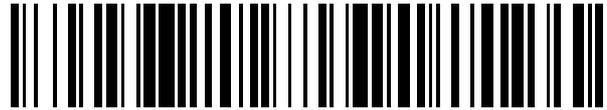


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 639 371**

21 Número de solicitud: 201600340

51 Int. Cl.:

**H04L 12/24** (2006.01)

12

SOLICITUD DE PATENTE

A1

22 Fecha de presentación:

**26.04.2016**

43 Fecha de publicación de la solicitud:

**26.10.2017**

71 Solicitantes:

**UNIVERSIDADE DE VIGO (100.0%)  
Campus Univresitario s/n  
36310 Vigo (Pontevedra) ES**

72 Inventor/es:

**HERRERÍA ALONSO, Sergio;  
RODRÍGUEZ PÉREZ, Miguel;  
FERNÁNDEZ VEIGA, Manuel y  
LÓPEZ GARCÍA, Cándido Antonio**

54 Título: **Dispositivo y método para la gestión del ahorro energético en interfaces de red Ethernet 802.3**

57 Resumen:

Dispositivo (102) y método para el ahorro energético en interfaces de red que obtiene un ahorro energético máximo al tiempo que permite controlar el retardo medio de las tramas que se desean transmitir. El dispositivo comprende un módulo gestor de ahorro energético (LPI) (201) que gobierna el uso de los modos de ahorro energéticos previstos en la norma IEEE 802.3bj-2014 mediante la medición de las características del tráfico que se desea transmitir. Para lograr el objetivo, el módulo gestor de ahorro energético (LPI) (201) incorpora un módulo para la gestión de los modos de bajo consumo (202), además de un estimador de la tasa del tráfico (204) y un módulo decisor(203) que es el encargado de seleccionar el modo de ahorro energético más apropiado en cada momento entre los disponibles.

ES 2 639 371 A1

## **DESCRIPCIÓN**

### **DISPOSITIVO Y MÉTODO PARA LA GESTIÓN DEL AHORRO ENERGÉTICO EN INTERFACES DE RED ETHERNET 802.3**

5

#### **SECTOR DE LA TÉCNICA**

10 El campo de aplicación de la invención se encuadra en el marco de las tecnologías de la información y comunicaciones y más particularmente se refiere a las redes de datos sobre paquetes en Internet y a las redes Ethernet metropolitanas.

#### **ANTECEDENTES DE LA INVENCIÓN**

15 Tradicionalmente, las interfaces de red de tecnología Ethernet — familia IEEE 802.3 — han carecido de cualquier mecanismo de control de consumo energético. De este modo, su consumo solía ser completamente independiente de las características del tráfico que necesitasen transmitir.

20 Para remediar este problema y reducir su consumo, en el año 2009 se crea la norma IEEE 802.3az que permite que las interfaces de 100 Mb/s, 1 Gb/s y 10 Gb/s entren en un modo de operación con menor consumo energético cuando no existe la necesidad de transmitir tráfico.

25 Comoquiera que la norma no fija las condiciones de activación del modo de bajo consumo, la comunidad científica ha propuesto y estudiado diversos algoritmos para decidir las condiciones de entrada y salida del modo de bajo consumo. Los algoritmos mejor estudiados son *frame transmission* y *packet coalescing / burst transmission*. Ambos mecanismos activan el modo de baja energía cuando la interfaz se queda sin tráfico para transmitir. La diferencia estriba en que el primero vuelve al modo normal en  
30 cuanto tiene nuevamente tráfico pendiente de transmisión, mientras que, en el segundo algoritmo, se espera a acumular una cierta cantidad de tráfico, con lo que, a costa de un mayor retardo medio, se obtienen menores consumos. Es, en general, un problema abierto cómo maximizar el ahorro obtenido, limitando el retardo a un valor prefijado.

Con la llegada de las interfaces de 40 Gb/s y 100 Gb/s, el anexo de la norma IEEE 802.3bj-2014 establece no ya uno, sino dos modos de bajo consumo para las interfaces sobre medio físico de cobre con distintas capacidades de ahorro y latencias asociadas. De nuevo, la norma obvia fijar las condiciones en las que se debe activar o desactivar cada modo, de forma que sean los fabricantes de dispositivos los que compitan entre sí buscando los métodos de gestión de bajo consumo más apropiados para ambos modos.

Nuestra invención permite que una interfaz de red Ethernet de 40 Gb/s o de 100 Gb/s seleccione en cada momento el modo de bajo consumo más apropiado al patrón de tráfico que se desea transmitir. Al mismo tiempo, permite que el administrador de la interfaz decida el retardo medio que está dispuesto a tolerar para el tráfico transmitido por dicha tarjeta. Nuestra invención se encarga, automáticamente, de maximizar el ahorro obtenido al tiempo que se mantiene el retardo medio en el valor prefijado.

## EXPLICACIÓN DE LA INVENCION

La presente invención consiste en un dispositivo de red que incorpora un método que regula el uso de los modos de bajo consumo energético de las interfaces de red según el estándar IEEE 802.3 sobre enlaces de cobre usados a tasas de 40 Gb/s o superiores. En particular, la invención se limita a aquellas interfaces que implementan tanto el modo de bajo consumo *Fast-Wake* (en adelante FW), como el modo opcional de bajo consumo *Deep-Sleep* (en adelante DS). El método con el que cuenta el dispositivo descrito permite maximizar el ahorro energético manteniendo el retardo medio de las tramas en torno a un umbral seleccionado por el administrador del dispositivo.

Un aspecto de la presente invención es un dispositivo de red con capacidad de ahorro energético compatible con interfaces Ethernet IEEE 802.3 que comprende los siguientes elementos:

- 1) Una interfaz de soporte físico (PHY) encargada de la conversión de los mensajes y tramas Ethernet en señales eléctricas a transmitir por un medio físico y, adicionalmente, de la conversión de las señales eléctricas recibidas por un medio físico en mensajes y tramas Ethernet.
- 2) Un módulo de gestión de acceso al medio (MAC) encargado de la transmisión y recepción de tramas Ethernet, así como de mensajes de control, a través de una interfaz de soporte físico (PHY).

- 3) Un módulo gestor de ahorro energético (LPI) encargado de gestionar los modos de bajo consumo del dispositivo. El módulo gestor de ahorro energético (LPI) comprende, a su vez, un módulo caracterizador del tráfico saliente, un módulo decisor, un módulo para la gestión de los modos de bajo consumo y un método para elegir el modo de ahorro energético de menor consumo de acuerdo al patrón de tráfico saliente.
- 4) Al menos un módulo cliente de la interfaz de red que recibe las tramas a enviar del usuario del dispositivo.
- 5) Un módulo de memoria donde almacenar temporalmente las tramas en espera de ser transmitidas.

En una realización preferida, el módulo gestor de ahorro energético (LPI) comprende un contador interno de tramas empleado para determinar el instante en el que debe retornarse al modo de operación activo.

En una realización preferida, la comunicación entre el módulo de gestión de acceso al medio (MAC) y el cliente de la interfaz de red se realiza a través de un bus de datos. A su vez, el módulo de gestión de acceso al medio (MAC) y el módulo gestor de ahorro energético (LPI) se comunican a través de dos líneas de comunicaciones, una por cada sentido de la comunicación. La comunicación entre el módulo de memoria y el módulo gestor de ahorro energético (LPI) y entre el módulo de memoria y el módulo de gestión de acceso al medio (MAC) se realiza mediante el mismo bus de datos empleado para la comunicación entre el módulo de gestión de acceso al medio (MAC) y el cliente de la interfaz de red.

En una realización preferida, la comunicación de las tramas entre la interfaz de soporte físico (PHY) y el módulo de gestión de acceso al medio (MAC) se realiza a través de dos líneas de comunicaciones, una para cada sentido de la comunicación.

En una realización específica, la memoria que se utiliza para almacenar las tramas pendientes de transmisión puede estar contenida en el dispositivo de red o bien podría usarse una memoria situada fuera del dispositivo de red.

Otro aspecto de la invención consiste en un método que gestiona los diversos modos

de operación del dispositivo: el modo de funcionamiento normal y los dos modos de ahorro energético, FW y DS, respectivamente. Para ello el módulo gestor de ahorro energético (LPI) (201) maximiza el ahorro obtenido al tiempo que mantiene el retardo medio del tráfico saliente en torno a un valor prefijado, bien por el fabricante o por el administrador del dispositivo,  $W_{obj}$ . El método parte del estado de operación normal y comprende las siguientes etapas tras la recepción de una nueva trama para ser transmitida por parte del módulo cliente de interfaz de red (101):

- a) El módulo cliente de la interfaz de red (101) entrega la nueva trama al módulo de gestión de acceso al medio (MAC) (104) y este se lo comunica al módulo gestor de ahorro energético (LPI) (103) a través de la línea de comunicaciones 143 y la almacena en el módulo de memoria (106);
- b) En el modo de funcionamiento normal, el módulo caracterizador del tráfico saliente (204) calcula la tasa media estimada del tráfico saliente  $\lambda$ ;
- c) En el modo de funcionamiento normal, se procede a la transmisión de la trama más antigua almacenada en el módulo de memoria (106) por parte del módulo de control de acceso al medio (MAC) (104) a través de la interfaz de soporte físico (PHY) (105).

Cuando el dispositivo se encuentra en alguno de los modos de bajo consumo, las etapas a realizar por el método están destinadas a limitar el número de tramas almacenadas sin transmitir, controlándose indirectamente de este modo el retado sufrido:

- d) En cualquiera de los modos de funcionamiento de bajo consumo, el módulo de gestión de los modos de bajo consumo (202) incrementa, en una unidad, el valor de un contador interno (205) de tramas pendientes de transmisión;
- e) En cualquiera de los modos de funcionamiento de bajo consumo, si el contador (205) alcanza el valor  $Q_{m\acute{a}x}$ , se desactivan la señal (134) entre el módulo gestor de ahorro energético (LPI) (103) y el módulo de gestión de acceso al medio (MAC) (104) que provocaba que este último no transmitiese tramas y la señal en el enlace (135) entre el módulo gestor de ahorro energético (LPI) (103) y la interfaz de soporte físico (PHY) (105) que identificaba al modo de bajo consumo seleccionado, de modo que el dispositivo regresa al modo normal de operación.

En el modo normal de operación, la transmisión de la última trama presente en la memoria puede dar lugar al paso a alguno de los modos de bajo consumo dependiendo

de las características del tráfico y del retardo medio deseado  $W_{obj}$ :

- 5 f) Al finalizar la transmisión de cada trama, la interfaz de soporte físico (PHY) (105) se lo comunica al módulo de gestión de acceso al medio (MAC) (104) que procederá a transmitir a la interfaz de soporte físico (PHY) (105) la siguiente trama presente en el módulo de memoria (106) de haberla;
- g) Tras la transmisión de la última trama almacenada en el módulo de memoria, el módulo de gestión de acceso al medio (MAC) (104) activa una señal específica en la línea de comunicaciones 143 que indica al módulo gestor de ahorro energético (LPI) (103) la ausencia de tráfico pendiente;
- 10 h) Tras la transmisión de la última trama almacenada en el módulo de memoria, el módulo decisor (203) calcula el umbral de tasa máximo  $\lambda_U$ , de acuerdo con el retardo medio deseado  $W_{obj}$  y las características físicas del dispositivo de red;
- i) Tras la transmisión de la última trama almacenada en el módulo de memoria, el módulo decisor (203) calcula el umbral de retardo medio  $W_U$ , de acuerdo a las
- 15 características físicas del dispositivo de red;
- j) Tras la transmisión de la última trama almacenada en el módulo de memoria, se pasa al modo de bajo consumo FW si el retardo medio deseado  $W_{obj}$  se encuentra comprendido entre la mitad del tiempo de transición entre el modo FW y el modo normal de operación ( $T_W^f$ ) y la mitad del tiempo de transición entre el
- 20 modo DS y el modo normal de operación ( $T_W^d$ ) o se cumple simultáneamente que el retardo medio deseado  $W_{obj}$  es menor que el umbral de retardo medio  $W_U$  y la tasa media estimada  $\lambda$  es mayor que el umbral de tasa máximo  $\lambda_U$ ;
- k) Tras la transmisión de la última trama almacenada en el módulo de memoria, se pasa al modo de bajo consumo DS si el retardo medio deseado  $W_{obj}$  es mayor
- 25 o igual que el umbral de retardo medio  $W_U$  o la tasa media estimada  $\lambda$  es menor o igual que el umbral de tasa máximo  $\lambda_U$ ;

Al pasar al modo de bajo consumo, el método debe inicializar el contador de tramas almacenadas y el umbral máximo para dicho contador, de acuerdo a las características

30 del tráfico y del retardo medio deseado  $W_{obj}$ :

- l) Tras el paso a cualquiera de los modos de bajo consumo, el módulo gestor de los modos de bajo consumo (202) indica a través del bus 210 a la interfaz de soporte físico (PHY) (105) que se debe activar el modo de bajo consumo elegido

(FW o DS según corresponda);

m) Tras el paso a cualquiera de los modos de bajo consumo, se establece el valor del contador (205) a 0;

5 n) Tras el paso a cualquiera de los modos de bajo consumo, se calcula el valor máximo para el contador (205)  $Q_{m\acute{a}x}$ .

## BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

10 Para complementar la descripción que se está realizando y con objeto de ayudar a una mejor comprensión de las características de la invención, se acompaña como parte integrante de dicha descripción, un juego de dibujos en donde con carácter ilustrativo y no limitativo, se ha representado lo siguiente:

15 Figura 1.- Muestra un diagrama de bloques del dispositivo objeto de la invención.

Figura 2.- Muestra en detalle el diagrama de bloques del módulo gestor de ahorro energético (LPI).

## 20 REALIZACIÓN PREFERENTE DE LA INVENCION

La figura 1 muestra los elementos principales de una posible implementación preferente de la invención. Los servicios están descritos de manera abstracta y no presuponen ninguna implementación particular o interfaz expuesto, siendo posibles otras realizaciones.

25 En la implementación mostrada, un dispositivo de red Ethernet que cumple la norma IEEE 802.3bj-2014 y que implementa el modo opcional de ahorro energético llamado *Deep-Sleep* (DS) (102) es usado por un módulo cliente de la interfaz de red (101) para enviar y recibir tramas Ethernet a través de un medio físico (100). En una posible implementación preferente, el dispositivo de red comprende un módulo gestor de ahorro energético (LPI) (103), un módulo de gestión de acceso al medio (MAC) (104) y una interfaz de soporte físico (PHY) (105). Además, la implementación mostrada comprende un módulo de memoria (106) interno, si bien en otras implementaciones el módulo de memoria podría estar situado fuera del dispositivo. En la implementación mostrada, el

módulo gestor de ahorro energético (LPI) (103), el módulo cliente de la interfaz de red (101), el módulo de memoria (106) interno y el módulo de gestión de acceso al medio (MAC) (104) se comunican entre sí mediante un bus de datos (114). El módulo gestor de ahorro energético (LPI) (103) y el módulo de gestión de acceso al medio (MAC) (104) se comunican mediante dos líneas de comunicaciones (134) y (143). El módulo gestor de ahorro energético (LPI) (103) y la interfaz de soporte físico (PHY) (105) se comunican mediante una línea de comunicaciones (135) y el módulo de gestión de acceso al medio (MAC) (104) y la interfaz de soporte físico (PHY) (105) mediante dos líneas de comunicaciones (145) y (154). La interfaz de soporte físico (PHY) se comunica con el medio físico (100) a través de la interfaz de comunicaciones (125).

Para la gestión de los modos de bajo consumo, cuando el módulo cliente de la interfaz de red (101) desea enviar una nueva trama se lo comunica (114) al módulo de gestión de acceso al medio (MAC) (104) y este, a su vez, se lo comunica (143) al módulo gestor de ahorro energético (LPI) (103). Si la interfaz no se encuentra en un modo de bajo consumo, la señal 134 estará en un estado inactivo, un 0 lógico, y el módulo de gestión de acceso al medio (MAC) (104) transmitirá la trama cuando lo permita la interfaz de soporte físico (PHY) (105) y así lo indique a través de la línea de comunicaciones 154. Hasta que esto sucede, el módulo de gestión de acceso al medio (MAC) (104) puede hacer uso del módulo de memoria (106) para almacenar temporalmente la trama. La comunicación de las tramas entre el módulo de gestión de acceso al medio (MAC) (104) y la interfaz de soporte físico (PHY) se hace a través de dos líneas de comunicaciones: 145 y 154, una para cada sentido de la comunicación.

Por otro lado, si cuando el módulo cliente de la interfaz de red (101) desea enviar una nueva trama, el módulo de gestión de acceso al medio (MAC) (104) se encuentra con que la interfaz está en alguno de los modos de bajo consumo (un valor en la señal 134 con un 1 lógico), el módulo de gestión de acceso al medio (MAC) (104) almacena la trama en el módulo de memoria (106).

En nuestra implementación preferente, cada vez que una trama termina de ser transmitida, el módulo de gestión de acceso al medio (MAC) (104) se lo comunica (143) al módulo gestor de ahorro energético (LPI) (103). De este modo, el módulo gestor de ahorro energético (LPI) (103) puede tomar la decisión de entrar en un modo de bajo consumo y comunicárselo a la interfaz de soporte físico (PHY) (105) a través de 135.

En la figura 2 se detalla la composición de una implementación preferente del módulo gestor de ahorro energético (LPI) (201). Sus componentes principales son un módulo caracterizador del tráfico saliente (204), un módulo decisor para elegir el modo de bajo consumo más apropiado en cada momento (203) y un módulo gestor de los modos de bajo consumo (202) encargado de la gestión del mecanismo de coalescencia que contiene a su vez un contador interno de tramas (205). El módulo decisor para elegir el modo de bajo consumo más apropiado en cada momento (203) se comunica con el módulo gestor de los modos de bajo consumo (202) a través de una línea bidireccional de comunicaciones (223). A su vez, el módulo gestor de los modos de bajo consumo (202) se comunica con el módulo caracterizador del tráfico saliente (204) mediante una línea de comunicaciones (240). El módulo caracterizador del tráfico saliente (204) se comunica con el módulo decisor para elegir el modo de bajo consumo más apropiado en cada momento (203) a través de una línea de comunicaciones unidireccional (243). Por último, el módulo gestor de ahorro energético (LPI) (201) se comunica con el resto de los componentes del dispositivo de red mediante un bus de datos (210) que comprende las señales 134, 135 y 143 y todas las líneas del bus de datos 114 de la figura 1.

En nuestra implementación preferente, cada vez que el cliente de la interfaz de red entrega una trama para ser transmitida al dispositivo de red, el módulo gestor de los modos de bajo consumo (202) se lo comunica (240) al módulo caracterizador del tráfico saliente (204) que actualiza el valor de una estimación de la tasa media de dicho tráfico,  $\lambda$ , a partir de la medida del tiempo transcurrido desde la entrega de la anterior trama.

Por otro lado, tras la transmisión de cada trama, el módulo gestor de los modo de bajo consumo (202) comprueba el número de tramas almacenadas en el módulo de memoria (106) a través del bus 210 y, si no hay ninguna, consulta al módulo decisor (203) el modo de ahorro de consumo más conveniente a través la línea 223.

En la implementación preferente descrita, el módulo decisor (203) realiza las siguientes tareas para decidir el modo de operación:

a) Se calculan las constantes  $c = (1 - \sigma_{off}^d) / (1 - \sigma_{off}^f)$ ,  $a = cT_S^d T_W^f - T_S^f T_W^d$  y  $b = T_W^d - T_S^f + c(T_S^d - T_W^f)$ , donde todos los parámetros son

características físicas conocidas del dispositivo. En particular,  $\sigma_{off}^d$  es el consumo en el modo DS relativo al consumo de la interfaz activa,  $\sigma_{off}^f$  el consumo en el modo FW relativo al consumo de la interfaz activa,  $T_S^d$  y  $T_S^f$  son, respectivamente, los tiempos de transición entre el modo activo y el modo DS y FW. Finalmente,  $T_W^d$  y  $T_W^f$  son, respectivamente, los tiempos de transición desde los modos DS y FW al modo activo.

b) Compara el retardo deseado  $W_{obj}$  con  $T_W^f/2$ , donde  $W_{obj}$  es un valor fijo conocido de antemano. Si es menor, no se entra en ningún modo de bajo consumo.

c) Si el retardo deseado  $W_{obj}$  se encuentra comprendido entre  $T_W^f/2$  y  $T_W^d/2$ , se pasa al modo FW. Para ello envía un mensaje al módulo gestor de los modos de bajo consumo (202) a través de 223 y este activa la señal 134 y establece en la línea 135 el valor correspondiente al modo FW.

d) Si el retardo deseado  $W_{obj}$  es mayor que  $T_W^d/2$  se obtiene el valor de  $\lambda$  que es transmitido de manera continua en la línea de comunicación 243 y se calculan  $\lambda_U = (T_W^d - 2W_{obj} + \frac{2a}{\sqrt{b^2 - 4a(1-c) - b}})^{-1}$  y  $W_U = \frac{T_W^d}{2} + \frac{a}{\sqrt{b^2 - 4a(1-c) - b}}$ . Entonces si  $\lambda > \lambda_U$  y  $W_{obj} < W_U$ , se pasa al modo FW. Para ello envía un mensaje al módulo gestor de los modos de bajo consumo (202) a través de 223 y este activa la señal 134 y establece en la línea 135 el valor correspondiente al modo FW.

e) En otro caso, el módulo decisor indica que se debe pasar al modo DS. Para ello envía un mensaje al módulo gestor de los modos de bajo consumo (202) a través de 223 y este activa la señal 134 y establece en el enlace 135 el valor correspondiente al modo DS.

Cuando el módulo decisor (203) indica que se debe pasar a un modo de bajo consumo (FW o DS), el módulo gestor de los modos de bajo consumo (202) de la implementación preferente descrita realiza las siguientes tareas:

a) Indica a través del bus 210 a la interfaz de soporte físico (PHY) (105, figura 1) que se debe activar el modo LPI elegido (FW o DS según corresponda).

- b) Establece el valor del contador (205) a 0.
- c) Calcula un valor máximo para el contador (205)  $Q_{m\acute{a}x} = (2W_{obj} - T_W)\lambda + 1$  con el que mantener el retardo medio en torno al valor deseado  $W_{obj}$ , donde  $T_W = T_W^f$  si el dispositivo se encuentra en el modo FW o  $T_W = T_W^d$  si el dispositivo se encuentra en el modo DS.

Mientras el dispositivo permanece en el modo de bajo consumo, en la implementación preferente de la invención, el módulo gestor de los modos de bajo consumo (202) realiza las siguientes tareas cada vez que se recibe una nueva trama del cliente de la interfaz de red:

- a) Incrementa en una unidad el valor del contador (205).
- b) Si el contador (205) alcanza el valor  $Q_{m\acute{a}x}$  se abandona el modo de bajo consumo.

Tras abandonar el modo de bajo consumo, el módulo gestor de ahorro energético (LPI) (103) le comunica a la interfaz de soporte físico (PHY) (104) y al módulo de gestión de acceso al medio (MAC) (105) a través del bus 210 que reanuden el funcionamiento normal y transmitan las tramas almacenadas en la memoria (106). En particular, el módulo gestor de ahorro energético (LPI) (103) desactiva las señales de los enlaces 134 y 135 (valor 0).

**REIVINDICACIONES**

1. Dispositivo de red (102) con capacidad de ahorro energético compatible con interfaces Ethernet IEEE 802.3 que comprende:
- 5 a) Una interfaz de soporte físico (PHY) (105) encargada de la conversión de los mensajes y tramas Ethernet en señales eléctricas y viceversa;
- b) Un módulo de gestión de acceso al medio (MAC) (104) encargado de la transmisión y recepción de tramas Ethernet y mensajes de control a través de una interfaz de soporte físico (PHY) (105);
- 10 c) Un módulo gestor de ahorro energético (LPI) (103) encargado de gestionar los modos de bajo consumo del dispositivo;
- d) Al menos un módulo cliente de la interfaz de red (101) que recibe las tramas a enviar del usuario del dispositivo;
- e) Un módulo de memoria (106) que almacena temporalmente las tramas pendientes de transmisión;
- 15 f) Un bus de datos (114) que comunica entre sí el módulo de gestión de acceso al medio (MAC) (104), el módulo cliente de la interfaz de red (101), el módulo de memoria (106) y el módulo gestor de ahorro energético (LPI) (103);
- g) Dos líneas de comunicaciones (134 y 143) que comunican entre sí el módulo gestor de ahorro energético (LPI) (103) y el módulo de gestión de acceso al medio (MAC) (104);
- 20 h) Dos líneas de comunicaciones (145 y 154) que comunican entre sí el módulo de gestión de acceso al medio (MAC) (104) y la interfaz de soporte físico (PHY) (105);
- 25 **caracterizado** por que el módulo gestor de ahorro energético LPI (103 y 201) comprende un módulo caracterizador del tráfico saliente (204), un módulo decisor (203) que permite elegir el modo de ahorro energético de menor consumo de acuerdo al patrón de tráfico saliente y un módulo para la gestión de los modos de bajo consumo (202) encargado de la gestión del mecanismo de coalescencia que establece la duración de cada período de bajo consumo de acuerdo con el retardo medio del tráfico saliente deseado y las características del patrón de tráfico saliente.
- 30
2. Dispositivo según reivindicación 1, caracterizado por que el módulo para la gestión de los modos de bajo consumo (202) comprende un contador interno (205) para
- 35

determinar el instante de retorno al modo de operación activo.

3. Dispositivo según la reivindicación 1, caracterizado por que el módulo de memoria (106) está situado fuera del dispositivo.

5

4. Dispositivo según la reivindicación 1, caracterizado por que la comunicación entre el módulo gestor de ahorro energético (LPI) (201) y el resto de componentes del dispositivo de red (102) se realiza a través de un bus de datos (210) que comprende a su vez las siguientes líneas de comunicación: 134, 135, 143 y todas las pertenecientes al bus 114.

10

5. Método para la gestión del ahorro energético de interfaces de red Ethernet IEEE 802.3 implementado en el dispositivo según reivindicaciones 1 a 4, caracterizado por gestionar los diversos modos de operación tanto el modo de funcionamiento normal y los dos modos de ahorro energético, FW y DS, y que, partiendo inicialmente del modo de funcionamiento normal, **comprende** las siguientes etapas tras la recepción de una nueva trama para ser transmitida por parte del módulo cliente de interfaz de red (101):

15

- a) El módulo cliente de la interfaz de red (101) entrega la nueva trama al módulo de gestión de acceso al medio (MAC) (104) y este se lo comunica al módulo gestor de ahorro energético (LPI) (103) a través de la línea de comunicaciones 143 y la almacena en el módulo de memoria (106);

20

- b) En el modo de funcionamiento normal, el módulo caracterizador del tráfico saliente (204) calcula la tasa media estimada del tráfico saliente  $\lambda$ ;

25

- c) En el modo de funcionamiento normal, se procede a la transmisión de la trama más antigua almacenada en el módulo de memoria (106) por parte del módulo de control de acceso al medio (MAC) (104) a través de la interfaz de soporte físico (PHY) (105);

30

- d) En cualquiera de los modos de funcionamiento de bajo consumo, el módulo de gestión de los modos de bajo consumo (202) incrementa, en una unidad, el valor de un contador interno (205) de tramas pendientes de transmisión;

35

- e) En cualquiera de los modos de funcionamiento de bajo consumo, si el contador (205) alcanza el valor  $Q_{m\acute{a}x}$ , se desactivan la señal (134) entre el módulo gestor de ahorro energético (LPI) (103) y el módulo de gestión de acceso al medio (MAC) (104) que provocaba que este último no transmitiese tramas y la señal en

- el enlace (135) entre el módulo gestor de ahorro energético (LPI) (103) y la interfaz de soporte físico (PHY) (105) que identificaba al modo de bajo consumo seleccionado, de modo que el dispositivo regresa al modo normal de operación;
- 5 f) Al finalizar la transmisión de cada trama, la interfaz de soporte físico (PHY) (105) se lo comunica al módulo de gestión de acceso al medio (MAC) (104) que procederá a transmitir a la interfaz de soporte físico (PHY) (105) la siguiente trama presente en el módulo de memoria (106) de haberla;
- 10 g) Tras la transmisión de la última trama almacenada en el módulo de memoria, el módulo de gestión de acceso al medio (MAC) (104) activa una señal específica en la línea de comunicaciones 143 que indica al módulo gestor de ahorro energético (LPI) (103) la ausencia de tráfico pendiente;
- h) Tras la transmisión de la última trama almacenada en el módulo de memoria, el módulo decisor (203) calcula el umbral de tasa máximo  $\lambda_U$ , de acuerdo con el retardo medio deseado  $W_{obj}$  y las características físicas del dispositivo de red;
- 15 i) Tras la transmisión de la última trama almacenada en el módulo de memoria, el módulo decisor (203) calcula el umbral de retardo medio  $W_U$ , de acuerdo a las características físicas del dispositivo de red;
- j) Tras la transmisión de la última trama almacenada en el módulo de memoria, se pasa al modo de bajo consumo FW si el retardo medio deseado  $W_{obj}$  se encuentra comprendido entre la mitad del tiempo de transición entre el modo FW y el modo normal de operación ( $T_W^f$ ) y la mitad del tiempo de transición entre el modo DS y el modo normal de operación ( $T_W^d$ ) o se cumple simultáneamente que el retardo medio deseado  $W_{obj}$  es menor que el umbral de retardo medio  $W_U$  y la tasa media estimada  $\lambda$  es mayor que el umbral de tasa máximo  $\lambda_U$ ;
- 20 k) Tras la transmisión de la última trama almacenada en el módulo de memoria, se pasa al modo de bajo consumo DS si el retardo medio deseado  $W_{obj}$  es mayor o igual que el umbral de retardo medio  $W_U$  o la tasa media estimada  $\lambda$  es menor o igual que el umbral de tasa máximo  $\lambda_U$ ;
- 25 l) Tras el paso a cualquiera de los modos de bajo consumo, el módulo gestor de los modos de bajo consumo (202) indica a través del bus 210 a la interfaz de soporte físico (PHY) (105, figura 1) que se debe activar el modo de bajo consumo elegido (FW o DS según corresponda);
- 30 m) Tras el paso a cualquiera de los modos de bajo consumo, se establece el valor del contador (205) a 0;

- n) Tras el paso a cualquiera de los modos de bajo consumo, se calcula el valor máximo para el contador (205)  $Q_{m\acute{a}x}$ .

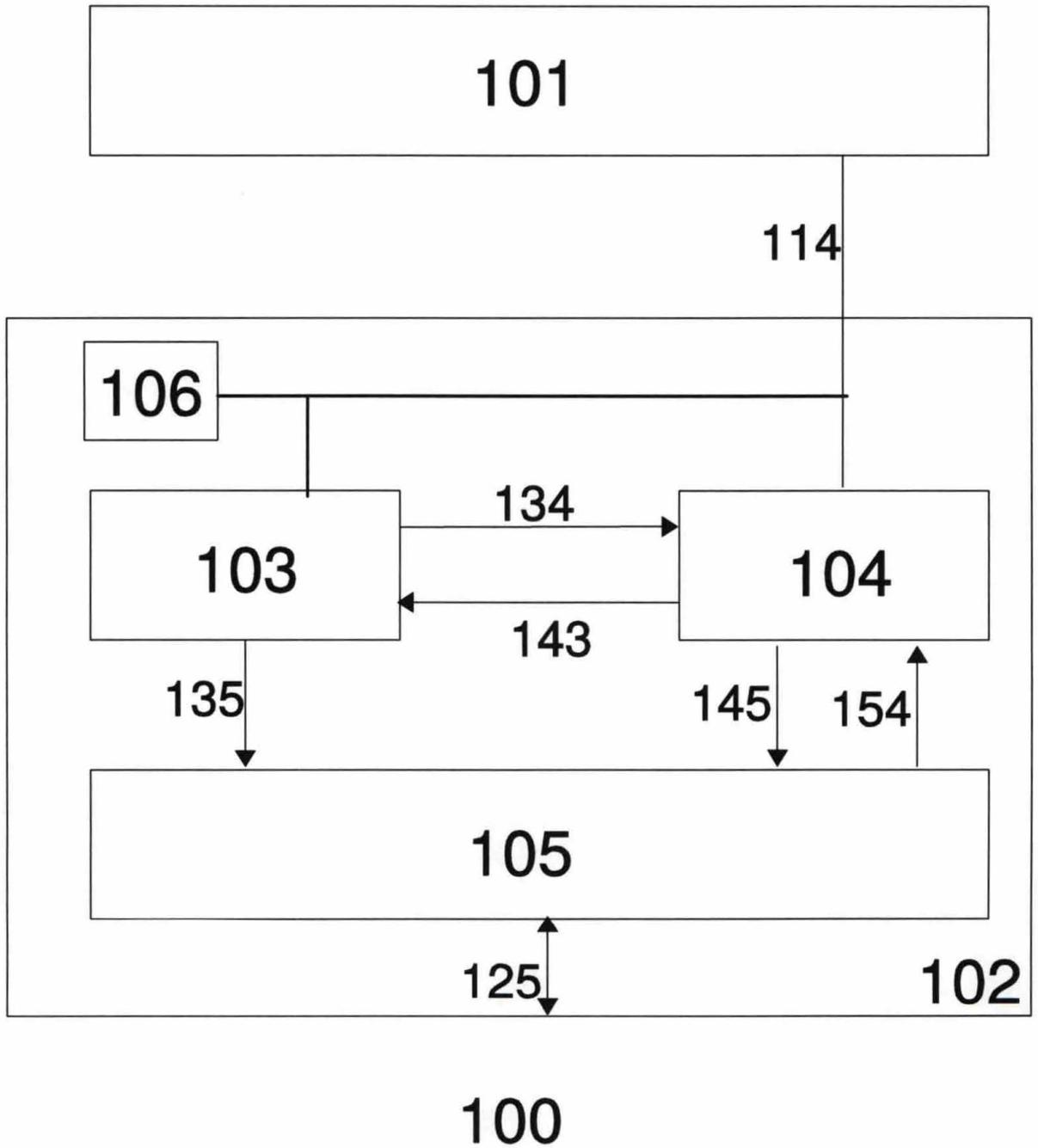


Fig. 1

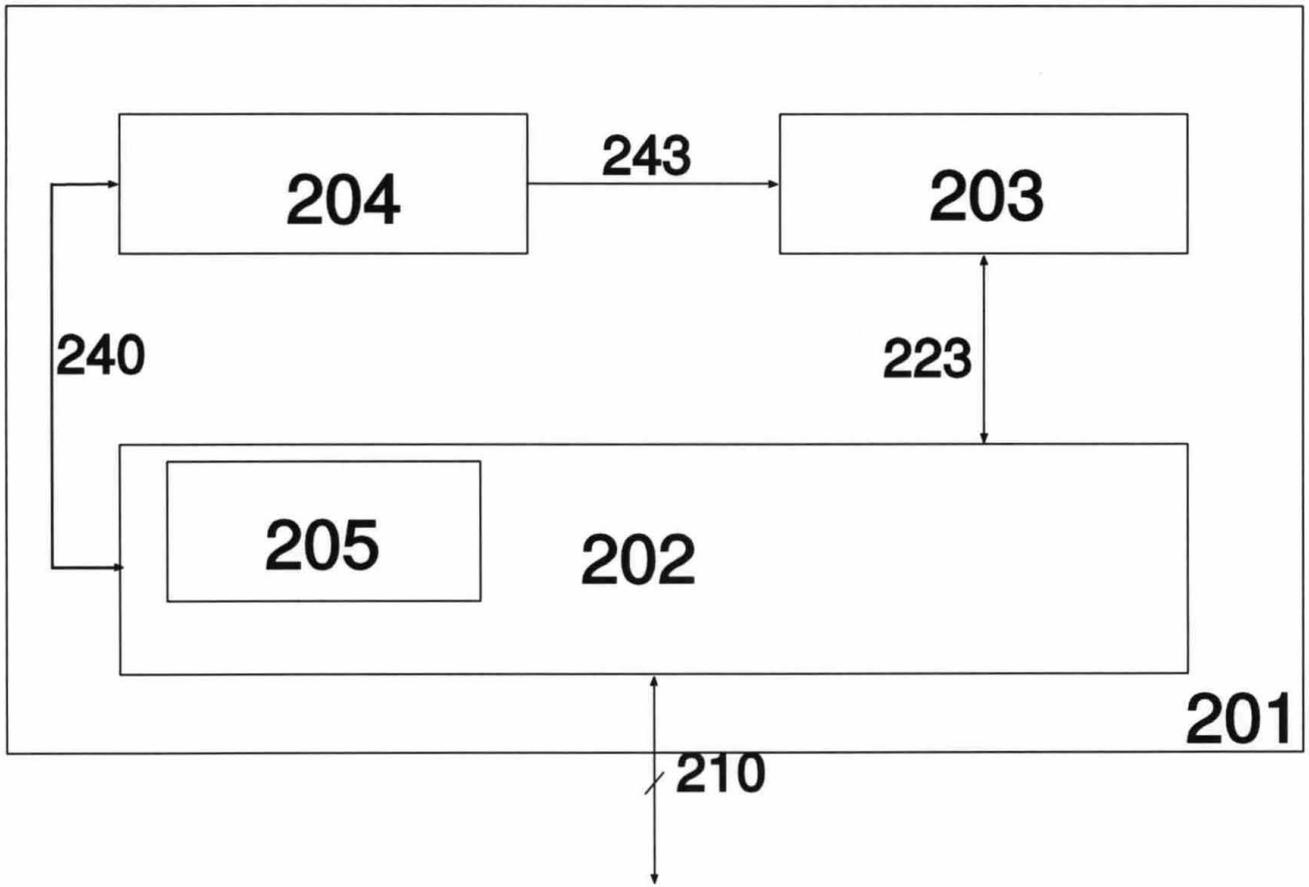


Fig. 2



- ②① N.º solicitud: 201600340  
②② Fecha de presentación de la solicitud: 26.04.2016  
③② Fecha de prioridad:

INFORME SOBRE EL ESTADO DE LA TÉCNICA

⑤① Int. Cl.: **H04L12/24** (2006.01)

DOCUMENTOS RELEVANTES

Categoría	⑤⑥ Documentos citados	Reivindicaciones afectadas
A	MOSTOWFI MEHRGAN A Simulation Study of Energy-Efficient Ethernet With Two Modes of Low-Power Operation.IEEE COMMUNICATIONS LETTERS, 20151001 IEEE SERVICE CENTER, PISCATAWAY, NJ, US 01/10/2015 VOL: 19 No: 10 Paginas: 1702 - 1705 ISSN 1089-7798 Doi: doi:10.1109/LCOMM.2015.2461161 Todo el documento.	1-5
A	SARAVANAN KARTHIKEYAN P et al. Exploring multiple sleep modes in on/off based energy efficient HPC networks.2015 33rd IEEE International Conference on Computer Design (ICCD), 20151018 IEEE 18/10/2015 VOL: Paginas: 54 - 61 Doi: doi:10.1109/ICCD.2015.7357084 Todo el documento.	1-5

Categoría de los documentos citados

X: de particular relevancia  
Y: de particular relevancia combinado con otro/s de la misma categoría  
A: refleja el estado de la técnica

O: referido a divulgación no escrita  
P: publicado entre la fecha de prioridad y la de presentación de la solicitud  
E: documento anterior, pero publicado después de la fecha de presentación de la solicitud

**El presente informe ha sido realizado**

para todas las reivindicaciones

para las reivindicaciones nº:

Fecha de realización del informe  
28.02.2017

Examinador  
M. L. Alvarez Moreno

Página  
1/4

Documentación mínima buscada (sistema de clasificación seguido de los símbolos de clasificación)

H04L

Bases de datos electrónicas consultadas durante la búsqueda (nombre de la base de datos y, si es posible, términos de búsqueda utilizados)

INVENES, EPODOC, WPI, Inspec

Fecha de Realización de la Opinión Escrita: 28.02.2017

**Declaración**

<b>Novedad (Art. 6.1 LP 11/1986)</b>	Reivindicaciones 1-5	<b>SI</b>
	Reivindicaciones	<b>NO</b>
<b>Actividad inventiva (Art. 8.1 LP11/1986)</b>	Reivindicaciones 1-5	<b>SI</b>
	Reivindicaciones	<b>NO</b>

Se considera que la solicitud cumple con el requisito de aplicación industrial. Este requisito fue evaluado durante la fase de examen formal y técnico de la solicitud (Artículo 31.2 Ley 11/1986).

**Base de la Opinión.-**

La presente opinión se ha realizado sobre la base de la solicitud de patente tal y como se publica.

**1. Documentos considerados.-**

A continuación se relacionan los documentos pertenecientes al estado de la técnica tomados en consideración para la realización de esta opinión.

Documento	Número Publicación o Identificación	Fecha Publicación
D01	MOSTOWFI MEHRGAN A Simulation Study of Energy-Efficient Ethernet With Two Modes of Low-Power Operation.IEEE COMMUNICATIONS LETTERS, 20151001 IEEE SERVICE CENTER, PISCATAWAY, NJ, US 01/10/2015 VOL: 19 No: 10 Paginas: 1702 - 1705 ISSN 1089-7798 Doi: doi:10.1109/LCOMM.2015.2461161 todo el documento.	01.10.2015
D02	SARAVANAN KARTHIKEYAN P et al. Exploring multiple sleep modes in on/off based energy efficient HPC networks.2015 33rd IEEE International Conference on Computer Design (ICCD), 20151018 IEEE 18/10/2015 VOL: Paginas: 54 - 61 Doi: doi:10.1109/ICCD.2015.7357084 Todo el documento.	18.10.2015

**2. Declaración motivada según los artículos 29.6 y 29.7 del Reglamento de ejecución de la Ley 11/1986, de 20 de marzo, de Patentes sobre la novedad y la actividad inventiva; citas y explicaciones en apoyo de esta declaración**

Los documentos D01 y D02 se citan como simple apoyo y por ser documentos que en alguna medida están relacionados con una aplicación del estándar IEEE 802.3bj.

D01 y D02 divulgan modelos de simulación del comportamiento de una Ethernet que cumple el estándar IEEE 802.3bj, en el que se definen los dos modos de operación en bajo consumo (Fast Wake y Deep Sleep). Ambos estudios evalúan los potenciales ahorros de energía obtenidos por el uso combinado de ambos modos. Se trata de análisis teóricos que no muestran ninguno de los posibles componentes de un dispositivo de red que cumpla dicho estándar y tampoco muestran un procedimiento de gestión de tramas. No se han encontrado documentos relacionados con la implantación de dicho estándar que divulguen la existencia de un dispositivo de red o un procedimiento de gestión de tramas, tal y como se definen en las reivindicaciones 1 y 5.

Tomando en consideración los documentos D01 y D02, las reivindicaciones 1 a 5 cumplen los requisitos de novedad y actividad inventiva según los artículos 6 y 8 de la Ley de Patentes.