

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 402 264**

51 Int. Cl.:

**H04W 72/08** (2009.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **28.04.2010** **E 10380060 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **02.01.2013** **EP 2384076**

54 Título: **Método para seleccionar un canal de transmisión dentro de un sistema de comunicaciones de acceso múltiple por división en el tiempo (TDMA)**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**30.04.2013**

73 Titular/es:

**BASQUE CENTER FOR APPLIED MATHEMATICS  
(100.0%)  
AI/Mazarredo 14  
48009 Bilbao (Bizkaia), ES**

72 Inventor/es:

**JACKO, PETER y  
URTZI, AYESTA**

74 Agente/Representante:

**TRIGO PECES, José Ramón**

**ES 2 402 264 T3**

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín europeo de patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre concesión de Patentes Europeas).

**DESCRIPCIÓN**

Método para seleccionar un canal de transmisión dentro de un sistema de comunicaciones de acceso múltiple por división en el tiempo (TDMA).

5

**Sector de la técnica**

La invención hace referencia a un método para seleccionar un canal de transmisión dentro de un sistema de comunicaciones de acceso múltiple por división en el tiempo ("Time Division Multiple Access" o TDMA), cuando varios canales (cada uno de ellos caracterizado por un parámetro de calidad de transmisión variable y medible) solicitan ser activos en una determinada ranura de tiempo o "timeslot".

10

**Estado de la técnica**

El Acceso múltiple por división en el tiempo, en inglés "Time Division Multiple Access" o TDMA, es una tecnología que divide un enlace de comunicaciones en ranuras de tiempo o "timeslots" para permitir que el enlace de comunicaciones pueda ser compartido entre diferentes usuarios, mejorando de esta forma la eficiencia del enlace.

15

El TDMA se utiliza en particular, aunque no es su única aplicación, en comunicaciones telefónicas celulares digitales, concretamente entre la estación base y los dispositivos móviles. Normalmente las estaciones base deben transmitir y recibir información desde/hacia un gran número de dispositivos móviles situados en el interior de sus respectivas células. Como consecuencia, las estaciones base deben ejecutar determinados métodos y cálculos para determinar qué dispositivo móvil (canal) se asigna a cada ranura de tiempo.

20

Dentro de la técnica se conocen varios métodos para seleccionar, dentro de un sistema de comunicaciones de acceso múltiple por división en el tiempo (TDMA), un canal de transmisión entre un grupo de canales de transmisión disponibles.

25

Por ejemplo, en la patente de número US6449490 se describen varios métodos para seleccionar y adjudicar la comunicación sobre una determinada ranura de tiempo a un canal de transmisión específico entre un grupo de canales de transmisión disponibles. Uno de los métodos, al que nos referiremos como el método A en el presente documento, comprende los siguientes, en cada ranura de tiempo t:

30

- Recibir para cada canal i una indicación de la calidad de la transmisión C de dicho canal por cada ranura de tiempo t.
- Guardar la calidad de la transmisión C para cada canal i en cada ranura de tiempo t, durante una ventana de tiempo predefinida que comprenda un número específico de ranuras de tiempo T.
- Calcular la calidad de transmisión media D de cada canal i durante dicha ventana de tiempo predefinida T, de la siguiente manera:

35

40

$$D_i = \frac{1}{T} \sum_{k=1}^T C_i(t-k)$$

- Calcular la relación entre el valor actual de la calidad de transmisión de cada canal y la calidad media de servicio del canal durante la ventana T, conocida como la posición actual P, de la siguiente manera:

45

$$P_i = \frac{C_i(t)}{D_i}$$

- Seleccionar el canal j cuyo valor de la posición actual P es el máximo, como se indica a continuación:

$$j = \arg \max(P_i)$$

Este método, por lo tanto, selecciona el canal cuya calidad actual de servicio es relativamente alta si se compara con su calidad medida de servicio en la ventana de tiempo pasada T.

50

Otro ejemplo es el método que se muestra en EP1473957, al que nos referiremos como método B en el presente documento, en el que la selección de canal es llevada a cabo por un método diferente que comprende los siguientes pasos en cada ranura de tiempo t:

55

- Recibir para cada canal i una indicación de la calidad de transmisión C de dicho canal por cada ranura de tiempo t.

- Guardar la calidad de la transmisión  $C$  para cada canal  $i$  en cada ranura de tiempo  $t$ , durante una ventana de tiempo predefinida que comprenda un número específico de ranuras de tiempo  $T$ .

5 - Por cada canal  $i$ , poner un contador  $D$  a cero.

10 - Realizar un bucle donde, por cada índice de bucle  $k$  (siendo  $k$  un valor entre 1 y la ventana de tiempo  $T$ ), en primer lugar se realiza una prueba para comprobar si la calidad de transmisión de la ranura de tiempo actual es menor que la calidad de transmisión de una ranura de tiempo pasada hace  $k$  ranuras de tiempo, de conformidad con la siguiente expresión:

$$C_i(t - k) > C_i(t);$$

y, en segundo lugar, si el resultado de la prueba anterior es verdadero, se incrementa el contador  $D$  en una unidad, de la siguiente manera:

$$D_i = D_i + 1$$

15 - Calcular la posición  $P$  de cada canal  $i$  de la siguiente manera:

$$P_i = \frac{1}{D_i}$$

- Seleccionar el canal  $j$  cuyo valor de la posición actual  $P$  es el máximo, como se indica a continuación:

$$j = \arg \max(P_i)$$

20 Este método selecciona, por lo tanto, el canal cuyo contador  $D$  es mínimo, es decir, cuya calidad de transmisión actual es con menor frecuencia inferior a las calidades de transmisión pasadas (en la ventana de tiempo  $T$ ). Dicho de otra forma, para que un canal sea seleccionado sólo se comprueba el hecho de que su calidad de transmisión se haya visto reducida con menor frecuencia que la de otros en la ventana de tiempo pasado.

25 El objetivo de la presente invención es proporcionar un nuevo método para seleccionar un canal de transmisión dentro de un sistema de comunicaciones de Acceso múltiple por división en el tiempo (TDMA). El método pretende ser una alternativa a otros métodos conocidos, lo que podría servir para superar posibles fallos en métodos convencionales, como los descritos anteriormente.

### 30 Descripción breve de la invención

Es objeto de la invención un método para seleccionar un canal de transmisión, de entre una serie de canales de transmisión en un sistema de comunicaciones de acceso múltiple por división en el tiempo (TDMA), al cual asignar una ranura de tiempo específica de comunicación. Como en métodos convencionales, el método según la invención comprende los pasos de recibir la calidad de transmisión de cada canal  $C_i$  en cada intervalo de tiempo, y de guardar  $C_i$  durante una ventana de tiempo predefinida  $T$  que está formada por un número específico de ranuras de tiempo. No así los métodos convencionales, el método de la invención también comprende el paso para seleccionar al menos un canal que tenga la mejor calidad de transmisión actual  $C_i$  con respecto a una función de la reducción total de la calidad de transmisión entre cada ranura de tiempo de la ventana de tiempo  $T$  y la ranura de tiempo actual.

40 El método según la invención proporciona, por lo tanto, una serie de nuevos efectos determinados con respecto al estado de la técnica anterior. El principal efecto es que, para que un canal sea seleccionado, dicho canal debe tener una calidad de transmisión actual aceptable y no debe haber sufrido una disminución significativa de la calidad durante la ventana de tiempo  $T$ . Dicho de otra forma, en lo que a términos cualitativos se refiere, el canal debe contar tanto con una calidad de transmisión actual relativamente buena y encontrarse en sus mejores condiciones. Así pues, podría asignarse la ranura de tiempo a un canal que no tenga una calidad de transmisión actual especialmente buena, pero que tenga una reducción total de la calidad de transmisión pequeña (es decir, un canal cuya calidad de transmisión sea tan buena como en la ventana de tiempo anterior), en lugar de a un canal con una mejor calidad de transmisión, pero cuya calidad de transmisión se haya visto disminuida en comparación con valores anteriores.

### 50 Descripción detallada de la invención

55 La invención se refiere a un método para seleccionar un canal de transmisión, de entre una serie de canales de transmisión en un sistema de comunicaciones de acceso múltiple por división en el tiempo (TDMA), al cual asignar una ranura de tiempo específica de comunicación. Al igual que en métodos convencionales, la selección se basa en la calidad de transmisión de cada canal y en ciertos otros parámetros. Más concretamente, el método comprende los

pasos de recibir la calidad de transmisión de cada canal  $C_i$  en cada ranura de tiempo, y guardar  $C_i$  durante una ventana de tiempo predefinida  $T$  que está formada por un número específico de ranuras de tiempo. Además, el método de la invención comprende el paso de seleccionar al menos un canal que tenga la mejor calidad de transmisión actual  $C_i$  con respecto a una función de la reducción total de la calidad de transmisión entre cada ranura de tiempo de la ventana de tiempo  $T$  y la ranura de tiempo actual.

Preferentemente, el método de conformidad con la invención comprende los pasos siguientes en la ranura de tiempo actual:

- Para cada canal  $i$ , poner un contador  $D$  a cero.
- Realizar un bucle o circuito, en el cual, por cada índice de bucle  $k$  (siendo  $k$  un valor entre 1 y la ventana de tiempo  $T$ ), en primer lugar se realiza una prueba para comprobar si la calidad de transmisión actual es menor que la calidad de transmisión de una ranura de tiempo pasado hace  $k$  ranuras de tiempo, de conformidad con la siguiente expresión:

$$C_i(t-k) > C_i(t);$$

y, en segundo lugar, si el resultado de la prueba anterior es verdadero, se incrementa el contador  $D$  en el valor de la reducción de la calidad de transmisión entre la ranura de tiempo pasado hace  $k$  ranuras de tiempo y la ranura de tiempo actual, escalado por un factor  $f$  que es una función de  $k$ ,  $T$  y/o  $B$ , siendo  $B$  una constante entre cero y uno, de conformidad con la siguiente expresión:

$$D_i = D_i + f(k, T, B)[C_i(t-k) - C_i(t)]$$

Debe señalarse que  $C_i(t-k)$  se considera cero en el caso de que no existan datos  $C_i$  disponibles en el tiempo  $t-k$  para el usuario  $i$ .

En un modo de realización específico,  $D_i$  sólo se incrementa si, además de la condición  $C_i(t-k) > C_i(t)$ , el canal  $i$  estuvo seleccionado en el tiempo  $t-k$ . Este criterio de selección perjudica a los canales que ya han sido previamente seleccionados, es decir, a los que se ha asignado ya un intervalo de tiempo.

- Calcular la posición  $P$  de cada canal  $i$  como el cociente de la calidad de transmisión actual y el resultado de  $(1-B) \cdot K_i + B \cdot D_i$ , de la siguiente manera:

$$P_i = \frac{C_i(t)}{(1-B) \cdot K_i + B \cdot D_i}$$

donde  $K_i$  es un parámetro seleccionable.

- Seleccionar al menos el canal  $j$  cuyo valor de la posición actual  $P$  es el máximo, como se indica a continuación:

$$j = \arg \max(P_i)$$

Si hay más de un canal con el mismo máximo  $P_i$ , se puede utilizar cualquier regla arbitraria para romper la coincidencia y seleccionar el canal activo.

Como excepción, si  $B = 1$  y existen al menos dos canales con  $D_i$  igual a cero, entonces el canal  $j$  que se selecciona es  $j = \arg \max (C_i(t)/S_i)$  entre los canales  $i$  con  $D_i$  igual a cero, siendo  $S_i$  una estimación de la cantidad de datos que se van a transferir por el canal  $i$ . Este hecho favorece a los canales que se espera que transmitan pequeños volúmenes de datos, lo que es beneficioso para la reducción del número de canales activos. Se debe señalar que la estimación de la cantidad de datos  $S_i$  sólo se utiliza cuando no se puede conseguir nada de las fluctuaciones en la calidad del canal, esto es, cuando hay más de un canal en las mejores condiciones de canal (es decir, con el mismo  $D_i$ ). Si no estuviera disponible dicha estimación  $S_i$ , entonces el canal  $j$  que se selecciona es  $j = \arg \max (C_i(t))$ .

En un modo de realización preferente, el factor  $f(k, T, B)$  es un producto que comprende el factor  $1/T$ . El empleo del factor  $1/T$  permite realizar una comparación más directa del método de la invención con métodos convencionales como el método A y el método B.

De una forma especialmente ventajosa, el factor  $f(k, T, B)$  es igual a  $1/T$ . Cuando el factor es igual a  $1/T$  entonces  $D_i$  mide la reducción relativa media de la calidad del canal en la ventaja de tiempo  $T$ .

En un modo de realización preferente,  $K_i$  es una estimación de la calidad media del canal  $i$ . Esta estimación se

5 calcula la primera vez que el canal solicita que se le asigne una ranura de tiempo, cuando  $D_i$  es igual a cero (la primera vez que un canal plantea una solicitud, no hay datos históricos disponibles que permitan realizar el cálculo de  $D_i$ ). En este modo de realización, si  $K_i$  demuestra ser una buena estimación de la calidad media del canal  $i$ , el cálculo de  $P_i$  arrojará un resultado similar al que se habría obtenido si hubiera disponible un  $D_i$  de largo plazo. Dicho de otra forma, este modo de realización hace que el método según la invención no dependa tanto del hecho de tener datos históricos disponibles para calcular  $D_i$ . Por otro lado, si no hay disponible estimación alguna, ni se puede calcular, entonces se puede asumir  $K_i = 1$ .

10 En un modo de realización preferente, el factor  $f(k, T, B)$  es un producto que comprende el factor  $B^k$ . El factor  $B^k$  pondera la importancia del pasado, a la vez que se mide la calidad del canal en el presente. Es decir, mediante este factor la importancia de la calidad del canal se reduce a medida que va aumentando el índice  $k$  (que mide el número de ranuras de tiempo pasados).

15 El presente método presenta efectos diferentes en comparación con el método convencional A, en el que se calcula el contador  $D$  como la calidad media de transmisión durante la ventana de tiempo  $T$  previa a la ranura de tiempo actual. Estos efectos diferentes se deben al hecho de que, en la presente invención,  $D$  no depende del valor de la calidad de transmisión durante la ventana de tiempo, sino del grado en el que ha disminuido el valor si se comparan los valores de la ventana de tiempo con los valores actuales.

20 Por ejemplo, suponiendo que  $f(k, T, B) = 1/T$ , un canal con una calidad de transmisión baja, pero bastante constante, que obtendría una  $D$  baja en el método convencional A, obtendría una  $D$  prácticamente igual a cero en el método según la invención. Así pues, un canal de este tipo originaría una  $P$  de muy alta posición en la presente invención, eligiéndose con casi total seguridad, no siendo así en el método convencional A. Dicho de otra forma, el método de la invención no favorece necesariamente a los canales que tengan una buena (aunque no la mejor) calidad de servicio, sino a los canales con una calidad de servicio bastante constante, dicho a grosso modo.

25 En otro ejemplo, se presupone que un enlace es compartido por dos canales cuyos valores almacenados de calidad de transmisión durante una ventana de tiempo de  $T = 2$ , son, respectivamente,  $C_1(t-2) = 5$ ,  $C_1(t-1) = 6$ ,  $C_1(t) = 5,5$  y  $C_2(t-2) = 1$ ,  $C_2(t-1) = 10$ ,  $C_2(t) = 5,5$ . Se desprende entonces que, en el método convencional A,  $P_1 = P_2 = 1$ , mientras que la presente invención, considerando que  $B = 1$  y  $f(k, T, B) = 1/T$ , se obtienen resultados de  $P_1 = 11$  y  $P_2 = 1,2$ . Así, el método convencional A no distingue entre estos dos canales, mientras que el método según la actual invención elige el canal 1 y espera a que el canal 2 tenga un elevado valor de transmisión en consiguientes intervalos.

35 La presente invención también presenta efectos diferentes en comparación con el método convencional B, en el que  $D$  es un contador que se incrementa en uno por cada ranura de tiempo en la ventana de tiempo cuya calidad de transmisión sea superior a la calidad de transmisión actual. Los efectos diferentes se deben al hecho de que, en la presente invención, el parámetro  $D$  depende de cuánto se reduce la calidad de transmisión, mientras que el método convencional  $D$  sólo depende de si disminuye o no la calidad de la transmisión.

40 A modo de ejemplo, supóngase que un enlace es compartido por dos canales cuyos valores almacenados de calidad de transmisión durante una ventana de tiempo de  $T = 2$ , son, en cada uno de los casos respectivamente  $C_1(t-2) = 1$ ,  $C_1(t-1) = 10$ ,  $C_1(t) = 2$  y  $C_2(t-2) = 1$ ,  $C_2(t-1) = 10$ ,  $C_2(t) = 9$ . Se desprende entonces que, en el método convencional B,  $P_1 = P_2 = 1$ , mientras que con el método de la presente invención, considerando que  $B = 1$  y  $f(k, T, B) = 1/T$ , se obtienen resultados de  $P_1 = 1/2$  y  $P_2 = 18$ . Por lo tanto, el método convencional B no distingue entre estos dos canales, mientras que el método de la presente invención elige el canal 2, por el hecho de que está en muy buenas condiciones con respecto a su propio pasado.

**REIVINDICACIONES**

1. Método para seleccionar un canal de transmisión de entre una serie de canales de transmisión  $i$  que están demandando ser activos durante una ranura de tiempo específica en un sistema de comunicaciones de acceso múltiple por división en el tiempo (TDMA), donde dicho método comprende los pasos de recibir la calidad de transmisión de cada canal  $C_i$  en cada ranura de tiempo, y almacenar  $C_i$  durante una ventana de tiempo predefinida  $T$  que comprende un número específico de ranuras de tiempo, donde el método se caracteriza por que comprende, además, en la ranura de tiempo actual  $t$  el paso de:

- seleccionar al menos un canal que tenga la mejor calidad de transmisión actual  $C_i$  con respecto a una función de la reducción total de la calidad de transmisión entre cada ranura de tiempo de la ventana de tiempo  $T$  y la ranura de tiempo actual.

2. Método según la reivindicación 1, que se caracteriza por que comprende los pasos de:

- para cada canal  $i$ , poner un contador  $D$  a cero;
- realizar un bucle, en el cual, por cada índice de bucle  $k$ , siendo  $k$  un valor entre 1 y la ventana de tiempo  $T$ , en primer lugar se realiza una prueba para comprobar si la calidad de transmisión actual es menor que la calidad de transmisión de una ranura de tiempo pasada hace  $k$  ranuras de tiempo, de conformidad con la siguiente expresión:

$$C_i(t-k) > C_i(t);$$

y, en segundo lugar, si el resultado de la prueba anterior es verdadero, se incrementa el contador  $D$  en el valor de la reducción de la calidad de transmisión entre la ranura de tiempo pasada hace  $k$  ranuras de tiempo y la ranura de tiempo actual, escalado por un factor  $f$  que es una función de  $k$ ,  $T$  y/o  $B$ , siendo  $B$  una constante entre cero y uno, de conformidad con la siguiente expresión:

$$D_i = D_i + f(k, T, B)[C_i(t-k) - C_i(t)];$$

- calcular la posición  $P$  de cada canal  $i$  como el cociente de la calidad de transmisión actual y el resultado de  $(1-B) \cdot K_i + B \cdot D_i$ , de la siguiente manera:

$$P_i = \frac{C_i(t)}{(1-B) \cdot K_i + B \cdot D_i}$$

donde  $K_i$  es un parámetro seleccionable;

- seleccionar al menos el canal  $j$  cuyo valor de la posición actual  $P$  es el máximo, como se indica a continuación:

$$j = \arg \max(P_i);$$

3. Método según la reivindicación 2, que se caracteriza por que el factor  $f$  que es función de  $k$ ,  $T$  y/o  $B$  es un producto que comprende el factor  $1/T$ .

4. Método según la reivindicación 3, que se caracteriza por que el factor  $f$  que es función de  $k$ ,  $T$  y/o  $B$  es igual a  $1/T$ .

5. Método según la reivindicación 2, que se caracteriza por que el factor  $f$  que es función de  $k$ ,  $T$  y/o  $B$  es un producto que comprende el factor  $B^k$ .

6. Método según la reivindicación 2, que se caracteriza por que  $K_i$  es una estimación de la calidad media del canal  $i$ .

7. Método según la reivindicación 2, que se caracteriza por que  $K_i = 1$ .

8. Método según la reivindicación 2, que se caracteriza por que si  $B = 1$  y existen al menos dos canales con  $D_i$  igual a cero, entonces el canal  $j$  que se selecciona es  $j = \operatorname{argmax} (C_i(t)/S_i)$  entre los canales  $i$  con  $D_i$  igual a cero, siendo  $S_i$  una estimación de la cantidad de datos que se deben transferir por el canal  $i$ .

9. Método según la reivindicación 8, que se caracteriza por que si no está disponible la estimación  $S_i$ , entonces el canal  $j$  que se selecciona es  $j = \operatorname{argmax} (C_i(t))$  entre los canales  $i$  con  $D_i$  igual a cero.

10. Método según la reivindicación 2, que se caracteriza por que  $D_i$  se aumenta sólo si, además de la condición  $C_i(t-k) > C_i(t)$ , el canal  $i$  era el canal seleccionado en el momento  $t-k$ .