

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 812 263**

51 Int. Cl.:

H04W 72/04

(2009.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **15.05.2017** **E 17171037 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **08.07.2020** **EP 3404976**

54 Título: **Procedimiento para la gestión de recursos radioeléctricos en redes celulares 5G para la reutilización de recursos en enlaces vehículo a vehículo**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
16.03.2021

73 Titular/es:

UNIVERSIDAD DE DEUSTO (50.0%)
Avda de las Universidades, 24
48007 Bilbao (Bizkaia), ES y
FUNDACION DEUSTO (50.0%)

72 Inventor/es:

HERNANDEZ, UNAI y
DE LA IGLESIA CARRIL, IDOIA

74 Agente/Representante:

EZCURRA ZUFIA, Maria Antonia

ES 2 812 263 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 para la gestión de recursos radioeléctricos en redes celulares 5G para la reutilización de recursos en enlaces vehículo a vehículo

OBJETO DE LA INVENCION

Es objeto de la presente invención, tal y como el título de la invención establece, un procedimiento para la gestión de recursos radioeléctricos en redes celulares 5G para la reutilización de dichos recursos en enlaces vehículo-a-vehículo V2V, enlaces, como se describe en la reivindicación 1.

El procedimiento objeto de la invención permite la gestión de recursos radioeléctricos para redes celulares en las que coexisten usuarios celulares comunes, denominados a partir de ahora C-UEs, y vehículos, denominados a partir de ahora V-UEs. Tanto C-UEs como V-UEs disponen de un interfaz radio a través del cual transmiten y reciben mensajes.

El escenario específico al que se aplica esta invención son las redes vehiculares ad-hoc, también conocidas como redes VANET (Vehicular Ad-hoc Networks). Desde el 3GPP Release 12 (**3rd Generation Partnership Project: Proyecto Asociación de Tercera Generación**), las redes celulares ofrecen la posibilidad de establecer comunicaciones dispositivo a dispositivo (D2D, por las siglas en inglés de Device-to-Device). Partiendo de esta característica, es posible establecer enlaces de comunicaciones directos vehículo a vehículo (V2V), los cuales son necesarios en las redes VANET para el despliegue de Sistemas Inteligentes de Transporte, o más conocidos por su acrónimo en inglés ITS (Intelligent Transportation Systems).

Además de comunicaciones V2V, las redes VANET necesitan establecer comunicaciones vehículo a infraestructura (V2I) e infraestructura a vehículo (I2V) para poder desplegar los previamente citados sistemas de ITS.

El hecho de que la misma tecnología ofrezca la posibilidad de establecer comunicaciones a través de la infraestructura y comunicaciones D2D, permite reutilizar los mismos recursos radioeléctricos simultáneamente para ambos tipos de enlaces. Un RB (Resource Block) es un slot espacio-temporal que se asigna a un usuario para que éste transmita su información. Así, esta invención presenta una solución que permite la optimización de la gestión de recursos radioeléctricos en las redes celulares empleadas en escenarios de redes VANETs asignando simultáneamente un mismo RB (Resource Block) a un V-UE y a un C-UE para optimizar la eficiencia de los recursos radioeléctricos, gestionando dinámicamente la eficiente coexistencia de comunicaciones C-UE y V-UE.

La invención aquí presentada se engloba dentro del sector de las radiocomunicaciones y más específicamente en el área de las comunicaciones celulares aplicadas a los sistemas vehiculares cooperativos.

ANTECEDENTES DE LA INVENCION

En la arquitectura de comunicaciones LTE-A, que es la base para el futuro 5G, el denominado Evolved Node B (eNodeB) o estación base, es el elemento encargado de controlar y direccionar las comunicaciones hacia y desde los equipos de los usuarios celulares (C-UE, por las siglas de Cellular User Equipment) que se encuentran en su área de cobertura, asignándoles a cada uno de ellos un conjunto de recursos o Resource Blocks (RB, por sus siglas en inglés). Cada uno de estos RB lleva asociado una frecuencia de transmisión y un periodo de tiempo, los cuales serán empleados por cada terminal móvil para realizar su comunicación a través del eNodeB con su terminal de destino. A su vez, el estándar LTE-A permite una comunicación dispositivo-a-dispositivo (D2D) que no requiere el reenvío de la información a través del eNodeB.

De este modo, las comunicaciones Dispositivo a Dispositivo (D2D) hacen posible que aquellos usuarios que se encuentran próximos puedan establecer una comunicación móvil sin necesidad de que la infraestructura actúe de intermediario, haciendo posible que los terminales transmitan a alta velocidad, con un bajo consumo de energía, bajo retardo en la comunicación y haciendo un mejor uso de los recursos radioeléctricos. Partiendo de estas capacidades, los trabajos [1] y [2] analizan la posibilidad de aplicar las técnicas D2D en el entorno de las redes vehiculares ad-hoc (VANETs), y más concretamente para satisfacer los requisitos de calidad de servicio (QoS) de los enlaces Vehículo a Vehículo (V2V).

Similares análisis se han realizado en la comunidad de organizaciones estandarizadoras de telecomunicaciones 3GPP (3rd Generation Partnership Project). En diciembre de 2015 se aprobó un Work

Item (WI) que tenía como principal objetivo estandarizar los sistemas V2V para operar sobre LTE [3]. Los aspectos más diferenciadores entre los enlaces puros D2D y los empleados para dar soporte a los enlaces V2V radican en la velocidad de los Vehicular-User Equipment (V-UE), la densidad de V-UE en el área de cobertura de una estación base o eNodeB y las exigencias en cuanto a la latencia en estos enlaces. Por ejemplo, uno de los objetivos del WI relativo a V2V es el desarrollo de una solución capaz de soportar velocidades relativas de hasta 500km/h, lo que inevitablemente implica cambios en la estructura de la capa física, muy distintas a las necesarias en enlaces D2D básicos.

Emplear la tecnología celular para comunicaciones V2V se presenta como un avance significativo en las redes VANETs, especialmente en entornos en los cuales hay una alta densidad de vehículos y las tecnologías empleadas tradicionalmente no aseguran que todos los vehículos puedan transmitir y recibir mensajes críticos de los vehículos que hay a su alrededor [4].

Las comunicaciones D2D pueden emplear bandas de frecuencias sin licencia, pero normalmente hacen uso de las mismas bandas del espectro radioeléctrico que las utilizadas por los usuarios para comunicarse con la estación base en las redes LTE-A. Este esquema denominado “inband”, puede ser clasificado a su vez en dos categorías “underlay” o “overlay” [5]. En el caso underlay, los enlaces D2D reutilizan recursos radioeléctricos (denominados Resource Blocks o RB) asignados a los usuarios celulares. En el caso overlay, se asignan RB dedicados a los enlaces D2D. Por tanto, en términos de eficiencia espectral, los enlaces underlay son más beneficiosos que los enlaces overlay.

Por otro lado, las comunicaciones D2D ofrecen 4 tipos de ganancia, conocidas como ganancia de proximidad, de salto, de reutilización y de emparejamiento [1]. La ganancia de proximidad es consecuencia de la proximidad existente entre los terminales que llevan a cabo una comunicación D2D, permitiendo una alta tasa de transmisión y bajo consumo de energía. La ganancia de salto es debida a que en un enlace D2D solo se emplean 2 canales de comunicación en vez de los 4 necesarios para establecer un enlace entre un Equipo de Usuario (UE) y el eNodeB o estación base. La ganancia de reutilización se debe a que los enlaces D2D emplean los mismos recursos radio que los enlaces celulares, mientras que la ganancia de emparejamiento aparece ya que un UE puede seleccionar el modo de comunicación, bien D2D o a través del eNodeB. En [10] se describe una solución basada en tres pasos que ofrece una excelente introducción al problema contemplando enlaces D2D y C-UE en una misma área de cobertura.

En el contexto descrito, se han realizado numerosos desarrollos científicos, pero sin embargo pocos de ellos analizan la posibilidad de emplear las características descritas de los enlaces D2D en redes VANETs para proporcionar conectividad V2V [1][2],[6]-[9], lo que es debido posiblemente a la necesidad de realizar un diseño meticuloso de la gestión de los recursos radioeléctricos de modo que sea posible la reutilización de los mismos para dar servicio a los enlaces V2V y a los usuarios C-UEs.

Centrando el estudio en las referencias citadas en el párrafo anterior, se pueden extraer tres limitaciones principales de las soluciones actualmente existentes para reutilizar recursos de las comunicaciones celulares en el entorno vehicular.

La primera de ellas hace referencia a que en la mayoría de las soluciones propuestas el objetivo es maximizar la tasa de transmisión de las comunicaciones de los C-UEs o de los V-UEs o la suma de ambas [9][10]. Sin embargo, aunque desde el punto de vista de los C-UEs ésta es una solución ventajosa, en el entorno vehicular la gran parte de los mensajes intercambiados son de pequeño tamaño y presentan altas restricciones relativas a latencia y confiabilidad. Por lo tanto, el objetivo principal de esta solución no es completamente adecuada para entornos vehiculares ya que no tienen en cuenta estas dos últimas características.

La segunda limitación radica en la excesiva confianza que se otorga al hecho de que el eNodeB es consciente en todo momento de las propiedades del canal radio (denominado Channel State Information o CSI) de cada enlace celular y V2V habilitados en su área de cobertura [8], lo cual es prácticamente imposible debido a la propia naturaleza de la red VANET, en la cual los vehículos están en constante movimiento. Una aproximación más razonable es considerar que se tiene conocimiento parcial del CSI, asumiendo variaciones en las pérdidas del canal y zonas sin o escasa cobertura.

La última limitación que se puede extraer se fundamenta en que en ninguno de los artículos revisados se propone un sistema de gestión de los recursos radioeléctricos que permita el intercambio periódico de mensajes CAM (Cooperative Awareness Messages) entre los vehículos de una red VANET y con infraestructura, siendo éstos sobre los cuales se basa el funcionamiento de estas redes [5]-[9], [11]. Los trabajos [8] y [9] consideran los requisitos de funcionamiento para el intercambio de estos mensajes, pero no explican que estrategia aplican para gestionar esta información. A modo de ejemplo, *Ren et al.* [8]

proponen un sistema para dar servicio a enlaces V2V fundamentado en las comunicaciones celulares en el cual la potencia de transmisión depende de los requisitos de la aplicación, algunas veces maximizando el sum rate y en otras maximizando la mínima tasa de transmisión posible en cada enlace V2V.

En resumen, aunque hay abundantes desarrollos realizados con el objetivo de dar solución a la gestión de las comunicaciones D2D en entornos celulares, debido a la gran movilidad de los vehículos y a imprevisibilidad de la topología de las VANETs, hay aspectos de la reasignación y compartición de recursos entre usuarios celulares y vehiculares que no están resueltos y que por tanto no hacen posible el despliegue de redes vehiculares cooperativas que empleen para todos sus enlaces tecnologías inalámbricas celulares. Es por ello que la invención aquí propuesta toma como puntos de partida estas limitaciones y realiza las aportaciones y reivindicaciones descritas en las siguientes secciones de este documento.

Los siguientes documentos están relacionados con el estado de la técnica de la presente invención:

- WO2016034198 en el cual se describe , y la estación base para implementar dicho método.
- WO2015143170 en la cual ejemplarmente describe los cálculos de los valores de enlaces D2D.

Por lo tanto, es objeto de la presente invención superar los inconvenientes del estado de la técnica apuntados de falta de adecuación del objetivo de maximización de la tasa de transmisión, excesiva confianza al eNodeB (estación base) del conocimiento de las propiedades del canal de radio y que además carezcan de sistema de gestión de recursos radioeléctricos que permita el intercambio periódico de mensajes CAM, desarrollando un procedimiento para la gestión de recursos radioeléctricos en redes celulares 5G para la reutilización de recursos en enlaces vehículo a Vehículo V2V.

Las referencias bibliográficas de los artículos citados son las que a continuación se detallan:

- [1] X. Cheng, L. Yang, and X. Shen, "D2D for intelligent transportation systems: A feasibility study," IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems, vol. 16, no. 4, pp. 1784–1793, Aug 2015.
- [2] A. Khelil and D. Soldani, "On the suitability of device-to-device communications for road traffic safety," in Internet of Things (WF-IoT), 2014 IEEE World Forum on, March 2014, pp. 224–229.
- [3] 3GPP, "RP-152293 support for V2V services based on LTE sidelink, 3GPP TSG ran meeting 70, Sitges, Spain, December 710, 2015," 2015.
- [4] S. Eichler, "Performance Evaluation of the IEEE 802.11p WAVE Communication Standard," 2007 IEEE 66th Vehicular Technology Conference, Baltimore, MD, 2007, pp. 2199–2203.
- [5] A. Asadi, Q. Wang, and V. Mancuso, "A survey on device-to-device communication in cellular networks," IEEE Communications Surveys Tutorials, vol. 16, no. 4, pp. 1801–1819, Fourthquarter 2014
- [6] M. Botsov, M. Klgel, W. Kellerer, and P. Fertl, "Location dependent resource allocation for mobile device-to-device communications," in 2014 IEEE Wireless Communications and Networking Conference (WCNC), April 2014, pp. 1679–1684.
- [7] W. Xing, N. Wang, C. Wang, F. Liu, and Y. Ji, "Resource allocation schemes for D2D communication used in VANETs," in 2014 IEEE 80th Vehicular Technology Conference (VTC2014-Fall), Sept 2014, pp. 1–6.
- [8] Y. Ren, F. Liu, Z. Liu, C. Wang, and Y. Ji, "Power control in D2D-based vehicular communication networks," IEEE Transactions on Vehicular Technology, vol. 64, no. 12, pp. 5547–5562, Dec 2015.
- [9] W. Sun, E. Strom, F. Brannstrom, K. Sou, and Y. Sui, "Radio resource management for D2D-based V2V communication," IEEE Transactions on Vehicular Technology, vol. PP, no. 99, pp. 1–1, 2015.
- [10] D. Feng, L. Lu, Y. Yuan-Wu, G. Y. Li, G. Feng, and S. Li, "Device-to device communications underlying cellular networks," IEEE Transactions on Communications, vol. 61, no. 8, pp. 3541–3551, August 2013
- [11] Y. Ren, C. Wang, D. Liu, F. Liu, and E. Liu, "Applying LTE-D2D to support V2V communication using local geographic knowledge," in Vehicular Technology Conference (VTC Fall), 2015 IEEE 82nd, Sept 2015, pp. 1–5.

DESCRIPCIÓN DE LA INVENCION

Es objeto de la presente invención un procedimiento para la gestión de recursos radioeléctricos en redes celulares 5G para la reutilización de recursos radioeléctricos en enlaces vehículo a Vehículo V2V

La invención propuesta adapta las características anteriores proporcionadas por el estándar LTE-A (Release 14), y la capacidad que tienen los terminales que despliegan esta tecnología de crear enlaces D2D para permitir que los equipos de comunicaciones desplegados en los vehículos (V-UEs) puedan crear enlaces entre vehículos (V2V), reutilizando los recursos asignados por el eNodeB o estación base a los C-UEs registrados en su área de cobertura de una red 5G. De este modo, el eNodeB pese a ser quien

asigna los recursos a cada uno de los nodos de red (ya sean C-UEs o V-UEs), una vez asignados no interviene en la comunicación entre los vehículos (V-UEs).

- 5 Para ello la invención presentada considera en primer lugar la distancia existente entre los usuarios móviles (enlace C-UEs a eNodeB) y los pares posibles V2V (V-UE a V-UE) para determinar las potencias de transmisión en cada uno de estos enlaces creando a continuación las parejas de C-UEs y V-UEs que pueden compartir recursos sin ocasionar interferencia entre ellos asegurando siempre la calidad de servicio que requiere cada uno de los tipos de usuarios contemplados, es decir C-UEs y V-UEs.
- 10 Una estación base o eNodeB da cobertura a un área en la que se encuentran N usuarios celulares C-UEs y en donde también coexisten un número M de usuarios vehiculares provistos de equipos de comunicaciones celulares V-UEs. El procedimiento de la invención permite crear enlaces V2V reutilizando los recursos empleados por los C-UEs para su comunicación con el eNodeB, sin que exista interferencia entre ellos y garantice la calidad de servicio que requiere cada usuario cumpliendo con el valor de SINR
- 15 (Signal-to-Interference-plus-Noise ratio) necesario para establecer dicha comunicación.
- La invención basa su funcionamiento en que los C-UEs y V-UEs empleen los mismos recursos radioeléctricos para sus comunicaciones. Para ello se ha determinado emplear una aproximación que hace uso de los recursos del enlace ascendente (UL, por las siglas en inglés de UpLink) para mejorar la
- 20 habitual infrutilización del espectro UL. Además, la reasignación de recursos del UL para los enlaces V2V facilita la gestión de interferencia, ya que ésta solo afecta al eNodeB y a los dispositivos en celdas vecinas, por lo que genera menos interferencia en la propia celda que si se utilizasen los recursos DL (DownLink).
- 25 El sistema propuesto está compuesto por tres componentes principales:
- los usuarios,
 - el escenario y
 - los sistemas de red, cuyas propiedades varían en función de diversas circunstancias.
- 30 Hay dos tipos de usuarios:
- 1) los C-UEs que son los usuarios celulares comunes y
 - 2) los V-UEs que son los vehículos que establecen enlaces V2V.
- Estos usuarios se mueven por el escenario y tienen acceso a los recursos de la red. Estos recursos de red, conocidos como Resource Blocks (RBs), son asignados a los usuarios para que éstos puedan
- 35 transmitir su información. La cantidad de RBs que se asigna a un usuario depende del tipo de mensaje que éste desea transmitir, asignándole más RB en la medida que necesita transmitir más cantidad de información.
- Además, los V-UEs se encuentran organizados en clústeres. Sin embargo, la definición y gestión de los
- 40 clústeres no está contemplada en esta invención ya que hay multitud de métodos que pueden ser empleados para agrupar los V-UEs en base a características comunes (dirección, distancia y velocidad relativa, etc.). En la invención aquí propuesta se contempla además la posibilidad de que existan V-UEs individuales, es decir, vehículos no integrados en un clúster pero que también deben tener capacidad de comunicación con el eNodeB y a los que se les podría asignar recursos empleados por C-UEs
- 45 gestionados por el mismo eNodeB. Un V-UE no estará integrado en un clúster cuando no cumpla con los requisitos mínimos para ello (distancia al resto de miembros del vehículo, velocidad relativa, etc).
- En el seno del clúster, las comunicaciones entre los miembros del clúster (Cluster Members, CMs) son coordinadas por un vehículo central o Cluster Head (CH). Es por tanto al CH a quién el eNodeB o
- 50 estación base le indicará que RBs previamente asignados a un C-UEs podrán ser reutilizados dentro del clúster para permitir las comunicaciones entre V-UEs y por tanto habilitar los enlaces V2V.
- La reasignación de los RBs a los enlaces V2V, solamente puede realizarse si se puede garantizar que no habrá interferencia en las comunicaciones entre el enlace C-UE a eNodeB y los enlaces V2V. Por tanto,
- 55 un enlace V2V solamente podrá reutilizar los recursos asignados por el eNodeB a un C-UE para sus comunicaciones cuando el SINR entre ambos enlaces esté por encima de un umbral.
- Además de considerar la interferencia radioeléctrica existente entre los enlaces para la reasignación de RBs, la invención propuesta tiene en cuenta que, en función de la información que cada uno de los nodos
- 60 de la red (C-UEs o V-UEs) quiera transmitir, se deberá asignar a cada uno de ellos una potencia de transmisión que como mínimo garantice que se cumpla la calidad de servicio requerida por la aplicación. Para ello, en base a la distancia mínima existente entre el C-UE y el enlace V2V que compartirá sus recursos y las propiedades del canal de comunicaciones, se definirá la potencia de transmisión en cada enlace.

Una vez conocidas los posibles pares de C-UE V-UE que pueden compartir el mismo RB ya que las distancias entre ellos superan la distancia mínima que satisface los mínimos valores de SINR, se calculan las potencias de transmisión de cada uno de los enlaces (enlace C-UE a eNodeB y enlace V2V), y se ejecuta el algoritmo que permite optimizar la gestión de recursos tratando de maximizar el número de parejas C-UE y V-UE, lo que permite incrementar la eficiencia de los recursos radioeléctricos del área de cobertura del eNodeB.

Salvo que se indique lo contrario, todos los elementos técnicos y científicos usados en la presente memoria poseen el significado que habitualmente entiende un experto normal en la técnica a la que pertenece esta invención. En la práctica de la presente invención se pueden usar procedimientos y materiales similares o equivalentes a los descritos en la memoria.

A lo largo de la descripción y de las reivindicaciones la palabra “comprende” y sus variantes no pretenden excluir otras características técnicas, aditivos, componentes o pasos. Para los expertos en la materia, otros objetos, ventajas y características de la invención se desprenderán en parte de la descripción y en parte de la práctica de la invención.

EXPLICACION DE LAS FIGURAS

Para complementar la descripción que se está realizando y con objeto de ayudar a una mejor comprensión de las características de la invención, de acuerdo con un ejemplo preferente de realización práctica de la misma, 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.

En la figura 1, podemos observar una representación esquemática general de un escenario posible al que se aplica el procedimiento objeto de la invención.

REALIZACIÓN PREFERENTE DE LA INVENCION.

A la vista de las figuras se describe seguidamente un modo de realización preferente de la invención propuesta.

En la figura 1 podemos observar el (eNodeB) o estación base (1) que es el elemento encargado de controlar y direccionar las comunicaciones hacia y desde los equipos de los usuarios celulares (C-UE, por las siglas de Cellular User Equipment) (2) que se encuentran en su área de cobertura, asignándoles a cada uno de ellos un conjunto de recursos o Resource Blocks (RB, por sus siglas en inglés), mediante enlaces (7) de una arquitectura LTE-A. Cada uno de estos RB lleva asociado una frecuencia de transmisión y un periodo de tiempo, los cuales serán empleados por cada terminal móvil C-UE (2) para realizar su comunicación a través del eNodeB o estación base (1) con su terminal de destino. A su vez, el estándar LTE-A permite una comunicación dispositivo-a-dispositivo (D2D) que no requiere el reenvío de la información a través del eNodeB.

También podemos observar varios vehículos V-UEs (3) agrupados bajo un área común o clúster (4) en base a características comunes (dirección, distancia y velocidad relativa, etc.). En el seno de cada clúster (4) hay un vehículo central o Cluster Head CH (5) que es el encargado de coordinar las comunicaciones entre los miembros del clúster, es decir los vehículos V-UEs (3).

El vehículo central o Cluster Head CH (5) de cada clúster (4) además establece una comunicación con el eNodeB o estación base (1) mediante un enlace standard LTE-A.

El procedimiento de optimización de los recursos radioeléctricos basado en la reutilización de dichos recursos en redes celulares 5G en las que coexisten enlaces vehículo-a-vehículo (V2V) con usuarios celulares o C-UEs (2), necesita de al menos un eNodeB o estación base (1) encargada de controlar y direccionar las comunicaciones hacia y desde los equipos de los usuarios celulares C-UEs (2) mediante enlaces de una arquitectura LTE-A (7), y vehículos V-UEs (3), comprende las siguientes etapas:

- agrupación de los V-UEs (3) en clústeres (4) en base a características comunes (dirección, distancia y velocidad relativa, etc.)
- elección para cada clúster (4) de un vehículo central o Cluster Head CH (5) encargado de coordinar las comunicaciones entre los miembros del clúster (V-UEs (3)).
- Asignación de recursos por parte del eNodeB o estación base (1) a cada usuario para que transmita su información.

- Cálculo de distancias mínimas necesarias entre C-UEs (2) y enlaces V2V para que sea posible la reutilización de recursos radioeléctricos en ambos enlaces cumpliéndose que los SINR (Signal-to-Interference plus Noise ratio) está por encima del umbral mínimo.
 - Cálculo de potencias de transmisión de los enlaces (7) C-UEs (2) a eNodeB o estación base (1) y los enlaces V2V (6) en función de la información de distancia previamente calculada
 - Cálculo del valor de los enlaces en función del tipo de mensaje que se necesite transmitir.
 - Aplicación de algoritmo metaheurístico que permita obtener una solución eficiente para la asignación y reutilización de recursos radioeléctricos
- 5
- 10 El cálculo de las potencias de transmisión de los enlaces (7) C-UEs (2) a eNodeB o estación base (1) y los enlaces V2V (6) en función de la información que cada uno de los nodos de la red (C-UEs o V-UEs) quiera transmitir permite reutilizar los recursos radioeléctricos garantizando la calidad de servicio requerida por el usuario.
- 15 Por otro lado, la ejecución del algoritmo que permite optimizar la gestión de recursos tratando de maximizar el número de parejas C-UE y V-UE, permite la reasignación de RBs incrementando el rendimiento radioeléctrico de la red LTE-A en el área de cobertura del eNodeB o estación base (1).
- 20 Gracias al procedimiento objeto de la invención se reducen las interferencias entre los canales empleados por los usuarios celulares (C-UE) (2) y usuarios vehiculares (V-UE) (3) asegurando calidad de servicio en función de la aplicación ITS a ejecutar (Intelligent Transportation Systems).
- 25 Adicionalmente y gracias al procedimiento presentado, se permite minimizar el número de recursos radio empleados para dar servicio a C-UEs (2) y V-UEs (3), maximizando al mismo tiempo la eficiencia de los Resource Blocks (RB) empleados. De este modo, estos cálculos permiten maximizar el volumen de información a transmitir por el conjunto de C-UEs y satisfacer los requisitos de calidad de servicio de las aplicaciones ejecutadas por los V-UEs en el ámbito de cobertura de un eNodeB.
- 30 Descrita suficientemente la naturaleza de la presente invención, así como la manera de ponerla en práctica, se hace constar que, dentro de su esencialidad, podrá ser llevada a la práctica en otras formas de realización que difieran en detalle de la indicada a título de ejemplo, y a las cuales alcanzará igualmente la protección que se recaba, siempre que no altere, cambie o modifique su principio fundamental, y se encuentra en el alcance de las reivindicaciones anexas.

REIVINDICACIONES

- 1.- Procedimiento para la gestión de los recursos radioeléctricos en redes celulares 5G para la reutilización de recursos en enlaces vehículo-a-vehículo, V2V, en redes celulares en las que coexisten usuarios celulares C-UEs (2), al menos un eNodeB o estación base (1) encargada de controlar y direccionar las comunicaciones hacia y desde los equipos de los usuarios celulares, C-UEs (2) mediante enlaces de una arquitectura LTE-A (7), y vehículos V-UEs (3), que comprende las siguientes etapas:
 - agrupación de los V-UEs (3) en clústeres (4) en base a características comunes incluyendo dirección, distancia y velocidad relativa.
 - elección para cada clúster (4) de un vehículo central o Cluster Head, CH (5) encargado de coordinar las comunicaciones entre los miembros del cluster, V-UEs (3);
 - Cálculo de distancias mínimas necesarias entre C-UEs (2) y enlaces V2V para que sea posible la reutilización de recursos radioeléctricos en ambos enlaces cumpliéndose que los SINR, Signal-to-Interference plus Noise ratio de los C-Ues, y los enlaces V2V está por encima del umbral mínimo dentro de un area de cobertura de un eNodeB o estación base, y creación de C-UEs y enlaces pares de V-UE a V-UE, cuando la distancia entre CUE y V-UEs permite compartir los recursos radioeléctricos.
 - Cálculo, para cada pareja creada, de potencias de transmisión de los enlaces (7) entre C-UEs (2) y eNodeB o estación base (1) y los enlaces V2V (6) en función de la información de distancia entre parejas previamente calculada de acuerdo a la información que cada miembro busque transmitir, en donde la cantidad de recursos radioeléctricos de los enlaces V2V depende del tipo de mensajes que necesitan ser transmitidos.
 - Aplicación de metaheurística que permita obtener una solución eficiente para la asignación y reutilización de recursos radioeléctricos en donde el número de parejas creadas es maximizada, y la cantidad de recursos radioeléctricos usados dentro del área de cobertura de un eNodeB o estación base es minimizada.

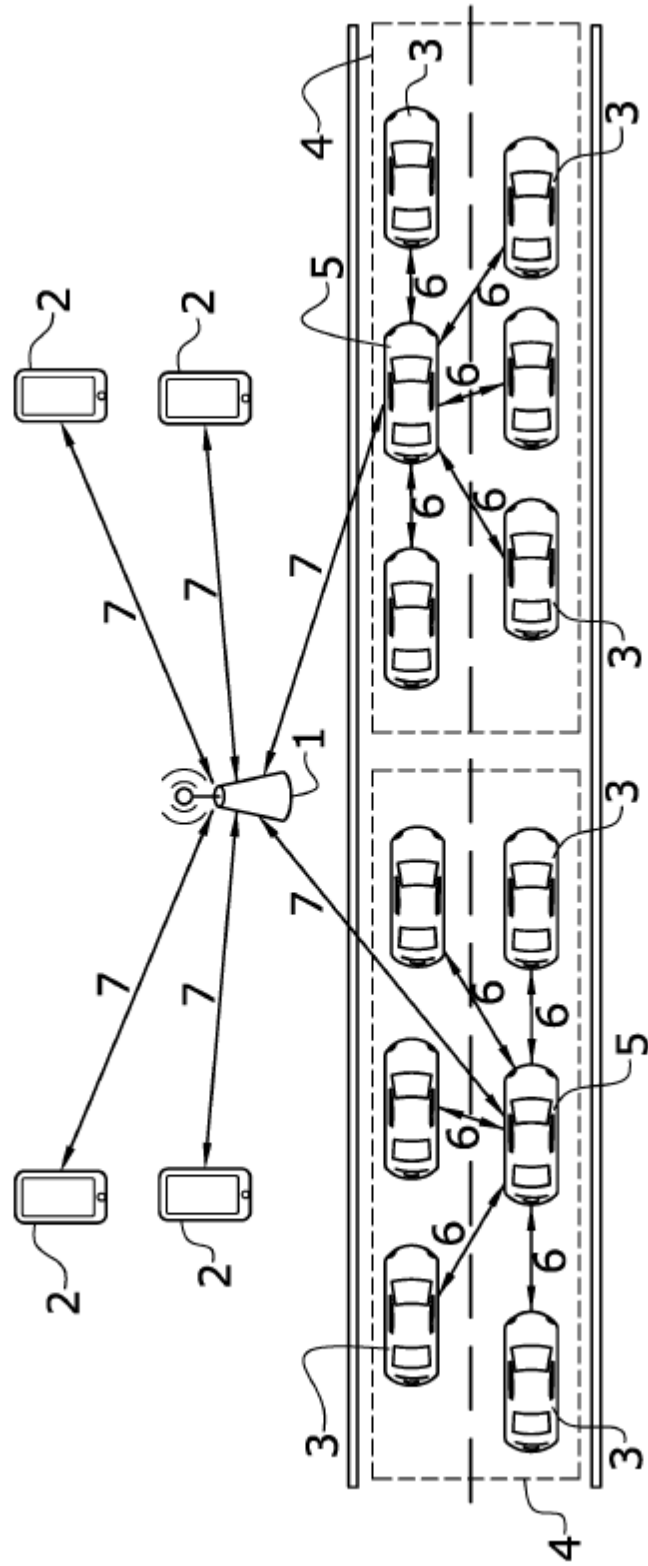


FIG.1