos, subdividido en conjuntos de datos parciales codificados, se transmite desde la primera red, mediante una unidad de comunicaciones unidireccional, hacia la segunda red. La unidad de comunicaciones unidireccional garantiza la ausencia de efectos retroactivos.

El procedimiento según la invención en particular puede posibilitar una transferencia de datos unidireccional, donde se transmiten datos de forma codificada, hacia un aparato con capacidad de cálculo y de la memoria principal limitada, como por ejemplo un componente en una red industrial. Un conjunto de datos puede transmitirse en forma de etapas, como conjuntos de datos parciales individuales, codificados en cuanto a errores, hacia la segunda red, y allí puede decodificarse de forma iterativa. Un primer conjunto de datos parcial codificado no necesariamente debe ser la primera parte de un conjunto de datos, sino que puede ser un primero de una cantidad de conjuntos de datos parciales, de un conjunto de datos. Para la corrección de errores puede agregarse cualquier cantidad de caracteres de corrección. En particular puede seleccionarse del modo deseado el número de los conjuntos de datos parciales, en los que se subdivide un conjunto de datos.

Además, una ventaja de la invención consiste en que solamente se mantienen en la memoria principal y se decodifican allí caracteres y/o caracteres de corrección de uno de los conjuntos de datos parciales. Los caracteres y/o caracteres de corrección de los otros conjuntos de datos parciales, después de la recepción, se almacenan de forma intermedia en una memoria auxiliar. De este modo, en particular, una decodificación en etapas puede tener lugar en la memoria principal, por ejemplo de un aparato de recepción con espacio de almacenamiento limitado. Por ejemplo, tan pronto como un conjunto de datos parcial puede decodificarse en la memoria principal, un intercambio de los caracteres y/o caracteres de corrección de otro conjunto de datos parciales puede tener lugar desde la memoria auxiliar hacia la memoria principal. En función de la capacidad de cálculo y de almacenamiento de la memoria principal también es posible que más de un primer conjunto de datos parcial pueda almacenarse y decodificarse en la memoria principal.

En una forma de ejecución ventajosa del procedimiento, caracteres y caracteres de corrección de los conjuntos de datos parciales codificados respectivamente pueden transmitirse de forma individual y/o en cualquier orden y/o independientemente de una asociación a uno de los conjuntos de datos parciales codificados.

Una transmisión de un conjunto de datos mediante la unidad de comunicaciones unidireccional en particular puede tener lugar mediante UDP e independientemente de un orden o una asociación. De este modo, se considera ventajoso que la decodificación, del lado del receptor, sea independiente del orden de transmisión de los caracteres y/o caracteres de corrección, o de la asociación a un conjunto de datos.

En una forma de ejecución ventajosa del procedimiento, caracteres y/o caracteres de corrección que están asociados a un segundo conjunto de datos parcial codificado, pueden desplazarse desde la memoria auxiliar hacia la memoria principal, tan pronto como

5 - para el primer conjunto de datos parcial codificado, almacenado en la memoria principal, se encuentre presente una cantidad de caracteres y/o caracteres de corrección, completa para la decodificación, en la memoria principal, o

10 - para el segundo conjunto de datos parcial codificado se encuentre presente una cantidad mayor de caracteres y/o caracteres de corrección, que para el primer conjunto de datos parcial codificado, donde los caracteres y/o caracteres de corrección recibidos hasta el momento, del primer conjunto de datos parcial codificado, se desplazan a la memoria auxiliar.

Se considera ventajoso realizar la decodificación iterativa de los conjuntos de datos parciales en función de la cantidad de caracteres y/o caracteres de corrección recibidos, por conjunto de datos parcial. Con ello, en particular, en la memoria principal se almacena, y después se decodifica primero, aquel conjunto de datos parcial para el cual se encuentra presente la mayor cantidad de caracteres y/o caracteres de corrección, es decir, que ya fue recibido. La selección, de para qué conjunto de datos parcial se almacenan caracteres y/o caracteres de corrección recibidos en la memoria principal, en particular puede determinarse también mediante un cálculo de probabilidad, en función del orden y/o de la tasa de caracteres y/o caracteres de corrección de un conjunto de datos parcial. Tan pronto como se encuentra presente una cantidad de caracteres y/o caracteres de corrección, necesaria para una decodificación, para un conjunto de datos parcial codificado, ese conjunto de datos parcial codificado puede decodificarse. A continuación, caracteres y/o caracteres de corrección de otro segundo conjunto de datos parcial codificado, pueden desplazarse desde la memoria auxiliar hacia la memoria principal. De manera alternativa, una cantidad de caracteres y/o caracteres de corrección de un conjunto de datos parcial codificado puede desplazarse desde la memoria auxiliar hacia la memoria principal, por ejemplo cuando del mismo se encuentran presentes más caracteres y/o caracteres de corrección y, con ello, una decodificación de ese conjunto de datos parcial es posible más rápido que para el conjunto de datos parcial en la memoria principal. Por consiguiente, los caracteres y/o caracteres de corrección de los conjuntos de datos parciales pueden desplazarse desde la memoria principal hacia la memoria auxiliar, y de forma inversa. De este modo pueden alcanzarse una decodificación y una gestión de memoria eficientes, ya que los caracteres y caracteres de corrección de un conjunto de datos parcial, no necesarios para la decodificación, después de la recepción, pueden desplazarse a la memoria auxiliar.

30 En una forma de ejecución ventajosa del procedimiento, los caracteres y/o caracteres de corrección recibidos en la segunda red pueden administrarse mediante una unidad de administración y, con ello, puede determinarse qué caracteres y/o caracteres de corrección se almacenan para un conjunto de datos parcial codificado en la memoria principal.

35 Mediante una unidad de administración, en particular una tabla, pueden administrarse los caracteres y/o caracteres de corrección recibidos en un aparato, en la segunda red, es decir, en particular pueden ordenarse y asociarse a un conjunto de datos parcial. La unidad de administración en particular comprende información sobre los caracteres y/o caracteres de corrección, como por ejemplo el tiempo de recepción, orden y asociación a un conjunto de datos parcial correspondiente.

40 En una forma de ejecución ventajosa del procedimiento, mediante la unidad de administración puede determinarse aquel conjunto de datos parcial codificado para el que se encuentra presente la mayor cantidad de caracteres y/o caracteres de corrección recibidos, y los caracteres y/o caracteres de corrección recibidos de ese conjunto de datos parcial codificado pueden almacenarse en la memoria principal.

45 Mediante la información almacenada en la unidad de administración, por ejemplo en una tabla, como por ejemplo el número de caracteres y/o caracteres de corrección recibidos de un conjunto de datos parcial codificado, puede determinarse para qué conjunto de datos parcial codificado se encuentra presente una cantidad completa o casi completa de caracteres y/o caracteres de corrección, para la decodificación. Preferentemente, los caracteres y/o caracteres de corrección de ese conjunto de datos parcial se mantienen en la memoria principal. Por ejemplo, en una tabla, un índice puede indicar el número de caracteres y/o caracteres de corrección recibidos con respecto a un conjunto de datos parcial codificado, mantenido en la memoria principal.

50 En una forma de ejecución ventajosa del procedimiento, mediante la unidad de administración puede determinarse la cantidad de caracteres y/o caracteres de corrección recibidos de un conjunto de datos parcial codificado, y a partir de la cantidad determinada puede determinarse la integridad para una decodificación de un conjunto de datos parcial codificado.

Mediante la información almacenada en la unidad de administración en particular puede determinarse si para un conjunto de datos parcial codificado ya fue recibida una cantidad suficiente de caracteres y/o caracteres de corrección para una decodificación en la segunda red.

5 En una forma de ejecución ventajosa del procedimiento, una información de la unidad de administración, en el caso de la recepción de un carácter y/o carácter de corrección, puede actualizarse en la segunda red.

Preferentemente, del lado de recepción, la unidad de administración se actualiza en el caso de la recepción de otro carácter y/o carácter de corrección, donde en particular tiene lugar una asociación a un conjunto de datos parcial. Por ejemplo, un índice de una tabla puede incrementarse de modo correspondiente.

10 En una forma de ejecución ventajosa del procedimiento, la codificación de los conjuntos de datos parciales tiene lugar en la primera red, mediante un procedimiento predeterminado de corrección de errores hacia adelante.

En una forma de ejecución ventajosa del procedimiento, la decodificación de los conjuntos de datos parciales tiene lugar en la segunda red, según el procedimiento predeterminado de corrección de errores hacia adelante.

15 Un procedimiento de corrección de errores hacia adelante, también denominado como "Forward Error Correction", de forma abreviada FEC, en particular puede predeterminar un número de caracteres de corrección, como por ejemplo datos de reconstrucción. Procedimientos para la corrección de errores hacia adelante, entre otros, son la codificación trellis y el código Reed-Solomon.

Otro aspecto de la invención hace referencia a un sistema para la transmisión con corrección de errores de un conjunto de datos, desde una primera red hacia una segunda red, mediante una unidad de comunicaciones unidireccional, que comprende:

20 - una unidad de subdivisión que está diseñada para subdividir el conjunto de datos en la primera red en conjuntos de datos parciales, donde un conjunto de datos parcial respectivamente comprende al menos un carácter,

25 - una unidad de codificación en la primera red, que está diseñada para codificar los conjuntos de datos parciales mediante la adición de al menos un carácter de corrección en cada uno de los conjuntos de datos parciales,

- una unidad de comunicaciones unidireccional que está diseñada para transmitir los caracteres y caracteres de corrección de los conjuntos de datos parciales codificados desde la primera red hacia una unidad de recepción en la segunda red,

30 - la unidad de recepción en la segunda red que está diseñada para recibir los caracteres y caracteres de corrección de los conjuntos de datos parciales codificados, donde la unidad de recepción comprende una memoria principal, una memoria auxiliar y una unidad de decodificación para decodificar los conjuntos de datos parciales codificados, donde

a) en la memoria principal se almacenan caracteres y caracteres de corrección que están asociados a un primer conjunto de datos parcial codificado,

35 b) en la memoria auxiliar se almacenan de forma intermedia caracteres y caracteres de corrección que están asociados a otros conjuntos de datos parciales codificados,

c) el primer conjunto de datos parcial codificado se decodifica y a continuación los caracteres y/o caracteres de corrección recibidos hasta el momento, de uno de los otros conjuntos de datos parciales codificados, se desplazan desde la memoria auxiliar hacia la memoria principal,

40 donde las etapas a) a c) se realizan de forma iterativa para cada uno de los conjuntos de datos parciales codificados del conjunto de datos,

y

- una unidad de restauración que está diseñada para restaurar el conjunto de datos desde los conjuntos de datos parciales decodificados en la segunda red.

45 La unidad de subdivisión para subdividir un conjunto de datos en conjuntos de datos parciales y la unidad de codificación, en particular en la primera red, están integrados en un aparato o están acoplados al mismo. La unidad

de decodificación, la memoria principal, la memoria auxiliar y la unidad de restauración, por ejemplo, pueden estar acopladas unas con otras, donde en particular la unidad de decodificación, la memoria principal, y la memoria auxiliar pueden estar integradas en la unidad de recepción. La memoria principal y/o la memoria auxiliar también pueden estar diseñadas como parte de la unidad de decodificación. La unidad de recepción, la unidad de decodificación, la memoria principal, la memoria auxiliar y la unidad de restauración en particular pueden formar parte de un aparato en la segunda red, donde el mismo presenta solamente una capacidad de cálculo y de la memoria principal limitada.

En una forma de ejecución ventajosa, el sistema comprende una unidad de administración para administrar los caracteres y/o caracteres de corrección recibidos en la segunda red.

La unidad de administración en particular puede estar diseñada como una tabla en la unidad de recepción o en la memoria principal, y puede estar acoplada a la unidad de decodificación o estar almacenada en la misma.

Además, la invención hace referencia a un producto de programa informático que puede cargarse directamente en un ordenador programable, que comprende partes de código de programa que son adecuados para realizar las etapas de un procedimiento según la invención, y un soporte de datos que almacena el producto de programa informático.

En los dibujos, a modo de ejemplo, se representan ejemplos de ejecución del procedimiento y del sistema según la invención, y se explican en detalle mediante la siguiente descripción. Muestran:

Figura 1: un diagrama de flujo de un procedimiento según la invención;

Figura 2: una representación esquemática de un procedimiento según la invención; y

Figura 3: una representación esquemática de un sistema según la invención.

En todas las figuras, los objetos que se corresponden unos con otros están provistos de los mismos símbolos de referencia.

La figura 1, en una representación esquemática, muestra las etapas de un procedimiento según la invención para la transmisión con corrección de errores de un conjunto de datos, desde una primera red hacia una segunda red, mediante una unidad de comunicaciones unidireccional. La transferencia de datos según el procedimiento según la invención en particular no tiene efectos retroactivos, es decir que una transmisión de datos tiene lugar solamente de forma unidireccional desde la primera red hacia la segunda red. Del lado del receptor en particular puede utilizarse un aparato con una memoria principal limitada, como por ejemplo un dispositivo de campo.

En la etapa 1, un conjunto de datos se registra en un aparato en la primera red, como por ejemplo en una red crítica en cuanto a la seguridad en una instalación industrial, y se subdivide en conjuntos de datos parciales. Por ejemplo, se trata de datos de medición que deben transmitirse hacia una segunda red para el diagnóstico, como por ejemplo a una red de diagnóstico. Debido a especificaciones de seguridad, la transferencia de datos desde la primera red hacia la segunda red tiene lugar mediante una unidad de comunicaciones unidireccional y, con ello, sin efectos retroactivos. Para enviar un conjunto de datos, el conjunto de datos se subdivide en conjuntos de datos parciales individuales y se transmite mediante UDP. Un conjunto de datos parcial comprende al menos un carácter del conjunto de datos.

En la etapa 2 los conjuntos de datos parciales se codifican, en particular se codifican en cuanto a errores. Para ello, a cada conjunto de datos parcial se agrega al menos un carácter de corrección, donde un carácter de corrección en particular es igual a un carácter del conjunto de datos parcial correspondiente y/o puede determinarse mediante cálculos de probabilidad. Por consiguiente, se incluye redundancia según un procedimiento predeterminado de corrección de errores hacia adelante. Por ejemplo en el caso de pérdidas de datos durante la transmisión esto posibilita que del lado de recepción sea posible una restauración completa del conjunto de datos transmitido. Con ello no es necesaria una readaptación de componente receptor con respecto al componente de emisión.

En la etapa 3, los conjuntos de datos parciales codificados se transmiten mediante la unidad de comunicaciones unidireccional, es decir que son transmitidos desde una unidad de emisión de un aparato en la primera red, hacia una unidad de recepción en la segunda red. La transmisión en particular tiene lugar mediante protocolo de datagramas de usuario, abreviado UDP. Los caracteres y/o caracteres de corrección de los conjuntos de datos parciales individuales, de este modo, en paquetes de datos individuales y en cualquier orden, se transmiten mediante la unidad de comunicaciones unidireccional.

En la etapa 4, los caracteres y/o caracteres de corrección son recibidos por una unidad de recepción en la segunda red. Allí, por ejemplo, los mismos se encuentran presentes en cualquier orden. Mediante una unidad de administración, en particular una tabla, pueden administrarse el tiempo de recepción, el orden de los caracteres y/o caracteres de corrección recibidos y su asociación a uno de los conjuntos de datos parciales. Mediante la tabla en particular puede determinarse un primer conjunto de datos parcial, para el cual se almacenan caracteres y/o caracteres de corrección en la memoria principal de la unidad de recepción. Los caracteres y/o caracteres de corrección de otros conjuntos de datos parciales pueden administrarse mediante la tabla y se almacenan de forma intermedia en la memoria auxiliar.

En la etapa 5 se decodifican los conjuntos de datos parciales codificados recibidos. Para ello debe estar presente un número suficiente de caracteres y/o caracteres de corrección de un conjunto de datos parcial. En particular no debe estar presente necesariamente una cantidad completa de caracteres de un conjunto de datos parcial, por ejemplo cuando para una decodificación se recibieron caracteres de corrección de forma suficiente. Los caracteres y/o caracteres de corrección recibidos, en primer lugar en función de su asociación a un conjunto de datos parcial, se almacenan en la memoria principal o en la memoria auxiliar. Por ejemplo, caracteres y/o caracteres de corrección de un primer conjunto de datos parcial se almacenan en la memoria principal y caracteres y/o caracteres de corrección de los otros conjuntos de datos parciales se almacenan en la memoria auxiliar. Tan pronto como el primer conjunto de datos parcial codificado se encuentra presente completamente para la decodificación en la memoria principal, el mismo se decodifica. A continuación, caracteres y/o caracteres de corrección de uno de los otros conjuntos de datos parciales codificados se desplazan desde la memoria auxiliar hacia la memoria principal. El procedimiento se realiza de forma iterativa hasta que todos los conjuntos de datos parciales se encuentran presentes decodificados en la unidad de recepción, de manera que en la etapa 6, en base a ello, puede restaurarse el conjunto de datos transferido. A continuación, el conjunto de datos en la segunda red puede procesarse de forma posterior o utilizarse.

La figura 2 muestra de manera esquemática el desarrollo de un procedimiento según la invención. Se muestran la primera red NW1 y la segunda red NW2, que están conectadas mediante una unidad de comunicaciones unidireccional UC, es decir que solamente puede tener lugar una transferencia de datos desde la primera red NW1 hacia la segunda red NW2. La transmisión de datos de un conjunto de datos D, según la invención, tiene lugar mediante la codificación de errores del conjunto de datos D, de manera que pueden compensarse posibles pérdidas de datos durante la transmisión.

En la primera red NW1, un conjunto de datos D, para la transmisión hacia la segunda red NW2, se subdivide en conjuntos de datos parciales A, B, C, que respectivamente se componen de A1,A2,A3,...,C3. El número de los conjuntos de datos parciales y caracteres, donde aquí a modo de ejemplo se muestran tres conjuntos de datos parciales A, B, C, puede estar seleccionado del modo deseado, así como puede variar, es decir que en particular no debe ser igual a tres, y depende del procedimiento predeterminado de corrección de errores hacia adelante, de la tasa de transferencia y/o del tamaño del paquete de datos. Los conjuntos de datos parciales se codifican en una unidad de codificación COD. Para ello, a cada conjunto de datos parcial se agrega al menos un carácter de corrección A', B', C'. De este modo, el conjunto de datos codificado comprende los conjuntos de datos parciales codificados A_COD, B_COD, C_COD. El número de los conjuntos de datos parciales codificados depende del número de los conjuntos de datos parciales, y aquí se indica con tres, sólo a modo de ejemplo.

Los conjuntos de datos parciales codificados A_COD, B_COD, C_COD se transmiten a la segunda red NW2 mediante la unidad de comunicaciones unidireccional UC. La transmisión tiene lugar mediante UDP; de este modo, los caracteres y/o caracteres de corrección se transfieren en función de un tamaño de un paquete de red, como paquetes de datos. La transmisión de los caracteres y/o caracteres de corrección tiene lugar independientemente de su orden y/o asociación a un conjunto de datos parcial. En particular, la transmisión en general no tiene lugar por conjunto de datos parcial, de manera que los caracteres y/o caracteres de corrección del lado del receptor pueden estar presentes sin un orden.

Según la invención, los caracteres y/o caracteres de corrección se almacenan en una memoria principal S1 o en una memoria auxiliar S2, que respectivamente pueden formar parte de la unidad de decodificación DEC. La memoria principal S1 y la memoria auxiliar S2 también pueden estar acopladas a la unidad de decodificación o pueden estar conformadas integradas en la misma, como se muestra a modo de ejemplo en la figura 3. A modo de ejemplo, en la memoria principal se almacenan caracteres y/o caracteres de corrección A1, A2, A' de un primer conjunto de datos parcial A_COD. En particular se determina un primer conjunto de datos parcial A_COD codificado, para el cual se encuentra presente la mayor cantidad de caracteres y/o caracteres de corrección recibidos, y se almacena en la memoria principal para los otros caracteres y/o caracteres de corrección recibidos. Mientras tanto, los caracteres recibidos y/o los caracteres de corrección codificados B1, B', C3 de otros conjuntos de datos parciales codificados B_COD, C_COD se almacenan de forma intermedia en la memoria auxiliar.

Para una decodificación en la segunda red NW2 deben estar presentes caracteres y/o caracteres de corrección de forma suficiente, de un conjunto de datos parcial A_COD, B_COD, C_COD, según el procedimiento predeterminado de corrección de errores. Puede tener lugar un intercambio de caracteres y/o caracteres de corrección entre la memoria principal S1 y la memoria auxiliar S2, tan pronto como el primer conjunto de datos parcial A_COD pueda

5 decodificarse o tan pronto como para otro conjunto de datos parcial B_COD, C_COD se encuentren presentes más caracteres y/o caracteres de corrección en la memoria auxiliar. La administración de los caracteres y/o caracteres de corrección recibidos puede tener lugar mediante una unidad de administración, como por ejemplo una tabla. Mediante la tabla puede determinarse de forma eficiente cuándo puede tener lugar un intercambio de caracteres y/o caracteres de corrección entre la memoria principal y la memoria auxiliar S1, S2.

Tan pronto como todos los conjuntos de datos parciales codificados A_COD, B_COD, C_COD se encuentren presentes completamente para la decodificación, los mismos se decodifican y el conjunto de datos D puede restaurarse desde esos conjuntos de datos parciales decodificados A_DEC, B_DEC, C_DEC.

10 La figura 3, a modo de ejemplo, muestra un sistema según la invención para la transmisión con corrección de errores de un conjunto de datos, desde una primera red hacia una segunda red, mediante una unidad de comunicaciones unidireccional.

La primera red NW1 por ejemplo puede ser una red industrial crítica en cuanto a la seguridad, y la segunda red NW2 por ejemplo puede ser una red de oficina abierta. Las redes NW1 y NW2 están conectadas entre sí solamente mediante una unidad de comunicaciones de una vía UC.

15 El sistema, en la primera red NW1, comprende una unidad de subdivisión E1 para subdividir el conjunto de datos en conjuntos de datos parciales, y una unidad de codificación COD para codificar los conjuntos de datos parciales mediante la adición de al menos un carácter de corrección en cada uno de los conjuntos de datos parciales. Además, el sistema puede comprender una unidad de emisión S en la primera red NW1, que por ejemplo está acoplada a la unidad de subdivisión E1 y/o a la unidad de codificación COD, o está integrada en la misma, y que
20 envía un conjunto de datos a una unidad de recepción E2 en la segunda red NW2. Por ejemplo, la unidad de emisión S, la unidad de subdivisión E1 y la unidad de codificación COD forman parte de un aparato en la primera red NW1.

25 El sistema comprende una unidad de comunicaciones unidireccional UC para la transmisión libre de efectos retroactivos de los conjuntos de datos parciales codificados desde la primera red NW1 hacia la segunda red NW2. Del lado del receptor, en la segunda red NW2, el sistema comprende una unidad de recepción E2 y una unidad de restauración E3. La unidad de recepción E2 y la unidad de restauración E3 en particular pueden formar parte de un aparato CD. La unidad de recepción E2 en particular comprende una unidad de decodificación DEC para decodificar los conjuntos de datos parciales recibidos, codificados, una memoria principal S1, una memoria auxiliar S2 y una
30 tabla T. La memoria principal S1 en particular puede presentar una capacidad de cálculo y de la memoria principal limitada. La unidad de decodificación DEC, la memoria principal S1, la memoria auxiliar S2 y la unidad de administración T preferentemente pueden estar acopladas unas con otras. En particular, la unidad de administración T también puede formar parte de la memoria principal S1 (no representado). La unidad de administración T puede entenderse como una tabla. Mediante la unidad de administración T en particular se administran el almacenamiento y el intercambio de caracteres y/o caracteres de corrección entre la memoria principal y la memoria auxiliar S1, S2.
35 La unidad de restauración E3 restaura el conjunto de datos transferido, desde los conjuntos de datos parciales decodificados, poniendo a disposición ese conjunto de datos para un procesamiento posterior en la segunda red NW.

40 Las unidades del sistema respectivamente en particular pueden comprender al menos un procesador que realiza funciones. Además, el sistema puede comprender un procesador, en el cual puede ejecutarse un producto de programa informático según la invención, que comprende partes de código de programa, para realizar las etapas de un procedimiento según la invención, asistido por ordenador.

En el marco de la invención, de manera ventajosa, todas las características descritas y/o ilustradas pueden combinarse unas con otras. La invención no está limitada a los ejemplos de ejecución descritos y se define mediante las reivindicaciones adjuntadas.

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para la transmisión con corrección de errores de un conjunto de datos (D) desde una primera red (NW1) hacia una segunda red (NW2) mediante una unidad de comunicaciones unidireccional (UC), con las etapas del procedimiento:

- 5 - subdivisión (1) del conjunto de datos en conjuntos de datos parciales (A, B, C) en la primera red (NW1), donde un conjunto de datos parcial (A, B, C) respectivamente comprende al menos un carácter (A1, A2, ..., C3),

 - codificación (2) de los conjuntos de datos parciales (A, B, C) mediante la adición de al menos un carácter de corrección (A', B', C') en cada uno de los conjuntos de datos parciales,
- 10 - transmisión (3) de los caracteres y caracteres de corrección (A1, A2, ..., C3, A', B', C') de los conjuntos de datos parciales codificados (A_COD, B_COD, C_COD) desde la primera red (NW1) hacia una unidad de recepción en la segunda red (NW2), mediante la unidad de comunicaciones unidireccional (UC),

 - recepción (4) de los caracteres y caracteres de corrección (A1, A2, ..., C3, A', B', C') de los conjuntos de datos parciales codificados (A_COD, B_COD, C_COD) en la segunda red (NW2),
- 15 - decodificación (5) de los conjuntos de datos parciales codificados, donde
 - a) en una memoria principal (S1) se almacenan caracteres y caracteres de corrección que están asociados a un primer conjunto de datos parcial codificado (A1, A2, A'),
 - b) en una memoria auxiliar (S2) se almacenan de forma intermedia caracteres y caracteres de corrección que están asociados a otros conjuntos de datos parciales codificados (B1, B', ...), y
 - 20 c) el primer conjunto de datos parcial codificado (A1, A2, A') se decodifica y a continuación los caracteres y/o caracteres de corrección recibidos hasta el momento, de uno de los otros conjuntos de datos parciales codificados (B_COD, C_COD), se desplazan desde la memoria auxiliar (S2) hacia la memoria principal (S1),
- 25 donde las etapas a) a c) se realizan de forma iterativa para cada uno de los conjuntos de datos parciales codificados (A_COD, B_COD, C_COD) del conjunto de datos (D),

 y

 - restauración (6) del conjunto de datos (D), desde los conjuntos de datos parciales decodificados (A_DEC, B_DEC, C_DEC), en la segunda red (NW2).
- 30 2. Procedimiento según la reivindicación 1, donde caracteres y caracteres de corrección de los conjuntos de datos parciales codificados (A_COD, B_COD, C_COD) se transmiten respectivamente de forma individual y/o en cualquier orden y/o independientemente de una asociación a uno de los conjuntos de datos parciales codificados (A_COD, B_COD, C_COD).
- 35 3. Procedimiento según una de las reivindicaciones precedentes, donde caracteres y/o caracteres de corrección que están asociados a un segundo conjunto de datos parcial codificado (B COD) se desplazan desde la memoria auxiliar (S2) hacia la memoria principal (S1), tan pronto como para el primer conjunto de datos parcial codificado (A_COD), almacenado en la memoria principal (S1), se encuentra presente una cantidad de caracteres y/o caracteres de corrección completa para la decodificación, en la memoria principal (S1).
- 40 4. Procedimiento según la reivindicación 1 ó 2, donde caracteres y/o caracteres de corrección que están asociados a un segundo conjunto de datos parcial codificado (B_COD) se desplazan desde la memoria auxiliar (S2) hacia la memoria principal (S1), tan pronto como para el segundo conjunto de datos parcial codificado (B_COD) se encuentra presente una mayor cantidad de caracteres y/o caracteres de corrección que para el primer conjunto de datos parcial codificado (A_COD), donde los caracteres y/o caracteres de corrección recibidos hasta el momento, del primer conjunto de datos parcial codificado (A_COD), se desplazan a la memoria auxiliar (S2).
- 45 5. Procedimiento según una de las reivindicaciones precedentes, donde los caracteres y/o caracteres de corrección recibidos se administran en la segunda red (NW2) mediante una unidad de administración (T) y, con ello, se determina qué caracteres y/o caracteres de corrección se almacenan para un conjunto de datos parcial codificado (A_COD, B_COD, C_COD) en la memoria principal (S1).

6. Procedimiento según la reivindicación 5, donde mediante la unidad de administración (T) se determina aquel conjunto de datos parcial codificado para el que se encuentra presente la mayor cantidad de caracteres y/o caracteres de corrección recibidos, y los caracteres y/o caracteres de corrección de ese conjunto de datos parcial codificado se almacenan en la memoria principal (S1).
- 5 7. Procedimiento según una de las reivindicaciones 5 ó 6, donde mediante la unidad de administración (T) se determina la cantidad de caracteres y/o caracteres de corrección recibidos de un conjunto de datos parcial codificado, y a partir de la cantidad determinada se determina la integridad para una decodificación de un conjunto de datos parcial codificado.
- 10 8. Procedimiento según una de las reivindicaciones 5 a 7, donde una información de la unidad de administración (T) se actualiza cuando un carácter y/o un carácter de corrección se recibe en la segunda red (NW2).
9. Procedimiento según una de las reivindicaciones precedentes, donde la codificación de los conjuntos de datos parciales (A, B, C) en la primera red (NW1) tiene lugar mediante un procedimiento predeterminado de corrección de errores hacia adelante.
- 15 10. Procedimiento según la reivindicación 9, donde la decodificación de los conjuntos de datos parciales en la segunda red (NW2) tiene lugar según el procedimiento predeterminado de corrección de errores hacia adelante.
11. Sistema para la transmisión con corrección de errores de un conjunto de datos desde una primera red (NW1) hacia una segunda red (NW2) mediante una unidad de comunicaciones unidireccional (UC), que comprende:
- una unidad de subdivisión (E1) que está diseñada para subdividir el conjunto de datos en la primera red (NW1) en conjuntos de datos parciales, donde un conjunto de datos parcial respectivamente comprende al menos un carácter,
 - una unidad de codificación (COD) en la primera red (NW1), que está diseñada para codificar los conjuntos de datos parciales mediante la adición de al menos un carácter de corrección en cada uno de los conjuntos de datos parciales,
 - una unidad de comunicaciones unidireccional (UC) que está diseñada para transmitir los caracteres y caracteres de corrección de los conjuntos de datos parciales codificados desde la primera red (NW1) hacia una unidad de recepción en la segunda red (NW2),
 - la unidad de recepción (E2) en la segunda red (NW2) que está diseñada para recibir los caracteres y caracteres de corrección de los conjuntos de datos parciales codificados, donde la unidad de recepción (E2) comprende una memoria principal (S1), una memoria auxiliar (S2) y una unidad de decodificación (DEC) para decodificar los conjuntos de datos parciales codificados, donde
 - a) en la memoria principal (S1) se almacenan caracteres y caracteres de corrección que están asociados a un primer conjunto de datos parcial codificado,
 - b) en la memoria auxiliar (S2) se almacenan de forma intermedia caracteres y caracteres de corrección que están asociados a otros conjuntos de datos parciales codificados, y
 - c) el primer conjunto de datos parcial codificado (A1, A2, A') se decodifica y a continuación los caracteres y/o caracteres de corrección recibidos hasta el momento, de uno de los otros conjuntos de datos parciales codificados (B_COD, C_COD), se desplazan desde la memoria auxiliar (S2) hacia la memoria principal (S1), donde las etapas a) a c) se realizan de forma iterativa para cada uno de los conjuntos de datos parciales codificados (A_COD, B_COD, C_COD) del conjunto de datos (D),
- 40 y
- una unidad de restauración (E3) que está diseñada para restaurar el conjunto de datos desde los conjuntos de datos parciales decodificados en la segunda red (NW2).
12. Sistema según la reivindicación 11, que comprende una unidad de administración (T) para administrar los caracteres y/o caracteres de corrección recibidos, en la segunda red (NW2).
- 45 13. Producto de programa informático que puede cargarse directamente en un ordenador programable, que comprende partes del código de programa que, durante la ejecución del programa mediante el ordenador, disponen al mismo a realizar las etapas de un procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 10.

14. Soporte de datos que almacena el producto de programa informático según la reivindicación 13.

FIG 1





