

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 864 161**

51 Int. Cl.:

H04L 29/06

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **29.03.2018** **PCT/EP2018/058086**

87 Fecha y número de publicación internacional: **04.10.2018** **WO18178242**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **29.03.2018** **E 18713263 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **06.01.2021** **EP 3603000**

54 Título: **Procedimiento de aprendizaje de un contexto de compresión/descompresión y el correspondiente dispositivo, sistema y producto de programa informático**

30 Prioridad:

29.03.2017 FR 1752627

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

13.10.2021

73 Titular/es:

**ACKLIO (100.0%)
1137 A Avenue des Champs Blancs
35510 Cesson-Sévigné, FR**

72 Inventor/es:

**MINABURO, ANA y
PELOV, ALEXANDER**

74 Agente/Representante:

FLORES DREOSTI, Lucas

ES 2 864 161 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 de aprendizaje de un contexto de compresión/descompresión y el correspondiente dispositivo, sistema y producto de programa informático

DOMINIO TÉCNICO

5 **[0001]** La presente invención se refiere al campo de la compresión y descompresión de datos (principalmente, aunque no exclusivamente, los datos de encabezado) intercambiados a través de un enlace de comunicación.

10 **[0002]** Más en concreto, la presente invención se refiere a un procedimiento que permite un aprendizaje de un contexto de compresión/descompresión (que comprende al menos una regla de compresión/descompresión) utilizado por dos dispositivos, uno compresor y el otro descompresor, que intercambian datos comprimidos a través de dicho enlace, al tiempo que se minimiza la reducción de la velocidad útil en el enlace en cuestión.

[0003] La invención tiene numerosas aplicaciones, principalmente, aunque no exclusivamente, en el campo del Internet de las cosas, donde las redes dedicadas al intercambio de datos para dichos objetos presentan a menudo velocidades reducidas para limitar el consumo de dichos objetos en aplicaciones móviles.

15 **[0004]** Ejemplos de estas redes son redes basadas en tecnología SemTech LoRa, SIGFOX, NB-IoT, EC-GSM, Cat-M1, Weightless, Ingenu/RPMA, WI-SUN o cualquier otra tecnología que posea características similares.

[0005] Asimismo, la invención se puede aplicar a objetos que se comunican a través de redes de menor alcance, como Bluetooth, Bluetooth LE, IEEE 802.15.4, ZigBee.

[0006] Más en general, la invención se puede aplicar a cualquier red que ponga límites a la velocidad de comunicación, o que esté pensada para conectar objetos (incluso si dicha red no tiene límite de velocidad).

20 **PLAN TECNOLÓGICO ANTERIOR**

[0007] Presentados como la «tercera revolución de Internet», los objetos conectados se están imponiendo en todas las áreas de la vida cotidiana y en la empresa. La mayoría de estos objetos están pensados para producir datos gracias a sus sensores integrados con el fin de proporcionar servicios con valor añadido a su propietario.

25 **[0008]** Por las aplicaciones para las que se pretenden usar, estos objetos conectados son en su mayoría móviles. En concreto, deben ser capaces de transmitir los datos producidos, ya sea con regularidad o cuando se solicite, a un usuario que se haya desplazado.

[0009] En un entorno industrial, estos objetos conectados permiten recoger valores de un contador, activar accionadores o servir de plan de control de otras redes de datos.

30 **[0010]** El aspecto móvil de estos objetos a menudo viene acompañado de una necesidad de autonomía energética. Sin embargo, incluso cuando se basan en una de las tecnologías de radio móvil celular que menos energía consumen, los objetos conectados actuales siguen presentando un consumo inadmisiblemente alto para permitir un despliegue a gran escala con un coste razonable.

35 **[0011]** Frente a los problemas del consumo del enlace radio para dichas aplicaciones móviles, están empezando a surgir nuevas tecnologías de radio de bajo consumo y baja velocidad dedicadas específicamente a las redes del «Internet de las cosas», es decir, tecnologías de radio para las denominadas redes LPWAN (del inglés «Low-Power Wide-Area Networks», o «red de área amplia de baja potencia» en español).

[0012] Más en concreto, se pueden distinguir dos tipos de tecnologías:

40 – Por un lado, existen tecnologías propietarias como, por ejemplo, la tecnología de la empresa Sigfox®, o la tecnología LoRa®, o la tecnología de la empresa Qowiso®. En la práctica, estas tecnologías no estandarizadas se basan todas en el uso de la banda de frecuencia «Industrial, Científica y Médica», denominada ISM, y en la reglamentación asociada a su uso. La ventaja de estas tecnologías es que ya están disponibles y permiten el despliegue rápido de redes con inversiones limitadas. Asimismo, permiten el desarrollo de objetos conectados que consumen muy poca energía y tienen un bajo coste;

45 – por otro lado, existen varias tecnologías promovidas por organismos de normalización. Por ejemplo, se pueden citar tres tecnologías en proceso de estandarización ante el 3GPP (del inglés «3rd Generation Partnership

Project»): NB-IoT (del inglés «Narrow Band - Internet of Things»), LTE MTC (del inglés «Long Term Evolution - Machine Type Communication») y EC-GPRS (del inglés «Extended Coverage - General Packet Radio Service»). No obstante, estas soluciones todavía no están especificadas del todo y además se basan en bandas de frecuencia con licencia.

5 **[0013]** Sin embargo, todas estas tecnologías tienen en común la escasa velocidad para conservar la autonomía energética de los objetos conectados utilizando este tipo de enlace de radio para el intercambio de datos.

[0014] Con el fin de optimizar el uso del ancho de banda en dicho enlace de radio de tipo LPWAN, se están elaborando diversas técnicas de compresión de datos.

10 **[0015]** A modo de ejemplo, la técnica de «compresión de encabezados a base de contexto», denominada SCHC (del inglés «Static Context Header Compression»), está desarrollándose en la IETF (del inglés Internet Engineering Task Force»). Una técnica de este tipo está descrita, por ejemplo, en el documento de L. Toutain *et al.* «LPWAN Static Context Header Compression (SCHC) and fragmentation for IPv6 and UDP» (<https://datatracker.ietf.org/doc/html/draft-ietf-lpwan-ipv6-static-context-hc-02>).

15 **[0016]** En efecto, la mayoría de las redes LPWAN se caracterizan por usar tramas (también denominadas en ocasiones «paquetes») de datos que presentan partes útiles de pequeño tamaño con respecto al tamaño de los encabezados correspondientes. Asimismo, los cálculos realizados por la mayoría de los objetos conectados deben seguir siendo reducidos para limitar su consumo energético. Así, la técnica SCHC propone comprimir/descomprimir los encabezados empleados por dichas redes a través del uso de contextos que comprenden un conjunto de reglas de compresión/descompresión conocidas a la vez por el emisor (o, más en concreto, el dispositivo compresor) y por el receptor (o, más en concreto, el dispositivo descompresor). Estas reglas siguen siendo sencillas de aplicar en lo que se refiere a carga de cálculo, asociando valores concretos a los campos de los encabezados en cuestión.

25 **[0017]** Más en concreto, el emisor envía simultáneamente los datos de encabezado comprimidos así como el identificador de la regla utilizada para comprimir los datos enviados. Una vez las reglas de compresión/descompresión son conocidas por el emisor, este último realiza la descompresión de los datos comprimidos y recibidos basándose en la regla de compresión/descompresión identificada por el identificador recibido.

[0018] No obstante, dicha técnica necesita que las reglas se conozcan a ambos lados del enlace de comunicación, es decir, a la vez por parte del emisor y por parte del receptor de los datos comprimidos.

30 **[0019]** Para ello, en determinados casos las reglas en cuestión se definen de antemano en cada dispositivo que las utiliza. En otros casos, se ejecuta una fase de inicialización en la que las reglas en cuestión se transmiten desde uno de los dispositivos que las utiliza al otro, con el fin de que los dos dispositivos utilicen las mismas reglas en los intercambios de datos comprimidos a través de su parte emisora y receptora.

35 **[0020]** Sin embargo, dicha fase de inicialización es problemática ya que reduce otro tanto la velocidad disponible en el enlace de comunicación, principalmente cuando este es del tipo LPWAN, es decir, de baja velocidad en la práctica.

40 **[0021]** Asimismo, determinadas aplicaciones pueden llevar a características dinámicas del flujo de datos que se intercambian en el enlace de comunicación entre los dos dispositivos (por ejemplo, una etiqueta que caracterice el flujo transmitido, un número de puerto de una aplicación fuente, etc.). Así, volver a configurar las reglas de compresión/descompresión puede resultar beneficioso para optimizar la compresión de los encabezados de las tramas de datos intercambiados en el enlace de comunicación en función de las características de este último.

[0022] Sin embargo, una actualización de las reglas de compresión/descompresión necesita también un intercambio de datos adicional, lo que reduce la velocidad disponible para los datos útiles.

45 **[0023]** Asimismo, este intercambio de datos adicional puede ser largo debido a la velocidad limitada en una red LPWAN, lo que limita la adaptabilidad de las reglas de compresión/descompresión al flujo de datos efectivo en el enlace de comunicación. Del mismo modo, esta duración de intercambio de datos adicionales puede impactar de forma significativa en los intercambios de datos útiles a tiempo real entre los dispositivos que implementan las reglas en cuestión.

50 **[0024]** Por tanto, existe la necesidad de iniciar y/o actualizar las reglas de compresión/descompresión implementadas para el intercambio de datos comprimidos a través de un enlace de comunicación minimizando la reducción de la velocidad de datos útiles en el enlace en cuestión.

[0025] Asimismo, existe la necesidad de que dicha actualización se realice de forma reactiva, minimizando el impacto a tiempo real sobre el intercambio de datos en el enlace de comunicación en cuestión.

SUMARIO

5 **[0026]** En una forma de realización de la técnica descrita, se propone un procedimiento de aprendizaje de un contexto de compresión/descompresión que comprende al menos una regla de compresión/descompresión destinada a ser utilizada por un dispositivo compresor y un dispositivo descompresor, para comprimir y descomprimir, respectivamente, al menos un primer flujo de datos transmitidos a través de al menos un primer enlace de comunicación. De acuerdo con dicho procedimiento, al menos un dispositivo, de entre el dispositivo compresor, el dispositivo descompresor y un tercer dispositivo, realiza las siguientes etapas:

- 10
- analizar al menos un segundo flujo de datos no comprimido, transmitido entre el dispositivo compresor y el dispositivo descompresor a través de al menos un segundo enlace de comunicación; y
 - aprendizaje de dicha al menos una regla de compresión/descompresión, en función de dicho análisis;

15 la etapa de aprendizaje comprende una modificación de al menos una regla de compresión/descompresión de base, para obtener dicha al menos una regla de compresión/descompresión comprendida en el contexto de compresión/descompresión, comprendiendo dicha al menos una regla de compresión/descompresión de base al menos una descripción de campo de adaptación que define un comportamiento de compresión/descompresión para un campo de adaptación del al menos un primer flujo de datos,

y comprendiendo dicha modificación, para cada regla de compresión/descompresión de base seleccionada:

- 20
- para cada descripción de campo de adaptación, una modificación de al menos un atributo de dicha descripción de campo de adaptación, en función de un valor corriente de dicho campo de adaptación en un paquete de dicho al menos un segundo flujo de datos.

25 **[0027]** Así, la invención propone una solución novedosa e inventiva para el aprendizaje (es decir, la inicialización y/o la actualización) de un contexto de compresión/descompresión que comprende unas reglas de compresión/descompresión implementadas por un dispositivo compresor y por un dispositivo descompresor (pudiendo ser cada uno de los dispositivos compresor y descompresor un dispositivo independiente o bien estar incluido en otro aparato, como por ejemplo un objeto conectado, un terminal de usuario del tipo teléfono inteligente o tableta, una puerta de enlace de red o un núcleo de red, un servidor o un ordenador, etc.).

30 **[0028]** Para ello, la técnica descrita propone utilizar un segundo enlace de comunicación para realizar el aprendizaje de las reglas de compresión/descompresión en cuestión antes de ser utilizadas para el intercambio de un primer flujo de datos a través del primer enlace de comunicación.

[0029] De este modo, el ancho de banda en dicho primer enlace de comunicación se queda dedicado al intercambio de datos útiles.

35 **[0030]** Asimismo, la posibilidad de realizar el aprendizaje de las reglas de compresión/descompresión sin que impacte en la velocidad en el primer enlace de comunicación permite contemplar una actualización más frecuente de las reglas en cuestión. Así, resulta factible una adaptación de las reglas a la reconfiguración dinámica del intercambio de datos en el primer enlace de comunicación.

[0031] En fin, cuando el segundo enlace de comunicación presenta una velocidad más alta que la del primer enlace de comunicación, la duración del aprendizaje del contexto de compresión se ve reducida.

40 **[0032]** El aprendizaje se realiza de forma selectiva en reglas de compresión/descompresión concretas (reglas seleccionadas) de entre la totalidad de las reglas de base susceptibles de ser implementadas por los dispositivos compresor y descompresor.

[0033] El o los atributos de la regla de compresión/descompresión que se quiere que el dispositivo compresor y/o el dispositivo descompresor y/o el tercer dispositivo aprenda(n) se actualizan de forma flexible a través de las informaciones proporcionadas en el segundo enlace de comunicación.

45 **[0034]** El o los atributos de la regla de compresión/descompresión que se quiere que el dispositivo compresor y/o el dispositivo descompresor y/o el tercer dispositivo aprenda(n) se actualizan, por ejemplo, sobre la base de valores

de atributos predefinidos, seleccionados de forma selectiva en función del valor corriente (en el segundo flujo) del campo de adaptación al que se asocian los atributos en cuestión.

5 **[0035]** Según una forma de realización, dicho al menos un campo de adaptación es un campo de encabezado de un paquete del al menos un primer flujo de datos, transmitiendo el campo de encabezado una información dinámica de un protocolo de comunicación.

[0036] Así, se realiza un aprendizaje de los atributos de las reglas de compresión/descompresión asociados a los campos de encabezados que transmiten un parámetro dinámico, es decir, no conocido anteriormente al establecer la comunicación en el primer enlace de comunicación.

10 **[0037]** Dicho aprendizaje permite una adaptación de las reglas de compresión y descompresión a los cambios dinámicos de configuración de la comunicación entre los dispositivos compresor y descompresor.

[0038] Según una forma de realización, dicho al menos un atributo de la al menos una descripción de campo de adaptación pertenece al grupo que comprende:

- un valor objetivo de dicho campo de adaptación;
 - un operador de comparación entre dicho valor objetivo y un valor corriente de dicho campo de adaptación en un paquete de dicho al menos un primer flujo de datos, para emitir una decisión de aplicar una función de compresión o de descompresión a dicho valor corriente; y
 - dicha función de compresión o de descompresión.
- 15

20 **[0039]** Así, durante una fase de funcionamiento (posterior a la fase de aprendizaje definida por el presente procedimiento), la aplicación de la regla de compresión/descompresión, resultante del aprendizaje, al valor efectivo de un campo de los datos (p. ej., un campo de encabezado) para emitir un campo de datos comprimido o descomprimido, está condicionada a la comparación entre el valor efectivo en cuestión y un valor objetivo asociado al campo de datos en cuestión por la regla de compresión/descompresión obtenida tras el aprendizaje.

[0040] Dicha compresión o descompresión se realiza, pues, a través de la función de compresión o descompresión asociada al campo de datos en cuestión por la regla de compresión/descompresión obtenida tras el aprendizaje.

25 **[0041]** Según una forma de realización, la etapa de aprendizaje comprende una selección, en función del al menos un segundo flujo de datos no comprimido, de dicha al menos una regla de compresión/descompresión de base de entre una pluralidad de reglas de compresión/descompresión de base.

30 **[0042]** Así, el aprendizaje se realiza de forma selectiva sobre unas reglas de compresión/descompresión concretas de entre las reglas de base (p. ej., patrones, o «templates» en inglés, de reglas) implementadas de antemano en el dispositivo o los dispositivos que implementa(n) el procedimiento de aprendizaje.

[0043] Según una forma de realización, cada una de las reglas de compresión/descompresión de base comprende al menos una descripción de campo de referencia que define un comportamiento de compresión/descompresión y un valor objetivo para un campo de referencia de dicho al menos un primer flujo de datos. Dicha selección comprende, para cada una de las reglas de compresión/descompresión de base:

- para cada descripción de campo de referencia que define un valor objetivo determinado para un campo de referencia determinado, una comparación entre un valor corriente de dicho campo de referencia determinado en un paquete de dicho al menos un segundo flujo de datos, y dicho valor objetivo determinado; y
 - una decisión de selección o de no selección de dicha regla de compresión/descompresión de base, en función de dicha comparación para cada descripción de campo de referencia.
- 35

40 **[0044]** Así, una regla de compresión/descompresión que se quiere que el dispositivo compresor y/o el dispositivo descompresor y/o el tercer dispositivo aprenda(n) se identifica de forma simple y robusta a través de una comparación realizada entre el valor objetivo y el valor corriente de un campo de referencia de los datos sobre el que la regla debe aplicarse para realizar la compresión o descompresión de este.

45 **[0045]** Según una forma de realización, dicho al menos un campo de referencia es otro campo de encabezado de un paquete del al menos un primer flujo de datos, transmitiendo dicho otro campo de encabezado una información estática del protocolo de comunicación anteriormente mencionado.

[0046] Así, la identificación de la regla de compresión/descompresión que se quiere que el dispositivo compresor y/o el dispositivo descompresor y/o el tercer dispositivo aprenda(n) se realiza mediante el reconocimiento del valor

de un campo de encabezado que transmite un parámetro estático que permite identificar el destinatario final de los datos comprimidos e intercambiados en el primer flujo de datos a través del primer enlace de comunicación (p. ej., el descompresor, un dispositivo en el que esté incluido el descompresor, o más en concreto una aplicación final a la que se destinan los datos tras la descompresión realizada por el descompresor).

5 [0047] Así, el método descrito permite el aprendizaje de una regla de compresión/descompresión utilizada específicamente para el intercambio de datos comprimidos con un dispositivo receptor concreto.

[0048] Asimismo, la identificación de la regla que se quiere aprender se realiza de forma robusta siguiendo un criterio predefinido (es decir, siguiendo un criterio conocido de antemano cuando se establece la comunicación a través del primer enlace de comunicación).

10 [0049] Según una forma de realización, dicha al menos una regla de compresión, comprendida en dicho contexto de compresión/descompresión, está en el formato SCHC (del inglés «Static Context Header Compression»).

[0050] Según otra forma de realización, dicho al menos un primer enlace de comunicación es un enlace de una red inalámbrica de largo alcance y bajo consumo (LPWAN, del inglés «Low-Power Wide-Area Network»).

15 [0051] Por ejemplo, se trata de una red LoRa®, SIGFOX®, NB-IoT (del inglés «Narrow Band - Internet of Things»), EC-GPRS (del inglés «Extended Coverage - General Packet Radio Service»), LTE (del inglés «Long Term Evolution») cat-M1, Weightless®, Ingenu/RPMA®, WI-SUN, etc.

[0052] Según otra forma de realización adicional, dicho al menos un segundo enlace de comunicación es un enlace de una red inalámbrica celular.

[0053] Por ejemplo, se trata de un enlace radio celular 2G/3G/4G, etc.

20 [0054] Según una forma de realización, el dispositivo compresor y el dispositivo descompresor realizan cada uno las etapas de análisis y aprendizaje.

[0055] Así, se simplifica la implementación global de dicho aprendizaje.

25 [0056] Según otra forma de realización, uno de los dispositivos compresor y descompresor realiza las etapas de análisis y de aprendizaje, y el otro de los dispositivos compresor y descompresor recibe el contexto de compresión/descompresión resultante de dichas etapas de análisis y aprendizaje.

[0057] Según otra forma de realización adicional, el tercer dispositivo realiza las etapas de análisis y de aprendizaje, y el dispositivo compresor y el dispositivo descompresor reciben cada uno el contexto de compresión/descompresión resultante de dichas etapas de análisis y aprendizaje.

30 [0058] La invención se refiere también a un programa informático que comprende unas instrucciones de código de programa para la implementación de un procedimiento de aprendizaje de un contexto de compresión/descompresión, según una cualquiera de sus diferentes formas de realización, cuando dicho programa se ejecuta en un ordenador.

35 [0059] En otra forma de realización de la invención, se propone un dispositivo de aprendizaje de un contexto de compresión/descompresión que comprende al menos una regla de compresión/descompresión destinada a ser utilizada por un dispositivo compresor y un dispositivo descompresor, para comprimir y descomprimir, respectivamente, al menos un primer flujo de datos transmitidos a través de al menos un primer enlace de comunicación. Dicho dispositivo comprende una máquina de cálculo reprogramable o una máquina de cálculo dedicada, adecuada y configurada para:

- 40
- analizar al menos un segundo flujo de datos no comprimido, transmitido entre el dispositivo compresor y el dispositivo descompresor a través de al menos un segundo enlace de comunicación; y
 - aprender dicha al menos una regla de compresión/descompresión, en función de dicho análisis;

comprendiendo dicho aprendizaje una **modificación** de al menos una regla de compresión/descompresión de base, para obtener dicha al menos una regla de compresión/descompresión comprendida en dicho contexto de compresión/descompresión,

comprendiendo dicha al menos una regla de compresión/descompresión de base al menos una descripción de campo de adaptación que define un comportamiento de compresión/descompresión para un campo de adaptación de dicho al menos un primer flujo de datos,

comprendiendo dicha modificación, para cada regla de compresión/descompresión de base seleccionada:

- 5 para cada descripción de campo de adaptación, una **modificación** de al menos un atributo de dicha descripción de campo de adaptación, en función de un valor corriente de dicho campo de adaptación en un paquete de dicho al menos un segundo flujo de datos.

10 **[0060]** Dicho dispositivo de aprendizaje de un contexto de compresión/descompresión es adecuado principalmente para implementar el procedimiento de aprendizaje de un contexto de compresión/descompresión según la técnica descrita (según una cualquiera de las diferentes formas de realización anteriormente mencionadas).

[0061] Así, las características y ventajas de este dispositivo son las mismas que las del procedimiento de aprendizaje anteriormente descrito. En consecuencia, no se exponen con mayor detalle.

LISTA DE FIGURAS

15 **[0062]** Otras características y ventajas se pondrán de manifiesto con mayor claridad tras la lectura de la siguiente descripción de formas de realización concretas de la divulgación, a modo de simples ejemplos ilustrativos y no limitativos, y de los dibujos adjuntos, de entre los cuales:

- la figura 1 ilustra un sistema que comprende un compresor y un descompresor según una forma de realización de la técnica descrita;

20 - la figura 2 ilustra las etapas de un procedimiento de aprendizaje de un contexto de compresión/descompresión según una forma de realización de la técnica descrita; y

- la figura 3 presenta un ejemplo de estructura de un dispositivo de aprendizaje que permite la implementación del procedimiento de la figura 2.

DESCRIPCIÓN DETALLADA

25 **[0063]** En todas las figuras del presente documento, los elementos y etapas idénticos se designan con una misma referencia.

30 **[0064]** El principio general de la técnica descrita consiste en un procedimiento de aprendizaje de un contexto de compresión/descompresión que comprende al menos una regla de compresión/descompresión destinada a ser utilizada por un dispositivo compresor y un dispositivo descompresor, para comprimir y descomprimir, respectivamente, un primer flujo de datos transmitidos a través de un primer enlace de comunicación. Según dicho procedimiento, al menos un dispositivo, de entre el dispositivo compresor, el dispositivo descompresor y un tercer dispositivo (distinto del dispositivo compresor y del dispositivo descompresor), aprende la regla de compresión/descompresión en cuestión en función de un segundo flujo de datos no comprimido, transmitido entre el dispositivo compresor y el dispositivo descompresor a través de un segundo enlace de comunicación.

35 **[0065]** De este modo, el ancho de banda en el primer enlace de comunicación se queda dedicado al intercambio de datos útiles.

[0066] A continuación se describe, en relación con la **figura 1**, un sistema que comprende un dispositivo compresor 100a y un dispositivo descompresor 100b según una forma de realización de la técnica descrita.

40 **[0067]** Según esta forma de realización, el dispositivo compresor 100a y el dispositivo descompresor 100b comprime y descomprime, respectivamente, un primer flujo de datos transmitidos a través de un primer enlace de comunicación 110a.

[0068] el primer enlace de comunicación 110a es del tipo LPWAN (por ejemplo, un enlace radio con el estándar LoRa®, SIGFOX®, NB-IoT, EC-GPRS, LTE cat-M1, Weightless®, Ingenu/RPMA®, WI-SUN, etc.).

[0069] El dispositivo compresor 100a está incluido en un objeto conectado 130 (por ejemplo, del tipo sensor/accionador) y el dispositivo descompresor 100b está en la ruta de datos entre una puerta de enlace de red

de la red LPWAN y un núcleo de red de comunicación (por ejemplo, una red «IP» como la red Internet 140 o una red intranet).

[0070] Así, los datos descomprimidos por el dispositivo descompresor 100b son dirigidos hasta un servidor de aplicaciones 150 a través de la red Internet 140.

5 **[0071]** Más en concreto, los datos descomprimidos por el dispositivo descompresor 100b son dirigidos hasta una o varias aplicaciones 151 objetivo a las cuales se destinan los datos en cuestión, inicialmente enviados por el objeto conectado 130 en forma comprimida por la acción del dispositivo compresor 100a.

10 **[0072]** En determinadas formas de realización no representadas, el dispositivo compresor 100a y el dispositivo descompresor 100b comprime y descomprime, respectivamente, varios primeros flujos de datos transmitidos a través de uno o varios primeros enlaces de comunicación 110a.

[0073] En otras formas de realización no representadas, cada uno de los dispositivos compresor 100a y descompresor 100b es un dispositivo independiente o bien está incluido en otro aparato, como por ejemplo un objeto conectado, un terminal de usuario del tipo teléfono inteligente o tableta, una puerta de enlace de red o un núcleo de red, un servidor o un ordenador, un equipo de Cloud Computing («computación en la nube»), etc.

15 **[0074]** En otras formas de realización adicionales no representadas, cada uno de los otros aparatos en cuestión integra a la vez un dispositivo compresor 100a y un dispositivo descompresor 100b. En estas configuraciones el o los primeros flujos de datos transmitidos a través del primer o los primeros enlaces de comunicación 100a son bidireccionales. Del mismo modo, el segundo flujo de datos se transmite entre un dispositivo compresor 100a y un dispositivo descompresor 100b de cada uno de los otros aparatos en cuestión.

20 **[0075]** En determinadas formas de realización, el primer enlace de comunicación 110a es un enlace radio de corto alcance del tipo Wifi®, Bluetooth®, IEEE 802.15.4, ZigBee, o incluso un enlace celular (como por ejemplo 2G/3G/4G, etc.), etc.

25 **[0076]** Con el fin de optimizar la utilización de la velocidad en el primer enlace de comunicación 110a, unas reglas de compresión/descompresión de los datos (que son tres en este ejemplo, con las referencias 120a, 120b y 120c) son utilizadas por los dispositivos compresor 100a y descompresor 100b. Estas reglas forman un contexto de compresión/descompresión 120.

30 **[0077]** Por ejemplo, las reglas de compresión/descompresión utilizadas están en el formato SCHC (técnica de compresión a base de contexto, véase la definición más arriba). La siguiente **tabla 1** da un ejemplo de atributos de una regla de compresión/descompresión de este tipo con el formato SCHC (por ejemplo, la que tiene la referencia 120a).

Tabla 1

Identificador de campo	Valor objetivo	Operador de comparación	Función de compresión/descompresión
C1	0x00	Ignorar	No enviar
C2	0x1230	MSB(12)	LSB(4)
C3	0xABC0	MSB(12)	LSB(4)

35 **[0078]** Más en concreto, se desprende que la regla 120a de compresión/descompresión en cuestión comprende una lista de tres descripciones de campo. Cada descripción de campo corresponde a una línea de la tabla 1 anterior y define un comportamiento de compresión/descompresión para un campo determinado del primer flujo de datos que se va a comprimir/descomprimir.

[0079] Más en concreto, se desprende que los atributos de la regla 120a en cuestión son, para una descripción de campo determinada (es decir, para una línea determinada de la tabla 1):

- 40 • el identificador del campo de datos (es decir, un campo de encabezados, en el caso de una descripción de campo en el formato SCHC), de entre los datos que se van a comprimir/descomprimir, sobre el cual se va a

aplicar, si procede, la función de compresión/descompresión asociada a la descripción en cuestión (que es en este caso el campo C1 o C2 o C3 de la primera columna siguiendo la descripción de campo considerada);

- el valor objetivo asociado al campo identificado por el identificador de campo de la primera columna;
- el operador de comparación que la regla 120a en cuestión aplica entre el valor efectivo del campo de datos identificado por el identificador de la primera columna (es decir, el valor del campo del primer flujo de datos en cuestión que se va a comprimir/descomprimir) y el valor objetivo para este campo como se muestra en la segunda columna de la tabla;
- la función de compresión/descompresión que se va a aplicar al valor efectivo del campo de datos identificado por el identificador de la primera columna cuando el resultado proporcionado por el operador de comparación de la segunda columna es positivo.

[0080] A modo de ejemplo, vamos a considerar la aplicación de la regla cuyos atributos se proporcionan en la tabla 1 para comprimir el paquete de datos compuesto por tres campos de encabezados C1, C2 y C3 y por sus tres valores corrientes 0x00, 0x1234 y 0xABCD, respectivamente, es decir, el paquete de datos [0x00,0x1234,0xABCD].

[0081] Se desprende que:

- el valor corriente del campo C1 no tiene importancia aquí, ya que este valor es ignorado por la regla 120a en cuestión. La función de compresión correspondiente siempre se aplica y los bits de datos del campo C1 no se envían en este caso;
- el valor corriente de los 12 MSB (del inglés «Most Significant Bits») del campo C2, esto es, 0x1230, corresponde con el valor objetivo esperado. Así pues, se aplica la función de compresión correspondiente y únicamente los 4 LSB (del inglés «Least Significant Bits») del campo C2, esto es, 0x4, se retienen para su envío;
- el valor corriente de los 12 MSB (del inglés «Most Significant Bits») del campo C3, esto es, 0xABC0, corresponde con el valor objetivo esperado. Así pues, se aplica la función de compresión correspondiente y únicamente los 4 LSB (del inglés «Least Significant Bits») del campo C3, esto es, 0xD, se retienen para su envío.

[0082] Así, la aplicación de la regla 120a en cuestión al paquete de datos [0x00,0x1234,0xABCD] proporciona el paquete de datos comprimidos [0x4D] para que el objeto conectado 130 lo envíe al servidor de aplicaciones 150 a través del primer enlace de comunicación 110a en el cual se encuentra el dispositivo descompresor 100b. Asimismo, el objeto conectado 130 envía simultáneamente el identificador de la regla 120a utilizada por el dispositivo compresor 100a para comprimir los datos transmitidos.

[0083] Así, el dispositivo descompresor 100b aplica la misma regla 120a a los datos comprimidos que recibe y realiza las operaciones inversas a las realizadas por el dispositivo compresor 100a para reconstruir los datos de origen, a saber:

- asociación predeterminada del valor 0x00 al campo C1;
- restitución de los 12 MSB de 0x1230 concatenados con el LSB 0x4 recibido a través del primer enlace de comunicación 110a para formar el valor corriente inicial del campo C2, es decir, 0x1234;
- restitución de los 12 MSB de 0xABC0 concatenados con el LSB 0xD recibido a través del primer enlace de comunicación 110a para formar el valor corriente inicial del campo C3, es decir, 0xABCD.

[0084] Asimismo, en la presente primera implementación, cada uno de los dispositivos compresor 100a y descompresor 100b comprende un dispositivo de aprendizaje 300 de un contexto de compresión/descompresión. Más adelante se presentan otras implementaciones posibles.

[0085] Un dispositivo de aprendizaje 300 de este tipo, del que se describe un ejemplo de estructura más adelante en relación con la figura 3, es adecuado para obtener y tratar datos de un segundo flujo de datos transmitido entre el dispositivo compresor 100a y el dispositivo descompresor 100b a través de un segundo enlace de comunicación 110b.

[0086] Por ejemplo, el segundo enlace de comunicación 110b es un enlace de radiocomunicación de corto alcance del tipo Wifi®, Bluetooth®, IEEE 802.15.4, ZigBee, o incluso un enlace celular (como por ejemplo 2G/3G/4G, etc.), etc.

5 [0087] En determinadas formas de realización no representadas, el dispositivo de aprendizaje 300 es adecuado para obtener y tratar datos de varios segundos flujos de datos transmitidos entre el dispositivo compresor 100a y el dispositivo descompresor 100b a través de uno o varios segundos enlaces de comunicación 110b.

[0088] En unas variantes, el segundo enlace de comunicación 110b es un enlace del tipo LPWAN (por ejemplo, un enlace radio con el estándar LoRa®, SIGFOX®, NB-IoT, EC-GPRS, LTE cat-M1, Weightless®, Ingenu/RFMA®, WI-SUN, etc.).

10 [0089] En otras variantes, los enlaces de comunicación primero 110a y segundo 110b son dos enlaces radio que reposan sobre dos modos distintos de un mismo protocolo de comunicación por radio (por ejemplo, el modo IP del estándar NB-IoT, y el modo no-IP del mismo estándar (modo no-IP del estándar NB-IoT, también conocido con los nombres DoNAS, del inglés «Data over NAS» o NIDD del inglés «Non-IP Data Delivery»)).

15 [0090] Así, el o los dispositivos del aprendizaje 300 son adecuados para implementar el procedimiento de aprendizaje de un contexto de compresión/descompresión 120 descrito a continuación en relación con la figura 2.

20 [0091] Se describe ahora, en relación con la **figura 2**, una forma de realización de un procedimiento de aprendizaje de un contexto de compresión/descompresión 120 según una forma de realización de la técnica descrita. Este procedimiento es ejecutado por cada dispositivo de aprendizaje 300 (es decir, en la presente primera implementación, por el comprendido en el dispositivo compresor 100a y por el comprendido en el dispositivo descompresor 100b).

[0092] Durante una **etapa de análisis E200**, el dispositivo de aprendizaje 300 analiza el segundo flujo de datos no comprimido, transmitido entre el dispositivo 100a y el dispositivo descompresor 100b a través del segundo enlace de comunicación 110b.

25 [0093] Un análisis de este tipo permite que el dispositivo de aprendizaje 300 obtenga la información necesaria en la siguiente etapa E210 de aprendizaje del contexto de compresión/descompresión. Este contexto es útil en sí mismo para la compresión y descompresión posterior del primer flujo de datos que se va a transmitir a través del primer enlace de comunicación 110a. La naturaleza de la información en cuestión se describe a continuación en relación con la etapa de aprendizaje E210 y las subetapas correspondientes.

30 [0094] La etapa de aprendizaje E210 comprende una subetapa de selección E210a y una subetapa de modificación E210b.

[0095] En la **subetapa de selección E210a**, el dispositivo de aprendizaje 300 selecciona al menos una regla de base de entre una pluralidad de reglas de base, en función del segundo flujo de datos no comprimido (y, más precisamente, en función de la información obtenida en la etapa de análisis E200).

35 [0096] En una forma de realización, dichas reglas de base son, por ejemplo, patrones de reglas (o «templates» en inglés) implementados de antemano en el dispositivo de aprendizaje 300. Así, uno o varios de estos patrones de reglas se seleccionan y después se modifican mediante la técnica descrita para poder utilizarse para la compresión y descompresión del primer flujo de datos intercambiado en el primer enlace de comunicación 110a.

[0097] En otra forma de realización, dichas reglas de base son reglas corrientes, ya utilizadas para la compresión y descompresión del primer flujo de datos, pero que se quieren actualizar por medio del procedimiento descrito.

40 [0098] Según una forma de realización concreta, la selección de una o varias de las reglas de base se realiza basándose en campos de referencia definidos como tales para una regla 120a, 120b, 120c determinada.

[0099] Más en concreto, cada descripción de campo de referencia (con la noción de descripción de campo como y como se ha introducido anteriormente en relación con la tabla 1) de una regla con el formato SCHC define un comportamiento de compresión/descompresión y un valor objetivo para un campo de referencia.

45 [0100] Así, la selección E210a comprende, para cada una de las reglas de base:

- para cada descripción de campo de referencia que define un valor objetivo determinado para un campo de referencia determinado, una **comparación E210a1** entre un valor corriente del campo de referencia determinado en un paquete del segundo flujo de datos, y el valor objetivo determinado; y
- una **decisión E210a2** de selección o de no selección de la regla de base, en función de la comparación para cada descripción de campo de referencia.

[0101] Así, cada regla que aprende el dispositivo de aprendizaje 300 está basada en una de las reglas de base, que se identifica (es decir, se selecciona) de forma simple y robusta a través de una comparación realizada entre el valor objetivo y el valor corriente de un campo de referencia de los datos sobre el cual esta regla se debe aplicar para realizar la compresión o descompresión de este.

[0102] Según determinadas formas de realización, un campo de referencia es un campo de encabezado de un paquete del primer flujo de datos, transmitido a través del primer enlace de comunicación 110a y que transmite una información estática.

[0103] Más en concreto, dicho campo de referencia es un campo de encabezado que transmite una información estática tal y como se define por un protocolo de comunicación utilizado en el primer enlace de comunicación 110a. Se trata, por ejemplo, del protocolo de Internet IP (p. ej., IPv4 o IPv6), del protocolo UDP (del inglés «User Datagram Protocol») o TCP (del inglés «Transmission Control Protocol»), del protocolo CoAP (del inglés «Constrained Application Protocol»), del protocolo MQTT (del inglés «MQ Telemetry Transport») o WMBus (del inglés «Wireless M-Bus»), del protocolo ZigBee, etc.

[0104] Así, la identificación (es decir, la selección) de una o varias reglas de entre las reglas de base se realiza mediante el reconocimiento del valor de un campo de encabezado que transmite un parámetro estático que permite identificar al destinatario final de los datos comprimidos e intercambiados en el primer flujo de datos a través del primer enlace de comunicación 110a (en general, cualquier campo que contenga un elemento que permita identificar al destinatario final en cuestión puede considerarse para definir un campo de referencia). Este destinatario final es, por ejemplo, el descompresor 100b, un dispositivo en el que está incluido el descompresor, o más en concreto una aplicación 151 final a la que se destinan los datos tras la descompresión por parte del descompresor 100b.

[0105] Así, el método descrito permite el aprendizaje de una regla de compresión/descompresión 120a, 120b, 120c, utilizada específicamente para el intercambio de datos comprimidos con un dispositivo receptor concreto.

[0106] Asimismo, la identificación (es decir, la selección) de una o varias de entre las reglas de base se realiza de forma robusta siguiendo un criterio predefinido (es decir, siguiendo un criterio conocido de antemano cuando se establece la comunicación a través del primer enlace de comunicación).

[0107] La o las reglas seleccionadas (de entre las reglas de base) se modifican durante la **subetapa de modificación E210b** para obtener la o las reglas de compresión/descompresión 120a, 120b, 120c comprimidas en el contexto de compresión/descompresión 120.

[0108] Según una forma de realización, la modificación de una regla seleccionada de entre las reglas de base se realiza basándose en campos de adaptación definidos como tales para una regla de base determinada.

[0109] Más en concreto, cada descripción de campo de adaptación (con la noción de descripción de campo tal y como se ha introducido anteriormente en relación con la tabla 1) de una regla con el formato SCHC define un comportamiento de compresión/descompresión y un valor objetivo para un campo de adaptación.

[0110] Así, la modificación comprende, para cada regla de base seleccionada y para cada descripción de campo de adaptación, una modificación de al menos un atributo de la descripción de campo de adaptación, en función del segundo flujo de datos.

[0111] Así, el o los atributos de la regla 120a, 120b, 120c que se quiere aprender se actualizan de forma flexible a través de las informaciones proporcionadas en el segundo flujo transmitido por el segundo enlace de comunicación 110b.

[0112] En una forma de realización, para al menos un atributo de la descripción de campo de adaptación (que se quiere aprender), la modificación de este atributo se realiza utilizando directamente un valor corriente del campo de adaptación en cuestión en un paquete del segundo flujo de datos. Por ejemplo, se toma este valor corriente como valor objetivo en la descripción del campo de adaptación en cuestión (véase más adelante la descripción de la tabla 2).

[0113] En otra forma de realización, para al menos un atributo de la descripción de campo de adaptación (que se quiere aprender), la modificación de este atributo depende de un valor corriente del campo de adaptación en cuestión en un paquete del segundo flujo de datos. Por ejemplo, si el valor corriente se toma como valor objetivo, entonces el operador de comparación y/o la función de compresión/descompresión cambian automáticamente de valores, es decir, se modifican hacia nuevos valores predeterminados (véase más adelante la descripción de la tabla 2). En este caso, los nuevos valores predeterminados de los atributos están predefinidos en el dispositivo de aprendizaje 300 implementando la etapa de modificación E230b.

[0114] Según determinadas formas de realización, un campo de adaptación es un campo de encabezado de un paquete del primer flujo de datos, transmitido a través del primer enlace de comunicación 110a y que transmite una información dinámica.

[0115] Más en concreto, dicho campo de adaptación es un campo de encabezado que transmite una información dinámica tal y como se define por el protocolo de comunicación utilizado en el primer enlace de comunicación 110a y descrito anteriormente en relación con los campos de referencia.

[0116] Así, el aprendizaje se refiere a los atributos (reglas de compresión/descompresión) asociadas a los campos de encabezado que transmiten un parámetro dinámico (en general, cualquier campo que transmita dicho parámetro dinámico puede considerarse para definir un campo de adaptación), es decir, desconocido de antemano cuando se establece la comunicación en el primer enlace de comunicación 110a.

[0117] Dicho aprendizaje permite una adaptación de las reglas de compresión y descompresión 120a, 120b, 120c a los cambios de configuración dinámicos de la comunicación entre los dispositivos compresor 100a y descompresor 100b.

[0118] En una forma de realización concreta, se entienden por atributos de la descripción de un campo de adaptación:

- un valor objetivo del campo de adaptación;
- un operador de comparación entre el valor objetivo y un valor corriente del campo de adaptación en un paquete del primer flujo de datos, para emitir una decisión de aplicar una función de compresión o de descompresión al valor corriente; y
- la función de compresión o de descompresión en cuestión.

[0119] La ejecución de la subetapa de modificación E210b concluye así la etapa de aprendizaje E210 del procedimiento de aprendizaje de un contexto de compresión/descompresión según la técnica descrita.

[0120] Se desprende que habiéndose realizado el aprendizaje de las reglas del contexto de compresión/descompresión 120 basándose en informaciones transmitidas por el segundo flujo de datos no comprimido (a través del segundo enlace de comunicación 110b), el ancho de banda en el primer enlace de comunicación 110a se queda dedicado al intercambio de datos útiles.

[0121] Asimismo, la posibilidad de realizar el aprendizaje de las reglas del contexto de compresión/descompresión 120 sin que impacte en la velocidad en el primer enlace de comunicación 110a permite contemplar una actualización más frecuente del contexto 120 en cuestión. Así, resulta factible una adaptación de las reglas a la reconfiguración dinámica del intercambio de datos en el primer enlace de comunicación.

[0122] En fin, cuando el segundo enlace de comunicación 110b presenta una velocidad más alta que la del primer enlace de comunicación 110a, la duración del aprendizaje del contexto de compresión por parte de los dispositivos compresor 100a y descompresor 100b se ve reducida.

[0123] Asimismo, en determinadas formas de realización, no se realiza ninguna etapa de selección E210a. La etapa de modificación E210b, pues, se implementa de forma predeterminada para todas las reglas de base implementadas en el dispositivo de aprendizaje 300 y que presentan un valor objetivo para un campo de adaptación cuyo valor corriente se recibe como dato útil en el paquete de datos recibido a través del segundo enlace de comunicación 100b.

[0124] Dichas formas de realización presentan una ventaja, por ejemplo, cuando se implementa una sola regla de base en el dispositivo de aprendizaje 300. También puede darse el caso cuando el dispositivo de aprendizaje 300 en cuestión se implementa en un aparato que solo está conectado, a través del primer enlace de comunicación 110a, a un solo destinatario de los datos comprimidos. Así, los campos de referencia (que identifican a este destinatario único) son idénticos para todas las reglas de base, con lo que resulta inútil la implementación de la etapa de selección E210a en su forma de realización basada en una comparación de campos de referencia.

[0125] A modo de ejemplo, la siguiente tabla 2 da las descripciones de campo, con sus correspondientes atributos, de una regla de compresión/descompresión de base, con el formato SCHC, antes del aprendizaje por la implementación del procedimiento de aprendizaje anteriormente descrito.

5 **[0126]** Se supone que los campos de referencia de esta regla de base son los campos C2 y C3 (identificados como tales por un asterisco en la tabla 2), estando asociada esta información a la regla de base y, por tanto, conocida por los dispositivos compresor 100a y descompresor 100b.

Tabla 2

Identificador de campo	de	Valor objetivo	Operador de comparación	de	Función de compresión/descompresión
C1			Ignorar		Enviar
C2*		B	Igual		No enviar
C3*		C	Igual		No enviar
C4		X	Igual		No enviar

10 **[0127]** Vamos a considerar que los dispositivos compresor 100a y descompresor 100b reciben, a través del segundo flujo de datos no comprimido y transmitido por el segundo enlace de comunicación 100b, un paquete de datos cuya parte útil comprende una información, por ejemplo [C1=A,C2=B,C3=C,C4=D], que transmite valores corrientes asociados a los campos C1 a C4. Los campos C1 a C4 son campos de encabezados del primer flujo de datos a los cuales se debe aplicar la compresión y la descompresión, realizadas por el dispositivo compresor 100a y el dispositivo descompresor 100b, respectivamente.

15 **[0128]** Se desprende que los valores corrientes de los campos C2 y C3 tal y como son proporcionados por el paquete de datos, es decir, «B» y «C» respectivamente en el presente caso, corresponden a los valores objetivos de los campos de referencia de la regla de base cuyos atributos se dan en la tabla 2.

20 **[0129]** Así, durante la implementación de la etapa de selección E210a del procedimiento de aprendizaje según la técnica descrita, los dispositivos compresor 100a y descompresor 100b seleccionan la regla de base de la tabla 2 (que después se modifica para obtener una de las reglas del contexto).

[0130] Por el contrario, otra regla de base, cuyos campos de referencia no tuvieran valor objetivo que se correspondiera con los valores corrientes asociados a los mismos campos en el paquete de datos recibido a través del segundo enlace de comunicación 100b, nunca sería seleccionada (dos reglas de base distintas pueden tener además campos de referencia distintos).

25 **[0131]** Durante la implementación de la etapa de modificación E210b del procedimiento de aprendizaje según la técnica descrita, los dispositivos compresor 100a y descompresor 100b modifican (actualizan) los atributos de la regla de base seleccionada de antemano y que están asociados a los campos de adaptación cuyo valor corriente se recibe como dato útil en el paquete de datos recibido a través del segundo enlace de comunicación 100b. En el presente caso, se trata de atributos asociados a los campos de adaptación (también denominados campos de aprendizaje) C1 y C4 de la regla de base de la tabla 2 (siendo distintos los campos de aprendizaje de los campos de referencia en el presente caso).

[0132] Así, los valores objetivos asociados a los campos C1 y C4 de la regla de base de la tabla 2 (la seleccionada) se actualizan a los valores «A» y «D» si se refiere al valor de los datos útiles del paquete de datos de ejemplo de arriba.

35 **[0133]** Asimismo, si se actualiza el valor objetivo del campo corriente C1 a un valor no nulo, el valor del operador de comparación asociado al campo C1 también se actualiza con un valor predefinido para un valor no nulo del campo C1, es decir, «Igual» en el presente caso. Del mismo modo, el valor de la función de compresión/descompresión se actualiza con un valor predefinido «No enviar».

40 **[0134]** En otra forma de realización, los nuevos valores del operador de comparación y de la función de compresión/descompresión se proporcionan a través de los datos útiles del paquete de datos transmitido en el segundo flujo de datos no comprimido (por el segundo enlace de comunicación 110b).

[0135] Así, tras la implementación del procedimiento de aprendizaje según la técnica descrita, se actualizan los atributos de la regla de base de la tabla 2. El resultado, formando una de las reglas del contexto 120, se da en la tabla 3 a continuación. Asimismo, no se modifica el identificador de la regla en cuestión.

Tabla 3

Identificador de campo	de	Valor objetivo	Operador de comparación	de	Función de compresión/descompresión
C1		A	Igual		No enviar
C2*		B	Igual		No enviar
C3*		C	Igual		No enviar
C4		D	Igual		No enviar

[0136] La figura 3 presenta por último un ejemplo de estructura de un dispositivo de aprendizaje 300 que permite la implementación del procedimiento de la figura 2. Comprende una memoria viva 303 (como por ejemplo una memoria RAM), una unidad de tratamiento 302, equipada por ejemplo con un procesador, y dirigido por un programa de ordenador almacenado en una memoria muerta 301 (por ejemplo, una memoria ROM o un disco duro). En el inicio, las instrucciones de código del programa informático, por ejemplo, se cargan en la memoria viva 303 antes de ser ejecutadas por el procesador de la unidad de tratamiento 302.

[0137] Esta figura 3 ilustra solamente una forma particular, de entre varias posibles, de realizar el algoritmo detallado anteriormente, en relación con la figura 2. En efecto, la técnica descrita se realiza indistintamente en una máquina de cálculo reprogramable (un ordenador PC, un procesador DSP o un microcontrolador) que ejecuta un programa que comprende una secuencia de instrucciones, o en una máquina de cálculo dedicada (como por ejemplo un conjunto de puertas lógicas como una FPGA o un ASIC, o cualquier otro módulo material).

[0138] En el caso en que la técnica descrita se implante en una máquina de cálculo reprogramable, el programa correspondiente (es decir, la secuencia de instrucciones) podrá almacenarse en un medio de almacenamiento extraíble (como por ejemplo un disquete, un CD-ROM o un DVD-ROM), o no, siendo legible este medio de almacenamiento de forma parcial o total por medio de un ordenador o procesador.

[0139] En la primera implementación anteriormente descrita en relación con las figuras 1 a 3, cada uno de los dispositivos compresor 100a y descompresor 100b comprende un dispositivo de aprendizaje 300 de un contexto de compresión/descompresión (y, por tanto, cada uno realiza el procedimiento de aprendizaje de la figura 2). Así, se simplifica la implementación global de dicho aprendizaje.

[0140] No obstante, resulta evidente que pueden contemplarse otras formas de realización de la invención, sin desviarse del marco de la invención.

[0141] Así, en una segunda implementación, solo uno de los dispositivos compresor 100a y descompresor 100b comprende un dispositivo de aprendizaje 300 (y, por tanto, realiza el procedimiento de aprendizaje de la figura 2). En este caso, aquel de los dispositivos compresor y descompresor que no realice el aprendizaje recibe el contexto de compresión/descompresión resultante del procedimiento de aprendizaje realizado por el otro.

[0142] En una tercera implementación, es un tercer dispositivo (representado por una línea de puntos y con la referencia 100c en la figura 1) el que comprende un dispositivo de aprendizaje 300 (representado por una línea de puntos en la figura 1), y el que por tanto realiza el procedimiento de aprendizaje de la figura 2. En este caso, el dispositivo compresor 100a y el dispositivo descompresor 100b reciben cada uno el contexto de compresión/descompresión resultante del procedimiento de aprendizaje realizado por el tercer dispositivo 100c.

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento de aprendizaje de un contexto de compresión/descompresión (120) que comprende al menos una regla de compresión/descompresión (120a, 120b, 120c) destinada a ser utilizada por un dispositivo compresor (100a) y un dispositivo descompresor (100b), para comprimir y descomprimir, respectivamente, al menos un primer flujo de datos transmitidos a través de al menos un primer enlace de comunicación (110a),
5 **caracterizado por que** al menos un dispositivo, de entre el dispositivo compresor (100a), el dispositivo descompresor (100b) y un tercer dispositivo (100c), realiza las siguientes etapas:
 - **análisis** (E200) de al menos un segundo flujo de datos no comprimido, transmitido entre el dispositivo compresor y el dispositivo descompresor a través de al menos una segunda enlace de comunicación (110b); y
 - **aprendizaje** (E210) de dicha al menos una regla de compresión/descompresión, en función de dicho análisis;

por que dicha etapa de aprendizaje comprende una **modificación** (E210b) de al menos una regla de compresión/descompresión de base, para obtener dicha al menos una regla de compresión/descompresión comprendida en dicho contexto de compresión/descompresión,

por que dicha al menos una regla de compresión/descompresión de base comprende al menos una descripción de campo de adaptación que define un comportamiento de compresión/descompresión para un campo de adaptación de dicho al menos un primer flujo de datos,

y por que dicha modificación comprende, para cada regla de compresión/descompresión de base seleccionada:

 - para cada descripción de campo de adaptación, una **modificación** de al menos un atributo de dicha descripción de campo de adaptación, en función de un valor corriente de dicho campo de adaptación en un paquete de dicho al menos un segundo flujo de datos.
2. Procedimiento según la reivindicación 1, en el que dicho al menos un campo de adaptación es un campo de encabezado de un paquete de dicho al menos un primer flujo de datos, transmitiendo dicho campo de encabezado una información dinámica de un protocolo de comunicación.
3. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 1 y 2, en el que dicho al menos un atributo de dicha al menos una descripción de campo de adaptación pertenece al grupo que comprende:
 - un valor objetivo de dicho campo de adaptación;
 - un operador de comparación entre dicho valor objetivo y un valor corriente de dicho campo de adaptación en un paquete de dicho al menos un primer flujo de datos, para emitir una decisión de aplicar una función de compresión o de descompresión a dicho valor corriente; y
 - dicha función de compresión o de descompresión.
4. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en el que dicha etapa de aprendizaje comprende una **selección** (E210a), en función de dicho al menos un segundo flujo de datos no comprimido, de dicha al menos una regla de compresión/descompresión de base de entre una pluralidad de reglas de compresión/descompresión de base,
en el que cada una de las reglas de compresión/descompresión de base comprende al menos una descripción de campo de referencia que define un comportamiento de compresión/descompresión y un valor objetivo para un campo de referencia de dicho al menos un primer flujo de datos,
y en el que dicha selección comprende, para cada una de las reglas de compresión/descompresión de base:
 - para cada descripción de campo de referencia que define un valor objetivo determinado para un campo de referencia determinado, una **comparación** (E210a1) entre un valor corriente de dicho campo de referencia determinado en un paquete de dicho al menos un segundo flujo de datos, y dicho valor objetivo determinado; y

- una **decisión** (E210a2) de selección o de no selección de dicha regla de compresión/descompresión de base, en función de dicha comparación para cada descripción de campo de referencia.
- 5. Procedimiento según la reivindicación 4, en el que dicho al menos un campo de referencia es otro campo de encabezado de un paquete de dicho al menos un primer flujo de datos, transmitiendo dicho otro campo de encabezado una información estática de un protocolo de comunicación, o dicho protocolo de comunicación cuando la reivindicación 5 está relacionada con la reivindicación 2.
- 6. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, en el que dicha al menos una regla de compresión, comprendida en dicho contexto de compresión/descompresión, está en el formato SCHC (del inglés «Static Context Header Compression»).
- 7. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, en el que dicho al menos un primer enlace de comunicación es un enlace de red inalámbrica de largo alcance y bajo consumo (LPWAN, del inglés «Low-Power Wide-Area Network»).
- 8. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, en el que dicho al menos un segundo enlace de comunicación es un enlace de una red inalámbrica celular.
- 9. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, en el que el dispositivo compresor y el dispositivo descompresor realizan cada uno las etapas de análisis y de aprendizaje.
- 10. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, en el que uno de los dispositivos compresor y descompresor realiza las etapas de análisis y de aprendizaje, y por que el otro de los dispositivos compresor y descompresor recibe el contexto de compresión/descompresión resultante de dichas etapas de análisis y de aprendizaje.
- 11. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, en el que el tercer dispositivo realiza las etapas de análisis y de aprendizaje, y por que el dispositivo compresor y el dispositivo descompresor reciben cada uno el contexto de compresión/descompresión resultante de dichas etapas de análisis y de aprendizaje.
- 12. Producto de programa informático que comprende unas instrucciones de código de programa para la implementación de un procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 11, cuando dicho programa se ejecuta en un ordenador.
- 13. Dispositivo de aprendizaje (300) de un contexto de compresión/descompresión (120) que comprende al menos una regla de compresión/descompresión (120a, 120b, 120c) destinada a ser utilizada por un dispositivo compresor (100a) y un dispositivo descompresor (100b), para comprimir y descomprimir, respectivamente, al menos un primer flujo de datos transmitidos a través de al menos un primer enlace de comunicación (110a), **caracterizado por que** comprende una máquina de cálculo reprogramable (302) o una máquina de cálculo dedicada, adecuada y configurada para:
 - analizar al menos un segundo flujo de datos no comprimido, transmitido entre el dispositivo compresor y el dispositivo descompresor a través de al menos un segundo enlace de comunicación (110b); y
 - aprender dicha al menos una regla de compresión/descompresión, en función de dicho análisis;
 comprendiendo dicho aprendizaje una **modificación** (E210b) de al menos una regla de compresión/descompresión de base, para obtener dicha al menos una regla de compresión/descompresión comprendida en dicho contexto de compresión/descompresión,

comprendiendo dicha al menos una regla de compresión/descompresión de base al menos una descripción de campo de adaptación que define un comportamiento de compresión/descompresión para un campo de adaptación de dicho al menos un primer flujo de datos,

comprendiendo dicha modificación, para cada regla de compresión/descompresión de base seleccionada:
 - para cada descripción de campo de adaptación, una **modificación** de al menos un atributo de dicha descripción de campo de adaptación, en función de un valor corriente de dicho campo de adaptación en un paquete de dicho al menos un segundo flujo de datos.

