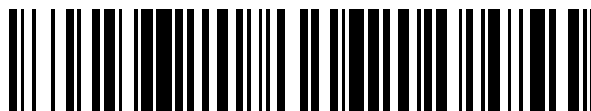


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 863 312**

51 Int. Cl.:

H04W 4/02 (2008.01)

H04W 76/14 (2008.01)

H04W 4/029 (2008.01)

H04W 64/00 (2009.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **20.12.2017** **PCT/EP2017/083852**

87 Fecha y número de publicación internacional: **05.07.2018** **WO18122069**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **20.12.2017** **E 17823121 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **06.01.2021** **EP 3563593**

54 Título: **Procedimiento y sistema de intercambios de datos**

30 Prioridad:

27.12.2016 FR 1601868

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

11.10.2021

73 Titular/es:

THALES (33.3%)
Tour Carpe Diem, Place des Corolles, Esplanade Nord
92400 Courbevoie, FR;
SORBONNE UNIVERSITE (33.3%) y
CENTRE NATIONAL DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE (33.3%)

72 Inventor/es:

BENBADIS, FARID;
DIAS DE AMORIM, MARCELO;
CONAN, VANIA y
FDIDA, SERGE

74 Agente/Representante:

GONZÁLEZ PECES, Gustavo Adolfo

ES 2 863 312 T3

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

DESCRIPCIÓN

Procedimiento y sistema de intercambios de datos

Campo técnico de la invención

5 La invención se refiere a un procedimiento y un sistema de intercambios de datos en una red de comunicación, que usa las comunicaciones directas entre terminales móviles (sin pasar por una infraestructura de base en funcionamiento normal).

10 La invención se aplica, por ejemplo, en el campo de las redes celulares, por ejemplo, el GSM, el 3G, el 4G y todos los estándares procedentes del 3GPP. Los terminales móviles en cuestión son, por ejemplo, unos teléfonos inteligentes, unos ordenadores portátiles, unas tabletas conectadas y/o unos vehículos conectados, teniendo estos terminales unos medios adaptados para comunicarse directamente entre sí, sin pasar por una infraestructura fija, lo más a menudo, por unos enlaces de radio.

Discusión sobre la técnica anterior

15 Existen varios tipos de comunicaciones directas entre terminales, por ejemplo, la conexión USB, el estándar Bluetooth, Wi-Fi *ad hoc*, Wi-Fi directo, etc. Cada una de estas comunicaciones posee sus propias características (recordadas al final de la descripción), por ejemplo, un caudal correcto, una amplia cobertura, así como un cierto número de limitaciones tecnológicas relacionadas con unas operaciones, tales como el emparejamiento y el descubrimiento de la vecindad.

Los problemas a resolver para la explotación de las tecnologías de dispositivo a dispositivo conocidas por la abreviatura D2D son, en concreto, de dos órdenes.

20 El primero se refiere al diseño de las técnicas que permiten efectuar las comunicaciones de radio inalámbricas directas entre los terminales. Esto se proporciona por las tecnologías, tales como el Bluetooth, el Wi-Fi directo y el LTE ProSe. Se pueden considerar otras técnicas, por ejemplo, la técnica de banda ultraancha o UWB (Ultra WideBand).

25 El segundo problema consiste en explotar de manera eficaz y oportuna el enlace directo de comunicación entre los terminales móviles cuando este último existe y está disponible. Entonces, hace falta decidir en qué momento se va a explotar este enlace D2D y qué datos hacer transitar sobre este enlace. En este marco, las conexiones directas entre terminales son de corta duración y, en el estado actual de las cosas, los terminales móviles deben escanear constantemente su vecindad para descubrir los otros terminales que se encuentran en la proximidad. Una vez que se descubre un nuevo terminal móvil vecino, los dos terminales se intercambian sus listas de contenidos disponibles y, si hay un interés, se establece el intercambio de datos efectivo. Uno de los inconvenientes de este procedimiento es que la batería se solicita para el descubrimiento de vecindad que debe efectuarse de forma continua y se utiliza una parte del enlace de radio disponible cuando dos terminales están en la proximidad uno del otro como canal de control para el intercambio de las listas de contenidos, en lugar de para un intercambio efectivo de los datos. Por lo tanto, se observa un derroche de los recursos.

35 La técnica anterior describe dos grandes familias de técnicas que permiten el intercambio de datos entre unos terminales móviles: las soluciones puramente repartidas que no exigen una coordinación por una entidad central y, al contrario, las soluciones que están asistidas por la infraestructura y que, de este modo, se apoyan sobre una coordinación central.

40 En una solución repartida del tipo puramente D2D, la idea es permitir la transmisión de datos entre terminales móviles en movimiento sin el soporte de ninguna infraestructura centralizada. Como la existencia de enlaces de comunicación entre nodos depende, entre otros, de la movilidad de los nodos, estas redes, a menudo, se llaman "redes oportunistas". La principal característica de las redes oportunistas es *la intermitencia de la conectividad*. En efecto, en las redes oportunistas, la conectividad de punta a punta no está asegurada en cualquier instante, como se describe en el documento de K. Fall, titulado "A delay-tolerant network architecture for challenged internets", ACM Sigcomm, páginas 27-34, Karlsruhe, Alemania, 2003.

45 Las soluciones de diseminación repartidas puramente D2D se pueden estructurar en cinco categorías principales: diseminación por inundación simple, diseminación probabilística, diseminación geográfica, diseminación de conocimiento de la vecindad y diseminación por codificación de red. El principal objetivo de estas soluciones es obtener una tasa de diseminación importante, minimizando al mismo tiempo el número de transmisiones en la red. Esto es posible a través de una elección muy precisa de los nodos de retransmisión. No obstante, estas soluciones no recurren más que a un conocimiento local de los contactos o de los contenidos a intercambiar, lo que, a menudo, limita la eficacia de las decisiones tomadas.

50 Para superar el problema de capacidad finita de un contacto, varios trabajos han abordado la cuestión de la fragmentación de los datos para mejorar la tasa de éxito durante una transmisión (sabiendo que la mayor parte de los contactos en el mundo real son muy cortos). Se han propuesto varias estrategias de fragmentación.

La segunda gran familia de técnicas que permiten el intercambio de datos entre terminales móviles se apoya en la existencia de un enlace entre los terminales móviles y la infraestructura, como complemento de los enlaces directos entre los terminales.

- 5 Un primer caso lo proporcionan las técnicas de dispositivo a dispositivo D2D en las versiones avanzadas del LTE (ProSe). En este enfoque, las comunicaciones directas entre los terminales son gestionadas por la estación de base (eNodeB) reusando unos recursos del enlace ascendente (*uplink channel*). De este modo, las comunicaciones directas permanecen bajo el control de la infraestructura celular del operador y operan en una banda reservada.

- 10 El punto difícil en este marco es la gestión de las interferencias. En efecto, estas emisiones directas no deben llegar a perturbar unas emisiones sobre el enlace ascendente de otros usuarios. Una solución propuesta es limitar la potencia de las comunicaciones directas. Otros trabajos optimizan la asignación de recursos entre las comunicaciones con el eNodeB y entre terminales. Con este enfoque, no se gestionan más que las comunicaciones directas entre terminales de un mismo operador y no se considera el aporte adicional de tecnologías, tales como el Wi-Fi o el Bluetooth que operan en otras bandas de frecuencias.

- 15 Un segundo tipo de enfoque aborda más directamente la forma de intercambiar contenido explotando las comunicaciones directas entre terminales para aliviar la infraestructura celular. Estos enfoques se inspiran en las técnicas de igual a igual; se comienza por recortar el contenido en bloques, luego, cada bloque se difunde a diferentes terminales móviles en la célula, a continuación, los bloques se distribuyen a los otros terminales móviles por unas comunicaciones directas.

- 20 La cuestión central es saber qué terminales móviles o, qué número de terminales móviles hace falta usar para intercambiar el contenido. Si se llega a limitar el número de usuarios UE que difunden el contenido, se economiza el número de transmisiones celulares (de las que se aumenta la tasa de deslumbre de la red celular) y se economiza el uso de las baterías de los terminales. Estas técnicas se pueden usar, en concreto, para los datos en tiempo real (retransmisión en directo de un mismo contenido a varios usuarios en una célula).

- 25 Un primer conjunto de técnicas se limita al caso del contenido multimedia (imagen o video) para una difusión en tiempo real. De este modo, Kang *et al.* han desarrollado una técnica "CHUM" que se aplica a contenido multimedia en tiempo real y que difunde el contenido en Wi-Fi a los otros terminales móviles. Esta técnica se describe en el documento de S.-S. Kang y M. W. Mutka, "A mobile peer-to-peer approach for multimedia content sharing using 3G/WLAN dual mode channels," *Wireless Communications and Mobile Computing*, vol. 5, n.º 6, págs. 633-645, 2005.

- 30 Un enfoque similar, descrito en el documento de M.-F. Leung y S.-H. Chan, "Broadcast-based peer-to-peer collaborative video streaming among mobiles," *IEEE Transactions on Broadcasting*, vol. 53, n.º 1, págs. 350-361, marzo de 2007, se usa para conectar unos flujos de video en tiempo real: se elige el número de retransmisiones que difunden para evitar las colisiones sobre el canal de radio y la redundancia de datos.

- 35 También es posible usar estas técnicas para distribuir contenido sin restricción en tiempo real que interesa a un grupo de usuarios en una vecindad. Se dispone de un parámetro suplementario (con respecto a la retransmisión en directo) que es la duración de validez del contenido que puede ser más larga (y contarse en minutos, ver en horas). De este modo, también se puede usar la movilidad física de los usuarios para crear unas nuevas oportunidades de difusión del contenido y, de este modo, mejorar la difusión de ello. Estos enfoques (denominados de deslumbre de tráfico) se apoyan en unas técnicas anteriores procedentes de los enfoques de red que toleran los plazos (*delay-tolerant networking* o DTN), tal como se describe en el documento de L. Pelusi, A. Passarella y M. Conti, "Opportunistic networking data forwarding in disconnected mobile *ad hoc* networks," *IEEE Communications Magazine*, vol. 44, n.º 11, págs. 134-141, 2006.

- 45 En los enfoques de deslumbre de tráfico, se comienza por enviar (por la red celular) un pequeño número de copias del contenido a unos terminales móviles de origen que, a continuación, difunden a los otros terminales móviles dependiendo de sus contactos. Estas técnicas funcionan en bucle abierto, ya que tienen como propósito determinar los nodos de origen sin tratar la cuestión de la elección de los intercambios directos entre terminales. En este contexto, el principal problema es elegir los nodos de origen, con el fin de minimizar las comunicaciones celulares o la energía usada por los terminales móviles.

- 50 Para optimizar las estrategias de selección de terminales móviles de origen o de retransmisión en la célula, todas estas técnicas se apoyan en un conocimiento fino de las interacciones entre terminales móviles y hacen unas fuertes hipótesis de estacionalidad, ya sea en términos de número de nodos y de su reparto en la célula, ya sea en términos de su movilidad en la célula. Todos estos enfoques hacen un análisis de los datos fuera de línea para desembocar en unas soluciones que funcionan en promedio y no son forzosamente óptimas en cada instante, ya que no toman en cuenta más que un comportamiento medio y no instantáneo.

- 55 Un enfoque complementario consiste en trabajar en bucle cerrado, como la solución propuesta por Whitbeck, en el documento de J. Whitbeck, Y. López, J. Leguay, V. Conan y M. D. de Amorim, "Push-and-track: Saving infrastructure bandwidth through opportunistic forwarding," *Pervasive and Mobile Computing*, vol. 8, n.º 5, págs. 682-697, oct. de 2012 y en la patente de los Estados Unidos US8862125.

Para cada contenido difundido por el servidor, los terminales móviles reconocen la recepción de este contenido, lo que permite al servidor seguir el progreso de la difusión en D2D. El servidor detecta, de este modo, los casos de bloqueos y reinyecta unas copias del contenido a ciertos terminales móviles para relanzar la difusión. Esta técnica funciona en bucle cerrado y su principal finalidad es definir una estrategia de reinyección que permita la transmisión de contenido a un grupo, con la finalidad de llevar un plazo de entrega máximo.

La solicitud de patente internacional WO 2015/161442 divulga un método y un dispositivo que permiten una puesta en marcha automática de una comunicación D2D al nivel de la capa de aplicación de un sistema. Esto permite reducir las "sobrecargas" de la señalización de red y mejorar el funcionamiento del procedimiento. Para esto, la información relativa a los equipos de usuarios se reconoce al nivel de la capa de aplicación.

El problema técnico resuelto en el documento europeo EP 3041286, es cambiar de tipo de conexión, paso de una conexión D2N a una conexión D2D, en función de la distancia existente entre dos terminales. Esto se realiza enviando un control de conmutación a un primer terminal y un segundo terminal y en salvaguardar esta información en un soporte. Cuando la distancia entre dos equipos no permite una conexión D2D, se conmuta para una conexión D2N. La enseñanza técnica usa una información de distancia, pero no busca predecir la distancia entre dos equipos de usuarios.

El documento de los Estados Unidos US 2014/0194115 describe un procedimiento de descubrimiento de dispositivo que toma en cuenta la medición de una proximidad entre el terminal de detección y un terminal "a descubrir" y el establecimiento de una comunicación D2D cuando la medición de proximidad entre los dos terminales es inferior a un umbral predeterminado. Su enseñanza técnica usa una información de proximidad para decidir establecer o no una comunicación D2D. No busca predecir la distancia entre dos equipos de usuarios.

Las técnicas dadas por la técnica anterior presentan, a pesar de sus ventajas, varios inconvenientes.

Para los métodos distribuidos:

- El descubrimiento de vecino necesita un consumo continuo de energía, incluso a intervalos regulares y puede resultar inútil si no está cerca ningún otro terminal o no dispone de contenido que deba intercambiarse,
- Una vez establecida la comunicación e intercambiadas las listas de contenidos disponibles y/o deseados, puede ser que no tenga lugar ningún intercambio, como continuación a una divergencia de intereses,
- El tiempo de contacto que queda, después de intercambio de los datos de señalización, puede ser insuficiente con respecto al tiempo requerido para el intercambio de datos.

De este modo, las soluciones distribuidas son poco eficaces, ya que exigen unos intercambios de información de control antes de cualquier intercambio de datos: entre otros, hace falta que los terminales identifiquen los contenidos que ya poseen (almacenamiento en una base de datos o una memoria), que decidan los contenidos que son prioritarios y eventualmente que compilen una información suplementaria sobre el estado actual de las memorias intermedias de los terminales que están en la vecindad. Estas operaciones consumen una banda pasante útil que ya no está disponible para la transmisión de los datos. En el caso de comunicaciones sobre unas duraciones cortas, entonces, ya no queda espacio para la transmisión de los datos.

Las soluciones centralizadas se han interesado en mejorar la puesta en comunicación de los terminales móviles y no la elección de los datos a transmitir. De este modo, estas soluciones no distinguen los contenidos de tamaños diferentes, de popularidades (local o global) diferentes. Son ciegas a los contenidos a intercambiar, a las solicitudes o a las necesidades de los usuarios.

Las soluciones conocidas por la técnica anterior no tratan el problema de la elección de los datos a transmitir sobre unos enlaces D2D.

La idea implementada en la presente invención usa, en concreto, una entidad centralizada en la infraestructura que posee al menos el conocimiento de las necesidades de intercambio de datos entre los terminales y su localización en la red para pilotar los intercambios de mensajes entre los terminales.

En la continuación de la descripción, la expresión "en alcance de radio" bien conocida por el experto en la materia se usará para designar dos terminales lo suficientemente cercanos como para intercambiarse unos datos, siendo la distancia, en concreto, función del protocolo de comunicación usado.

Asimismo, la noción de gráfico es bien conocida por el experto en la materia y no se detallará. La descripción recurre a un gráfico de intereses (G_i , dirigido) y a un gráfico de proximidad (G_p , no dirigido). En el gráfico de intereses, un enlace dirigido marcado c_k que parte del terminal móvil i hacia el terminal móvil j indica que i posee el contenido c_k y que este contenido debería enviarse al nodo j . De este modo, hay tantos enlaces al nivel del gráfico entre dos terminales móviles como número de contenidos a intercambiar entre estos dos terminales móviles. Hay al menos un gráfico de intereses por aplicación, mientras que el gráfico de proximidad puede ser único.

Sumario de la invención

La descripción usa indiferentemente la palabra nodo, la palabra terminal para designar un mismo objeto, un terminal que puede ser un terminal de usuario.

La invención se refiere a un procedimiento de intercambio de datos en una red de comunicación D2D, terminal a terminal, que comprende al menos un servidor de contenidos, un controlador central que comprende un módulo de señalización y varios terminales de usuarios móviles i, j , caracterizado porque incluye al menos las siguientes etapas:

Al nivel del controlador central:

- Determinar un gráfico de intereses G_i a partir de una lista de usuarios y de sus contenidos transmitidos por el servidor de contenidos,
- Calcular una frecuencia $f(i,j)$ de subida de las posiciones de los terminales definida en función de al menos la movilidad de los terminales,
- Establecer un enlace de comunicación entre al menos dos terminales i, j , ejecutando las siguientes etapas:
 - Para cada terminal $j \in M(i)$, donde $M(i)$ es el conjunto de los terminales j diferentes del terminal i que tienen al menos un contenido a intercambiar con el terminal i , calcular la distancia estimada $d^{est}(i,j)$ entre el terminal i y el terminal j usando el valor de la última posición $\vec{p}_{ultima}(i)$ del terminal i y el valor de la última posición $\vec{p}_{ultima}(j)$ del terminal j conocidos por el controlador central,
 - Para cada terminal $j \in M(i)$, predecir la distancia $d^{pred}(i,j)$ entre el terminal i y el terminal j usando $d^{est}(i,j)$, la velocidad relativa entre el terminal i y el terminal j y la frecuencia de subida de las posiciones $f(i,j)$,
 - Para cada terminal $j \in M(i)$ definir en el gráfico de intereses un parámetro $g(i,j)$ que se pone al valor 1 cuando la distancia estimada $d^{est}(i,j)$ o la distancia predicha $d^{pred}(i,j)$ son inferiores a una distancia umbral $d^{umbral1}$ y a cero, en el caso contrario,
 - Cuando $g(i,j) = 1$, el controlador central envía una instrucción al terminal i que dispone del contenido a transmitir al terminal j , para establecer una comunicación D2D entre un terminal i y un terminal j y para transmitir el contenido requerido,

Al nivel del terminal

- El terminal j emite un acuse de recepción ACU del contenido hacia el controlador central, dicho controlador central emite una instrucción de actualización de la base de los contenidos hacia el servidor de contenidos.

La frecuencia de actualización $f(i,j)$ de la posición de los terminales se determina, por ejemplo, en función del gradiente de la distancia $d^{est}(i,j)$.

Según otro modo de realización, frecuencia de actualización $f(i,j)$ de la posición de un terminal se determina definiendo varias zonas entre un primer terminal i y un terminal j :

- Una Zona Z_1 , en la que los terminales se comunican y en la que la frecuencia de actualización es una frecuencia máxima definida en función de la aplicación $f_{máx}$,
- Una Zona Z_4 en la que los terminales tienen una posibilidad escasa de comunicarse para la que la frecuencia de actualización es una frecuencia mínima $f_{mín}$,
- Una o varias zonas intermedias en la que o las que la frecuencia de actualización está comprendida entre $f_{mín}$ y $f_{máx}$.

En el instante en que el terminal i sube su posición corriente, el controlador central calcula la distancia estimada en este instante entre los terminales i y j y una próxima distancia predicha en función de la frecuencia actual y de la velocidad relativa entre los terminales:

$$d^{pred}(i,j) = d^{est}(i,j) - \frac{\vec{v}(i,j)}{f(i,j)}.$$

donde $f(i,j) \in \{f_{mín}, f_{med}, f_{máx}\}$. y transmitiendo una instrucción a i y a j de adaptar la frecuencia SI $f^{pred}(i,j) \neq f(i,j)$.

Según una variante de realización, un nivel de prioridad se asocia a un contenido y el controlador central a la recepción de varios contenidos tiene en cuenta este nivel de prioridad para elegir una interfaz de comunicación a activar.

El procedimiento se puede implementar en un sistema que usa una de las siguientes tecnologías de comunicación: Bluetooth, Wi-Fi-directo, Wi-Fi *ad hoc*, LTE ProSe, BLE, LTE D2D.

Cuando el protocolo usado es el protocolo Bluetooth, el procedimiento determina el tamaño de las zonas de la siguiente manera:

$$d^{umbral2} = \frac{\vec{v}(i,j)}{f_{máx}} + d^{umbral1}; \quad d^{umbral3} = \frac{\vec{v}(i,j)}{f_{med}} + d^{umbral2}$$

$f_{med} = f_{m\acute{a}x}/2$, $\vec{v}(i,j)$ la velocidad relativa de los dos terminales.

La invención también se refiere a un sistema para gestionar unos intercambios de datos en una red de comunicación que comprende un módulo de comunicación D2D (205) que incluye un servidor de contenidos, un controlador central y varios terminales i, j , caracterizado porque incluye al menos los siguientes elementos:

- 5 Un controlador central adaptado para ejecutar las etapas del procedimiento según la invención y que incluye al menos:
- un módulo de gestión de contenido,
 - un módulo SLA que contiene una información de servicio requerida para un contenido en función de los usuarios, un módulo (203) para la construcción de un gráfico de intereses, G_I , un módulo (204) para la
 - 10 construcción de un gráfico de proximidad G_P ,
 - un módulo de señalización,

Un servidor de contenidos que incluye al menos:

- un módulo SLA que contiene una información de servicio requerida por cada uno de los terminales de usuarios,
- una memoria que contiene los contenidos disponibles para los terminales,

- 15 Un terminal móvil comprende al menos:

- un módulo que contiene la información de posición,
- un administrador de las interfaces de comunicación adaptado para recibir una señal de activación por parte del controlador central para la comunicación entre al menos dos terminales,
- un módulo de gestión de la comunicación D2D,
- 20 • una memoria de almacenamiento de los contenidos solicitados por un terminal,
- un módulo de recepción y ejecución de las instrucciones transmitidas por el controlador central,
- un módulo de comunicación.

El sistema incluye, por ejemplo, uno o varios módulos de comunicación elegidos de entre la siguiente lista: un módulo de comunicación celular, un módulo de comunicación Bluetooth, un módulo de comunicación Wi-Fi, un módulo de comunicación inalámbrica un módulo de comunicación LTE, un módulo de comunicación BLE, un módulo de comunicación LTE D2D.

Breve descripción de las figuras

Otras características y ventajas de la presente invención se pondrán de manifiesto mejor a la lectura de la descripción de ejemplos de realización adjunta de las figuras que representan:

- 30 • Figura 1, un ejemplo de arquitectura general del sistema,
- Figura 2, un detalle de los módulos que permiten la implementación del procedimiento según la invención por los terminales y el controlador central,
- Figura 3A, una ilustración de las etapas del procedimiento y figura 3B unas zonas denominadas de control y
- Figura 4, una ilustración de las etapas del procedimiento según la invención.

Descripción detallada de uno o de varios modos de realización

El sistema según la invención sirve, en concreto, como intermediario entre un servidor de contenidos y varios terminales móviles que desean intercambiarse unos datos relativos a este servicio.

La figura 1 ilustra un ejemplo de sistema 1 según la invención que incluye un servidor de contenidos 2, varios terminales móviles M_i que desean intercambiarse unos datos relativos a un servicio y un controlador central 3 que tiene, en concreto, como función descargar a los terminales de la parte de control de la comunicación en funcionamiento normal. En este controlador central se catalogan las posiciones de los terminales, así como los datos a intercambiar. Los terminales se intercambian unos datos Do usando una señalización eficaz, ya que está adaptada a las necesidades de intercambio entre los dos terminales. La señalización permite, adaptando la frecuencia de subida de posición (frecuencia de actualización de la información), asegurar un mecanismo de descubrimiento o "beaconing" ("balizamiento") más eficaz. Por lo demás, estos terminales ya no proceden de forma continua a la fase de descubrimiento de los terminales vecinos, que preserva, de este modo, su batería. El terminal móvil usará su tiempo de contacto, principalmente, para un intercambio de datos útiles.

El servidor de contenidos 2 transmite unos metadatos y la lista de los contenidos que se supone que cada terminal recibe 101 hacia el controlador central 3 que crea y mantiene el gráfico de intereses G_I y el gráfico de proximidad G_P . El controlador central 3 envía unas instrucciones 102 hacia los terminales móviles M_i y recibe la posición y una información relativa a la transferencia del contenido 103 por parte de los terminales móviles, según unas etapas detalladas a continuación. El controlador central 3 envía unas actualizaciones regulares al servidor de contenidos que se refieren a los nodos que han recibido los contenidos solicitados 104. En caso de necesidad, puede usarse un canal de respaldo 105 entre el servidor de contenidos y los terminales móviles.

El controlador central tiene una vista global de la red. En concreto, presenta las siguientes funcionalidades:

- 5 • El controlador central sabe en cualquier momento cuáles son las posiciones geográficas de los diferentes terminales móviles, de qué tecnologías de comunicación directa disponen y qué datos tienen como contenido a intercambiar con uno u otros varios terminales. Igualmente, puede tener una información suplementaria, tal como el nivel de la batería, la cantidad de datos celulares consumidos (o que quedan por consumir) por un terminal, etc.;
- En función de las posiciones de los terminales móviles, de las tecnologías de comunicaciones directas de las que disponen y de los datos que tienen y que esperan (y eventualmente en función de otra información, tal como el nivel de batería), el servidor central es capaz de calcular, para un instante t , los terminales que deben comunicarse con qué otros terminales y qué datos deben intercambiar;
- 10 • El controlador central envía unas instrucciones de activación y de desactivación de las interfaces de comunicaciones directas solamente cuando es posible un intercambio, que evita, de este modo, que los terminales activen inútilmente la interfaz de comunicación directa;
- El controlador central envía las instrucciones de intercambio a los terminales. Estas instrucciones contienen, por ejemplo, el identificador del terminal de origen ID_s , el identificador del terminal de destino ID_d y los datos
- 15 (contenidos) que se deben intercambiar;
- Cuando los terminales reciben un contenido nuevo, informan al controlador central de ello, que actualiza su base de datos que indica los pares (terminal, contenido de los datos de los que dispone el terminal).

La figura 2 representa de manera detallada un ejemplo de módulos que equipan los terminales móviles, así como el controlador central según la invención.

- 20 El controlador central 20 incluye un módulo de gestión de contenidos 201, un módulo SLA, 202, que contenga la calidad de servicio requerida para un contenido en función de los usuarios, un módulo 203, para la construcción de gráficos de intereses, G_i , un módulo 204 para la construcción de proximidad G_P , los gráficos se construyen a partir de la información transmitida por los terminales de usuarios, un módulo 205 de "cálculo de las comunicaciones D2D" que va a recibir la información sobre el gráfico de intereses y el gráfico de proximidad, calcular los intercambios de
- 25 contenidos que deben efectuarse y transmitir las instrucciones al módulo de señalización 206. El módulo de señalización genera los mensajes de instrucción, en concreto, la activación/desactivación de las interfaces de los terminales de usuarios, así como las instrucciones de intercambio de contenido.

- Un terminal 21 incluye una capa de aplicación 211, una interfaz de programación de aplicación o API 212, un módulo de gestión de la comunicación D2D, 213. Este módulo de gestión 213 incluye una memoria de almacenamiento de los
- 30 contenidos solicitados 214 por un terminal, un "módulo" 215 que comprende la información relativa al terminal, información GPS, nivel de la batería, etc., un módulo de recepción y ejecución 216 de las instrucciones transmitidas por el controlador central, un módulo de enrutamiento 217, un administrador de las interfaces 218, diferentes modos de comunicación: celular, 219, Bluetooth, 220, Wi-Fi 221. También es posible usar cualquier otro módulo de comunicación inalámbrica.

- 35 El módulo de recepción y de ejecución 216 de las instrucciones va, en concreto, a activar y desactivar las interfaces de comunicación de los terminales móviles.

Un servidor de contenidos 22 comprende un módulo SLA 223 que contiene la información de suscripción de cada uno de los usuarios, información que transmite al controlador central y una memoria 222 que contiene los contenidos disponibles para los terminales.

- 40 Los intercambios de información y de instrucción entre el controlador central, los terminales y un servidor de contenidos se hacen por medio de tecnologías de comunicación conocidas por el experto en la materia y que no se detallarán, ya que no son el objeto de la invención.

- La figura 3A ilustra una sucesión de etapas implementadas por el controlador central. El procedimiento implementado por la invención consiste, en concreto, en acercar las dimensiones de "datos" y de "proximidad geográfica", es decir, que dos terminales móviles en la proximidad no establecen una conexión más que si tienen unos datos a intercambiar. Esta decisión tomada conjuntamente por el módulo de cálculo de las interacciones D2D 205 y el módulo de
- 45 señalización 206 se articula en dos tomas de decisiones relacionadas:

- Una instrucción que tiene como propósito indicar a un terminal móvil que ponga en funcionamiento el mecanismo de descubrimiento D2D conocido por el término anglosajón beaconing (balizamiento), de establecimiento de canal D2D y de intercambio de contenidos,
- 50 • Una instrucción que indica a cada terminal a qué frecuencia subir sus posiciones hacia el controlador central.

- El gráfico de intereses G_i es dirigido, ya que puede ser que un terminal i tenga alguna cosa que enviar al terminal j , pero no lo contrario. Un enlace dirigido marcado c_k que parte de un terminal móvil i hacia un terminal móvil j indica que i posee el contenido c_k y que este contenido debería enviarse al terminal j . De este modo, hay tantos enlaces entre dos terminales móviles como número de contenidos a intercambiar entre estos dos terminales móviles. El gráfico de proximidad G_P es, por contra, no dirigido y cada arco está etiquetado por el valor estimado de la distancia entre el terminal móvil i y el terminal móvil j . Hay al menos un gráfico de intereses por aplicación, mientras que el gráfico de
- 55

proximidad puede ser único.

Para que el módulo de cálculo de las interacciones 205 decida si dos terminales móviles i y j deben establecer una conexión, deben respetarse dos condiciones. En primer lugar, los terminales móviles deben tener al menos un contenido c_k a intercambiar. A continuación, los terminales móviles deben estar lo suficientemente cerca uno del otro como para que pueda establecerse una conexión (terminales en alcance de radio, por ejemplo).

La primera condición se verifica por el servidor de contenidos 22 que envía al controlador central 20 la lista de los terminales móviles suscritos y los contenidos que se les deben confiar. El módulo de construcción de "gráfico de interés" 203 crea y mantiene el gráfico de intereses G_i a partir de esta lista.

Con el fin de que el controlador central decida si dos terminales móviles están lo suficientemente cerca uno del otro (segunda condición, intercambio del contenido), debe disponer de la localización geográfica (posición) de estos terminales móviles; esto permite verificar que los terminales están, por ejemplo, en alcance de radio o lo suficientemente cercanos uno del otro como para establecer una comunicación. Tener la posición de los terminales móviles de forma continua puede resultar extremadamente costoso en términos de consumo energético. El procedimiento usa un algoritmo inteligente ejecutado por el controlador central para la subida de posiciones y de contenidos intercambiados entre terminales según una sucesión de etapas cuyo un ejemplo detallado se da a continuación.

Sea N la lista de todos los nodos autenticados ante el controlador central y $C(i,j)$ el conjunto de los enlaces en el gráfico de intereses que van de i hacia j (es decir, la lista de los contenidos que el nodo i posee y que el nodo j solicita). Anotar que $C(i,j) \neq C(j,i)$. Anotemos $M(i)$ el conjunto de todos los nodos $j \neq i$ para los que $[C(i,j) \cup C(j,i)] \neq \{\}$ (es decir, i y j tienen al menos un contenido a intercambiar). El conjunto $M(i)$ define, igualmente, los vecinos del nodo i en el gráfico de proximidad.

Para cada nodo $i \in N$, el controlador central 20 conserva las última y penúltima posiciones geográficas conocidas por i y transmitidas por el nodo i , anotadas respectivamente $\overrightarrow{p_{\text{última}}}(i)$ y $\overrightarrow{p_{\text{prev}}}(i)$, 301. Estas dos posiciones sirven para estimar la velocidad de desplazamiento de i , anotada $\vec{v}(i)$. Estos valores de posiciones corresponden a las últimas posiciones actualizadas a la frecuencia de subida de la información definida a continuación. A partir de la velocidad de desplazamiento $\vec{v}(i)$ y de la velocidad de desplazamiento del nodo j , $\vec{v}(j)$, el controlador central determina la velocidad relativa $\vec{v}(i,j)$ entre los dos nodos i y j .

Para cada nodo $j \in M(i)$, el controlador central calcula, 302, $d^{\text{est}}(i,j)$, la distancia estimada entre i y j que marca el enlace entre estos dos nodos en el gráfico de proximidad. Esta distancia se obtiene a partir del valor de la posición $\overrightarrow{p_{\text{última}}}(i)$ del nodo i y del valor de la posición $\overrightarrow{p_{\text{última}}}(j)$ del nodo j . La distancia estimada $d^{\text{est}}(i,j) = d^{\text{est}}(j,i)$. Si $j \notin M(i)$, no es necesario estimar la distancia entre i y j , ya que, de cualquier forma, no se establecerá ninguna conexión de radio entre estos dos nodos o la probabilidad de una conexión de radio tiende hacia cero. Esta economía de cálculo es potencialmente muy importante, principalmente, en los casos en que la densidad del gráfico de intereses es escasa.

En el instante en que el nodo i sube su posición corriente $\overrightarrow{p_{\text{última}}}(i)$, el controlador central no solamente calcula la distancia estimada en este instante entre los nodos i y j , sino que predice, igualmente, la próxima distancia que los separa en función de la frecuencia de subida de posiciones y de la velocidad relativa entre los nodos:

$$d^{\text{pred}}(i,j) = d^{\text{est}}(i,j) - \frac{\vec{v}(i,j)}{f(i,j)},$$

donde $f(i,j)$ es la frecuencia a la que se supone que los nodos suben sus posiciones geográficas. Esta frecuencia de actualización o de subida de la información de posición depende, en concreto, de la movilidad de los nodos y de la distancia que separa los nodos; su cálculo se describirá más tarde en el documento.

Para cada nodo $j \in M(i)$, el controlador central va a definir en el gráfico de intereses un parámetro $g(i,j)$, que vale 1 si el descubrimiento entre i y j se activa, 304 y que vale 0 si no, con $g(i,j) = g(j,i)$. El descubrimiento entre i y j se activa cuando $d^{\text{est}}(i,j) < d^{\text{umbral1}}$, 303. d^{umbral1} es la distancia por debajo de la que se estima que los nodos están lo suficientemente cercanos como para poder establecer una comunicación del tipo dispositivo a dispositivo (D2D).

El controlador central ejecuta dos procesos en paralelo. El primero se encarga de determinar el momento exacto en el que los nodos deben intentar comunicarse. El segundo corresponde a las actualizaciones de la frecuencia a la que un nodo debe hacer subir su posición.

De una forma sucinta (detallada a continuación), cuando $g(i,j) = 1$, el controlador central envía una instrucción INICIO, 305, a los nodos i y j precisando que, desde el momento del establecimiento del enlace D2D, se supone que i envía a j los contenidos especificados por $C(i,j)$ en el gráfico de intereses, 306. El caso de transmisión del contenido del nodo j hacia el nodo i se trataría de forma análoga.

Son posibles diferentes estrategias para elegir los contenidos prioritarios en función de información complementaria sobre la duración de conexión posible, el tamaño de los contenidos y su popularidad, por ejemplo.

En cada subida de una nueva posición por cada uno de los nodos $i \in N$, el controlador central sigue el proceso descrito en el siguiente algoritmo:

ALGORITMO

El controlador central recibe la última posición conocida del nodo i , $p_{\text{última}}(i)$,
301, esta posición se actualiza a la frecuencia de subida elegida,

ARRANQUE

PARA $j \in M(i)$

Calcular $d^{\text{est}}(i, j)$, 302

Calcular $v(i, j)$

Calcular $d^{\text{pred}}(i, j)$

SI $((d^{\text{est}}(i, j) < d_{\text{umbral1}}) \text{ o } (d^{\text{pred}}(i, j) < d_{\text{umbral1}}))$,

303, **ENTONCES**

$g(i, j) = 1$, 304,

INICIO($i, j, C(i, j), C(j, i)$) /* Señalización, luego transferir
15 contenidos */ 305, 306

SI NO

SI $g(i, j) = 1$, **ENTONCES**

$g(i, j) = 0$

DETENCIÓN(i, j) /* Parar el intento de comunicarse */ 309

FIN_SI

FIN_SI

FIN_PARA

FIN

25 Cuando el controlador central observa la transición de $g(i, j)$ a 1, envía a los nodos i y j un mensaje que contiene la instrucción de entablar una fase de descubrimiento (*beaconing*, *balizamiento*) para que i y j se descubran. Llegado el caso, i y j establecen un enlace D2D, según un proceso conocido por el experto en la materia.

El controlador central envía a los nodos i y j una lista de los contenidos a intercambiar (que pueden ser un subconjunto de las listas $\bar{C}(i, j)$ y $\bar{C}(j, i)$). Teniendo estas listas por adelantado, los dos nodos pueden intercambiar unos contenidos inmediatamente sin ninguna pérdida de tiempo y de capacidad, 306. El nodo que ha recibido el contenido transmite al controlador central un acuse de recepción, ACU, 307. El controlador central solicita al servidor de contenidos que actualice sus datos, (terminal, contenido poseído por un terminal), 308.

35 La función INICIO, 305, consiste en enviar a los nodos i y j la instrucción de comenzar el "*beaconing*" ("*balizamiento*"), establecer un canal de comunicación D2D, si se reúnen las condiciones de establecimiento de la comunicación y de intercambiar los contenidos especificados en el mensaje de instrucción. La función DETENCIÓN, 309, indica que los dos nodos deben parar de intentar comunicarse, ya que, ya sea se han alejado demasiado, ya sea porque ya no tienen nada que intercambiar.

Siendo los nodos potencialmente móviles y las listas de contenidos a intercambiar variables en el tiempo, el controlador central va a ejecutar un método de refresco de los datos, en particular, de las posiciones de cada uno de los nodos, a una frecuencia adaptada para las necesidades del sistema:

- 40 • la lista $C(i, j)$ se actualiza por los reconocimientos devueltos por j hacia el controlador central (para los contenidos recibidos) y por el servidor de contenidos (se pueden solicitar unos nuevos contenidos, por ejemplo). Si j recibe un contenido especificado en $C(i, j)$ de un nodo $k \neq i$, esto conlleva una actualización de $C(i, j)$, 308,
- La posición $\vec{p}_{\text{última}}(i)$ se actualiza regularmente a una frecuencia $f(i, j)$, 310, detallándose la manera de determinar la frecuencia a continuación,
- 45 • La distancia estimada $d^{\text{est}}(i, j)$ se actualiza cada vez que la posición de uno de los dos terminales $\vec{p}_{\text{última}}(i)$ y/o $\vec{p}_{\text{última}}(j)$ se actualiza, sucede lo mismo para la distancia predicha $d^{\text{pred}}(i, j)$,

- La velocidad $\vec{v}(i,j)$ también se actualiza cada vez que $\overrightarrow{p_{\text{última}}}(i)$ y/o $\overrightarrow{p_{\text{última}}}(j)$ se actualizan.

La figura 3B ilustra el enfoque adoptado por el procedimiento según la invención para determinar un valor de frecuencia $f(i,j) \in \{f_{\min}, f_{\text{med}}, f_{\max}\}$ de subida de posiciones geográficas en función, en concreto, de la movilidad de los nodos y de la distancia que separa los nodos que tienen unos contenidos a intercambiar. El principio es el siguiente: cuando i y j están lo suficientemente alejados, no vale la pena tener una frecuencia de subida de la información de posición demasiado elevada. Al contrario, la frecuencia de actualización de la información de localización transmitida al controlador central debe aumentar cuando los nodos se acercan, ya que la probabilidad de que los nodos se descubran aumenta, igualmente. El problema es que los nodos i y j no conocen la distancia que los separa (solo el controlador central la conoce) y cada vez que cambia la frecuencia de subida de las posiciones, el controlador central debe enviar un mensaje al nodo en cuestión para que adapte el valor de la frecuencia. Una tasa importante de cambio de frecuencia implicaría una sobrecarga de señalización demasiado elevada. Esto no es aceptable.

La idea implementada por el procedimiento consiste en controlar este proceso por mediación de una compartición del espacio en "zonas de control" centradas alrededor de cada terminal, pudiendo un terminal tener varios vecinos al mismo tiempo. Para explicar el funcionamiento del enfoque, se usa el esquema de la figura 3B que muestra tres valores umbral d^{umbral1} d^{umbral2} d^{umbral3} que definen tres zonas:

- Zona 1, Z_1 , zona de contacto, en el interior del radio d^{umbral1} . Se trata de la zona en la que se supone que se comunican los nodos, ya que está definida por el radio máximo de comunicación esperado para la tecnología usada. Esta zona exige una frecuencia elevada $f_{\max}$ para la subida de las posiciones, ya que los nodos tienen una fuerte posibilidad de estar en alcance de radio y, de este modo, de poder intercambiar unos contenidos;
- Zona 2, Z_2 , zona de acercamiento, entre los radios d^{umbral1} y d^{umbral2} . Esta zona sirve para superar las variaciones no previstas de la velocidad relativa entre los nodos. La frecuencia máxima se usa, igualmente, en esta zona, ya que los nodos todavía se encuentran lo suficientemente cercanos como para tener una posibilidad de descubrirse;
- Zona 3, Z_3 , zona de atención, entre los radios d^{umbral2} y d^{umbral3} . Se trata de una zona intermedia en la que los nodos suben sus posiciones a una tasa media. Esta zona está definida para permitir una variación de frecuencia de actualización de las posiciones progresiva. También sirve para superar las incertidumbres en los desplazamientos de los terminales móviles;
- Zona 4, Z_4 , (zona alejada, más allá del radio d^{umbral3}). En esta zona, hay poca posibilidad de que los nodos se encuentren en un futuro próximo, esto es, puedan acercarse para intercambiar unos contenidos. La frecuencia para la subida de las posiciones en esta zona puede ser arbitrariamente escasa.

El ejemplo de estructuración del eje que conecta los nodos i y j en cuatro zonas descritas más arriba e ilustradas en la figura 3B no es más que un ejemplo. Sin salirse del marco de la invención, es posible definir más de cuatro zonas, como se ilustra en la figura y el proceso descrito anteriormente funcionaría de forma análoga.

En el instante en que el nodo i sube su posición corriente $\overrightarrow{p_{\text{última}}}(i)$, el controlador central no solamente calcula las distancias $d^{\text{est}}(i,j)$ y $d^{\text{pred}}(i,j)$, sino que predice, igualmente, $f^{\text{pred}}(i,j)$, que indica la frecuencia correspondiente a la zona cuando los nodos se encuentran a una distancia $d^{\text{pred}}(i,j)$. Se impone la siguiente prueba:

SI $f^{\text{pred}}(i,j) \neq f(i,j)$, **ENTONCES**

$$f(i,j) = f^{\text{pred}}(i,j)$$

Enviar instrucción a i y a j de adaptación de frecuencia

FIN_SI

Cuando un nodo i busca comunicarse con otros varios nodos en la red, se optará por la frecuencia de subida de la información de posición más elevada de entre todas las calculadas.

El tamaño de las zonas dependerá, en concreto, de la tecnología de comunicación usada. El valor de d^{umbral1} depende de la tecnología. Por ejemplo, una decena de metros para Bluetooth, una cuarentena de metros para IEEE 802.11ac, donde incluso hasta un medio kilómetro para el LTE Directo. Para calcular el tamaño de las otras zonas, consideramos que, durante la travesía de la zona en cuestión, el nodo debería poder enviar al menos dos veces su posición. De este modo:

$$d^{\text{umbral2}} = \frac{\vec{v}(i,j)}{f_{\max}} + d^{\text{umbral1}}; \quad d^{\text{umbral3}} = \frac{\vec{v}(i,j)}{f_{\text{med}}} + d^{\text{umbral2}}$$

Valores de las frecuencias $\{f_{\min}, f_{\text{med}}, f_{\max}\}$:

La eficacia del sistema está directamente relacionada con la frecuencia a la que los nodos suben sus posiciones. Los valores de $\{f_{\min}, f_{\text{med}}, f_{\max}\}$ se pueden determinar como sigue:

- $f_{\min}$: es la frecuencia mínima que sirve sustancialmente para señalar la presencia del nodo en la red.

- $f_{\text{máx}}$: depende a la vez de la tecnología de la capa de conexión, de la velocidad relativa entre los nodos y del objetivo de detección. A título de ilustración, supongamos:
 - Tecnología Bluetooth: alcance de una decena de metros.
 - Nodos peatones: velocidad de desplazamiento del orden del metro por segundo.
 - Objetivo de detección: por ejemplo, el nodo debe detectarse al menos el 80 % del tiempo de presencia. Esto quiere decir que la primera subida de posición no debe hacerse después del 20 % del tiempo total en que los nodos estarán en contacto.

De este modo, dos nodos peatones que se cruzan a la velocidad relativa de 2 m/s (cada uno a 1 m/s) no se encuentran a alcance de comunicación más que durante 10 s (2x radio de comunicación / velocidad relativa). Para respetar el objetivo del 80 %, hace falta que la frecuencia no sea inferior a $f_{\text{máx}} = 1/2$ s.

- f_{med} : Esta frecuencia se puede obtener de varias formas, por ejemplo, es posible elegir $f_{\text{med}} = f_{\text{máx}}/2$.

La elección de los valores de frecuencia mínima, máxima e intermedia, para la subida de la información de posición, resultará de un compromiso entre la precisión deseada para las posiciones de los terminales, de la tecnología de comunicación usada, del contexto de la aplicación.

Cuando coexisten varias aplicaciones y contenidos y, durante un contacto, varios contenidos respetan las tres condiciones, el controlador central va a establecer un sistema de prioridades entre los contenidos. En este contexto, se pueden considerar varias soluciones. A título de ilustración, una solución posible consiste en dar una mayor probabilidad de elección a los contenidos más voluminosos. Un contenido de datos posee una información de prioridad en un campo de datos dedicado. Por lo tanto, el controlador central va a verificar la prioridad de cada uno de los contenidos a intercambiar e indicar al terminal móvil, al mismo tiempo que la señal de activación de su interfaz de comunicación, el contenido prioritario a transmitir primero. En el caso de varios contenidos, es posible considerar que el controlador central transmita una lista de contenidos con un orden de transmisión.

La figura 4 ilustra de otra forma un ejemplo de etapas implementadas por el procedimiento según la invención.

E1 - Etapa opcional 1 - Cada terminal de usuario se registra de manera previa para el servicio de distribución de contenido ante el servidor de contenidos. Esta etapa no necesita un terminal móvil. Los terminales se autentican en calidad de terminales ante el servidor de contenidos usando un par, por ejemplo, que contiene un nombre de usuario y una contraseña usados durante el registro. El servidor de contenidos devuelve al usuario un identificador (por ejemplo, un token) cuya validez es temporal, según unos principios conocidos por el experto en la materia;

E2 - Etapa 2 - cada terminal abre una sesión ante el controlador central y envía una información que contiene su localización actual, por ejemplo, su posición GPS, la topología de la red, eventualmente la vecindad (presencia de nodos en su vecindad en el sentido, por ejemplo, de la vecindad de radio conocida por el experto en la materia), etc. Esto se puede realizar gracias a un token comunicado en la etapa previa o bien a partir de información memorizada;

E3 - Etapa 3 - El servidor de contenido comunica al controlador central la lista de los terminales, así como la lista de los contenidos que debe recibir cada uno de los terminales. Cada contenido se comunica con un cierto número de información (identificador del contenido, plazo máximo de recepción, tiempo máximo de recepción, tamaño del contenido);

E4 - Etapa 4

E4A - el controlador central calcula un gráfico de proximidad G_p y un gráfico de intereses G_i . El controlador central sabe en cualquier momento qué nodos están en la vecindad de qué otros nodos y qué contenidos están a disposición de qué nodos.

E4B - El controlador central calcula periódicamente la frecuencia a la que los terminales deben subir sus posiciones e informa a los terminales de cuándo debe actualizarse esta frecuencia;

E4C - Si el contenido c_k debe distribuirse a los tres terminales móviles representados en la figura de más arriba, entonces, el controlador central elige, según un algoritmo descrito anteriormente, uno de los tres terminales móviles (en este ejemplo, elige el terminal UE3) y le envía la instrucción de descargar el contenido directamente desde el servidor de contenidos usando su conexión celular;

E5 - Etapa 5 - El terminal UE3 descarga el contenido desde el servidor de contenidos;

E6 - Etapa 6 - El terminal UE3 informa al controlador central de que, en este momento, dispone del contenido c_k ;

E7 - Etapa 7 - el controlador central envía a los tres terminales la instrucción de activar su interfaz de comunicaciones directas y de enviar el contenido c_k a los terminales UE1 y UE2;

E8 - Etapa 8 - el controlador central envía la instrucción al terminal UE3 de enviar el contenido c_k a los terminales UE1 y UE2;

E9 - Etapa 9 - el terminal UE3 envía el contenido c_k a los terminales UE1 y UE2 que lo almacena de manera local;

E10 - Etapa 10 - los terminales UE1 y UE2 informan al controlador central de que, en este momento, disponen del contenido c_k ;

E11 - Etapa 11 - los terminales móviles suben, cuando esto es necesario, su información de localización, con el fin de permitir que el controlador central disponga de un gráfico de proximidad actualizado.

Campo de aplicación

La invención se puede poner en marcha en cualquier sistema de comunicaciones que implemente una o varias de las siguientes tecnologías de comunicación:

- Bluetooth: permite unas comunicaciones entre terminales que se encuentran en un radio de una decena de metros, necesita un emparejamiento previo y disponible sobre la mayor parte de los terminales,
- 5 • Wi-Fi-directo: permite unas comunicaciones entre terminales que se encuentran en un radio de una cincuentena a un centenar de metros, necesita un emparejamiento previo, disponible sobre la mayor parte de los terminales,
- Wi-Fi *ad hoc*: permite unas comunicaciones entre terminales que se encuentran en un radio de una cincuentena a un centenar de metros, no necesita ningún emparejamiento previo y no tiene limitaciones,
- 10 • LTE ProSe: Esta funcionalidad está disponible en el estándar LTE y permite la puesta en relación directa entre terminales LTE en las bandas LTE.

Ventajas

- El procedimiento y el sistema según la invención proponen una solución que descarga a los terminales de la parte de control y de la comunicación y dedica el tiempo de encuentro entre los terminales al intercambio del contenido de datos efectivo. La solución propuesta se beneficia de las múltiples interfaces de radio de los dispositivos para aumentar la
- 15 eficacia de las comunicaciones y garantizar la calidad de los intercambios de datos entre terminales.

La invención ofrece las siguientes ventajas:

- Gestión eficaz de las transmisiones de contenido sobre los enlaces de comunicación D2D (gracias a un conocimiento global de la situación).
- Toma de decisión centralizada que permite un arbitraje entre diferentes prioridades y actualización en tiempo real
- 20 • Integración fácil en la cadena de valor (entre terminales y los servidores de contenidos).

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento de intercambio de datos en una red de comunicación D2D, terminal a terminal, que comprende al menos un servidor de contenidos (22), un controlador central (20) que comprende un módulo de señalización (206) y varios terminales de usuarios móviles i, j , tal que incluye al menos las siguientes etapas:

5 Al nivel del controlador central (20):

- Determinar un gráfico de intereses dirigido G_i , a partir de una lista de usuarios y de sus contenidos transmitidos por el servidor de contenidos,
- Calcular una frecuencia $f(i,j)$ de subida de las posiciones de los terminales definida en función al menos de la movilidad de los terminales,
- Establecer un enlace de comunicación entre al menos dos terminales i, j , ejecutando las siguientes etapas:

- Para cada terminal $j \in M(i)$, donde $M(i)$ es el conjunto de los terminales j diferentes del terminal i que tienen al menos un contenido a intercambiar con el terminal i , calcular la distancia estimada $d^{\text{est}}(i,j)$ entre el terminal i y el terminal j usando el valor de la última posición $\vec{p}_{\text{última}}(i)$ del terminal i y el valor de la última posición $\vec{p}_{\text{última}}(j)$ del terminal j conocidos por el controlador central,
- Para cada terminal $j \in M(i)$, predecir la distancia $d^{\text{pred}}(i,j)$ entre el terminal i y el terminal j usando $d^{\text{est}}(i,j)$, la velocidad relativa entre el terminal i y el terminal j y la frecuencia de subida de las posiciones $f(i,j)$,
- Para cada terminal $j \in M(i)$ definir en el gráfico de intereses un parámetro $g(i,j)$ que se pone a 1 cuando la distancia estimada $d^{\text{est}}(i,j)$ o la distancia predicha $d^{\text{pred}}(i,j)$ son inferiores a una distancia umbral d^{umbral_1} y a cero, en el caso contrario,
- Cuando $g(i,j) = 1$, el controlador central envía una instrucción al terminal i que dispone del contenido a transmitir al terminal j , para establecer una comunicación D2D entre un terminal i y un terminal j y para transmitir el contenido requerido,

Al nivel del terminal

25 El terminal j emite un acuse de recepción ACU del contenido hacia el controlador central (20), dicho controlador central emite una instrucción de actualización de la base de los contenidos hacia el servidor de contenidos (22).

2. Procedimiento según la reivindicación 1, **caracterizado porque** la frecuencia de actualización $f(i,j)$ de la posición de los terminales se determina en función del gradiente de la distancia $d^{\text{est}}(i,j)$.

3. Procedimiento según la reivindicación 2, **caracterizado porque** la frecuencia de actualización $f(i,j)$ de la posición de un terminal se determina definiendo varias zonas entre un primer terminal i y un terminal j :

- Una Zona Z_1 , en la que los terminales se comunican y en la que la frecuencia de actualización es una frecuencia máxima definida en función de la aplicación $f_{\text{máx}}$,
- Una Zona Z_4 en la que los terminales tienen una posibilidad escasa de comunicarse para la que la frecuencia de actualización es una frecuencia mínima $f_{\text{mín}}$,
- Una o varias zonas intermedias en la que o las que la frecuencia de actualización está comprendida entre $f_{\text{mín}}$ y $f_{\text{máx}}$.

4. Procedimiento según la reivindicación 3, **caracterizado porque** en el instante en que el nodo i sube su posición corriente, el controlador central calcula la distancia estimada en este instante entre los nodos i y j y una próxima distancia predicha en función de la frecuencia actual y de la velocidad relativa entre los nodos:

$$d^{\text{pred}}(i,j) = d^{\text{est}}(i,j) - \frac{\vec{v}(i,j)}{f(i,j)}.$$

40 donde $f(i,j) \in \{f_{\text{mín}}, f_{\text{med}}, f_{\text{máx}}\}$. y transmitiendo una instrucción a i y a j de adaptar la frecuencia SI $f^{\text{pred}}(i,j) \neq f(i,j)$.

5. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** se asocia un nivel de prioridad a un contenido y el controlador central a la recepción de varios contenidos tiene en cuenta este nivel de prioridad para elegir una interfaz de comunicación a activar.

45 6. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 5, **caracterizado porque** usa una de las siguientes tecnologías de comunicación: Bluetooth, Wi-Fi-directo, Wi-Fi *ad hoc*, LTE ProSe.

7. Procedimiento según la reivindicación 3, **caracterizado porque** se usa el protocolo Bluetooth y se determina el tamaño de las zonas de la siguiente manera:

$$d^{\text{umbral}_2} = \frac{\vec{v}(i,j)}{f_{\text{máx}}} + d^{\text{umbral}_1}; \quad d^{\text{umbral}_3} = \frac{\vec{v}(i,j)}{f_{\text{med}}} + d^{\text{umbral}_2}$$

$f_{\text{med}} = f_{\text{máx}}/2$, $\vec{v}(i,j)$ la velocidad relativa de los dos terminales.

8. Sistema de gestión de intercambios de datos en una red de comunicación que comprende un módulo de comunicación D2D (205) que incluye un servidor de contenidos, un controlador central (20) y varios terminales i, j , tal que incluye al menos los siguientes elementos:

5 Un controlador central (20) adaptado para ejecutar las etapas del procedimiento según la reivindicación 1 y que incluye al menos:

- un módulo de gestión de contenido (201),
- un módulo SLA, (202), que contiene la información de servicio requerida para un contenido en función de los usuarios,
- 10 • un módulo (203) para la construcción de un gráfico de intereses (203), G_i y un módulo (204) para la construcción de un gráfico de proximidad G_P , (204),
- un módulo de señalización (206),

Un servidor de contenidos que incluye al menos:

- un módulo SLA (223) que contiene la información de servicios requerida por cada uno de los terminales de usuarios,
- 15 • una memoria (222) que contiene los contenidos disponibles para los terminales,

Un terminal móvil que comprende al menos:

- un módulo (215) que contiene la información de posición,
- un administrador de las interfaces de comunicación (218) adaptado para recibir una señal de activación por parte del controlador central para la comunicación entre al menos dos terminales,
- 20 • un módulo de gestión de la comunicación D2D, (213)
- una memoria de almacenamiento de los contenidos solicitados (214) por un terminal,
- un módulo de recepción y ejecución (216) de las instrucciones transmitidas por el controlador central,
- un módulo de comunicación (219, 220, 221).

25 9. Sistema según la reivindicación 8, **caracterizado porque** incluye uno o varios módulos de comunicación elegidos de entre la siguiente lista: un módulo de comunicación celular (219), un módulo de comunicación Bluetooth, (220), un módulo de comunicación LTE, un módulo de comunicación LTE D2D, un módulo de comunicación BLE, un módulo de comunicación Wi-Fi (221), un módulo de comunicación inalámbrica.

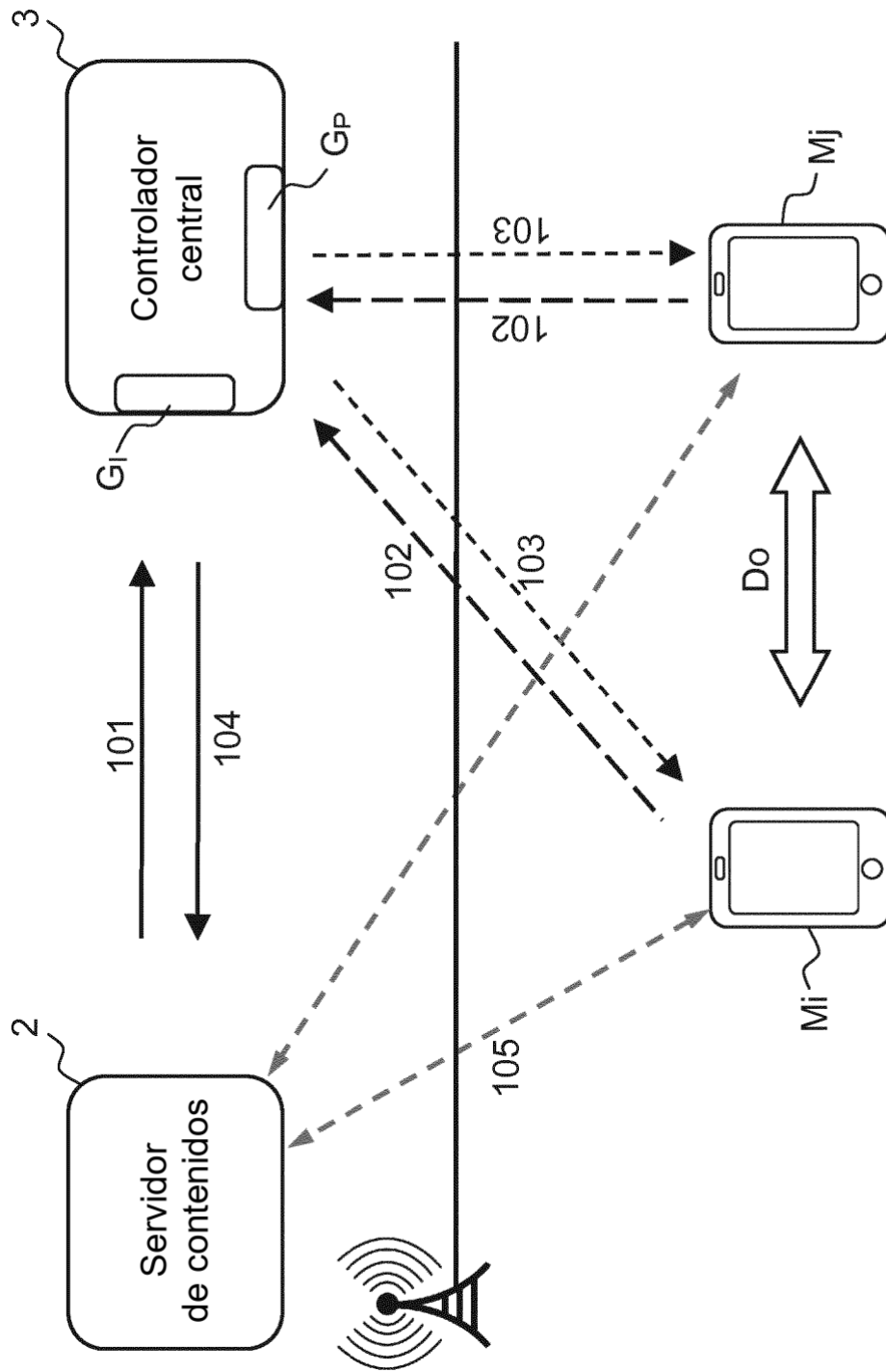


FIG.1

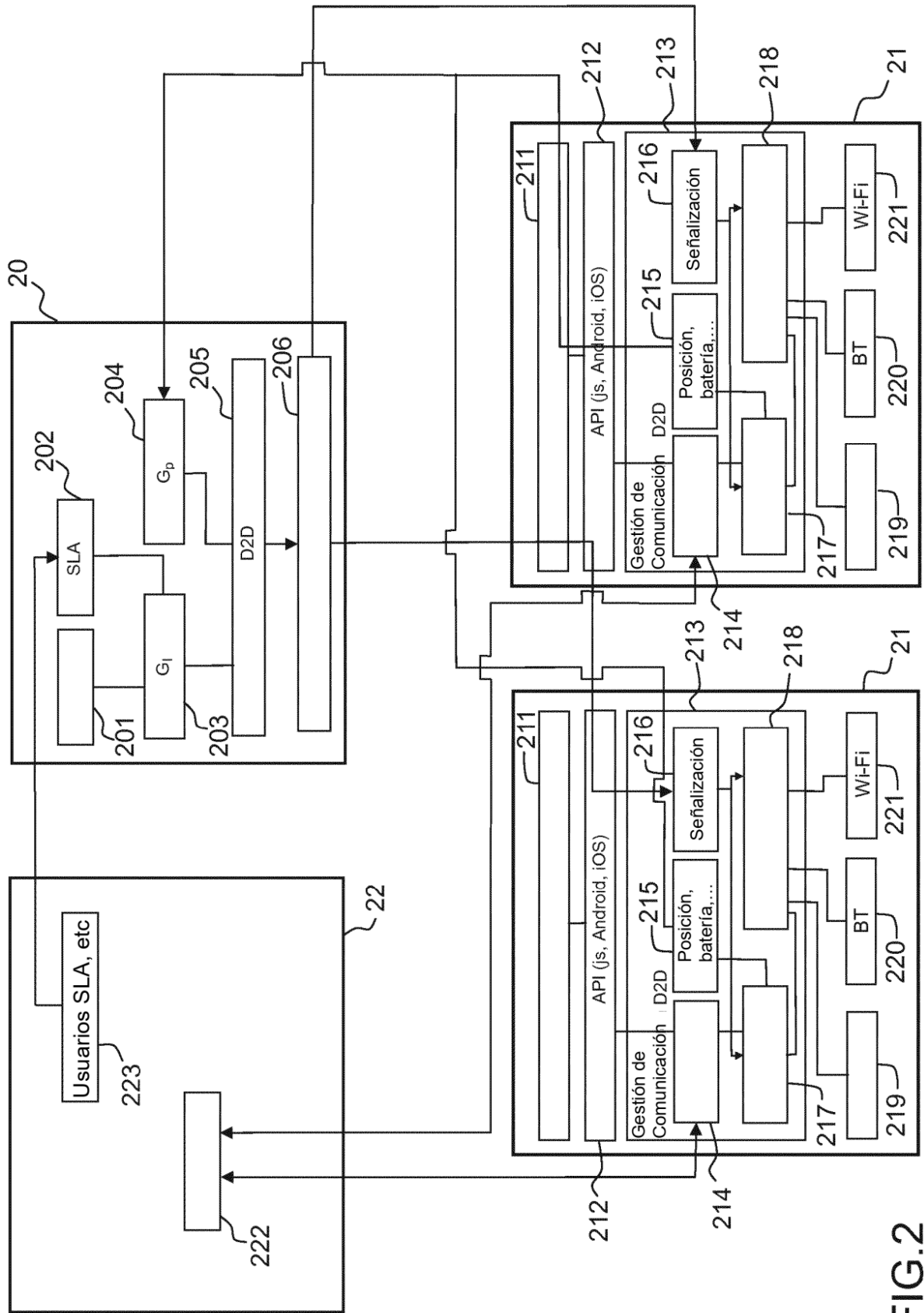


FIG.2

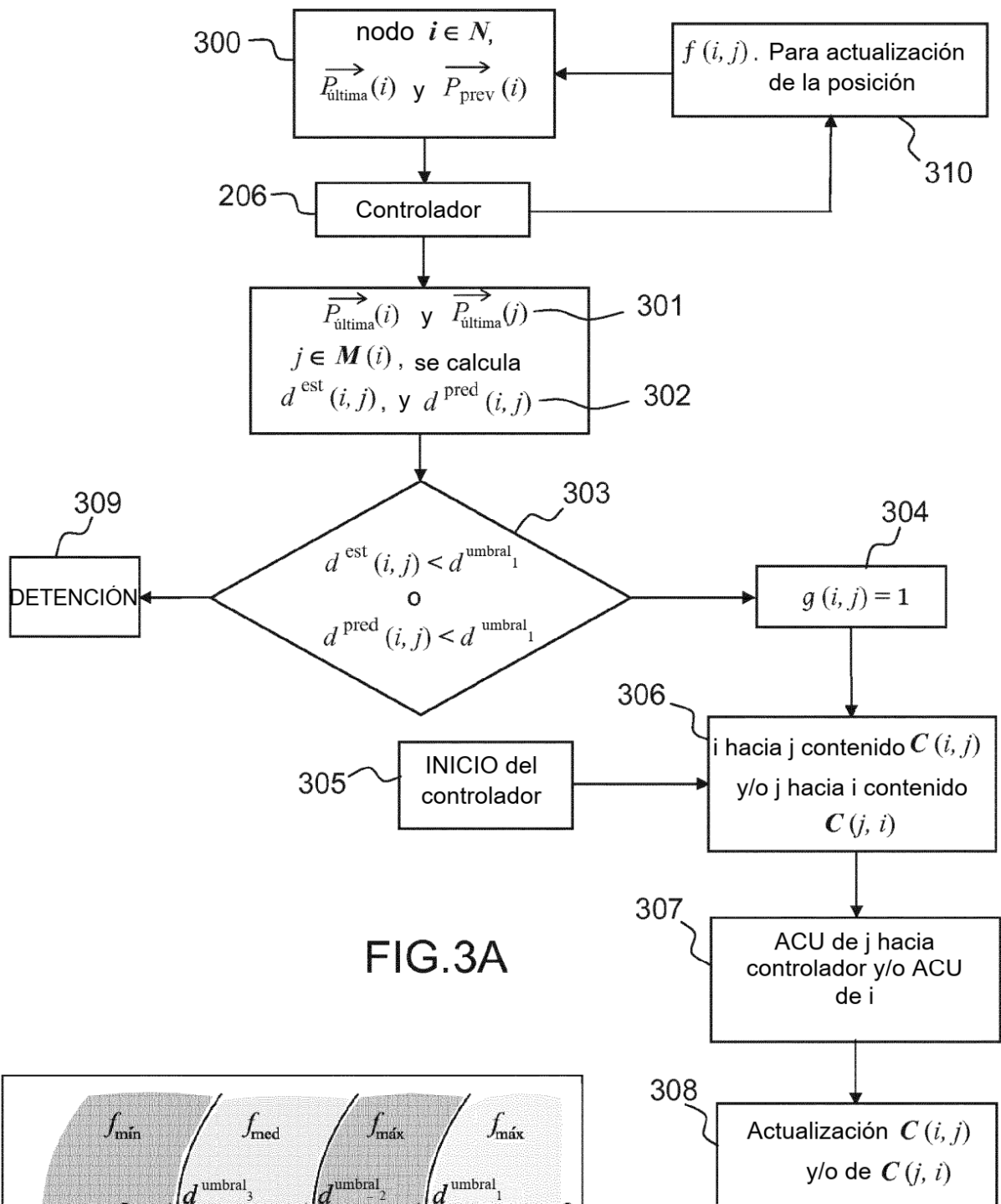


FIG.3A

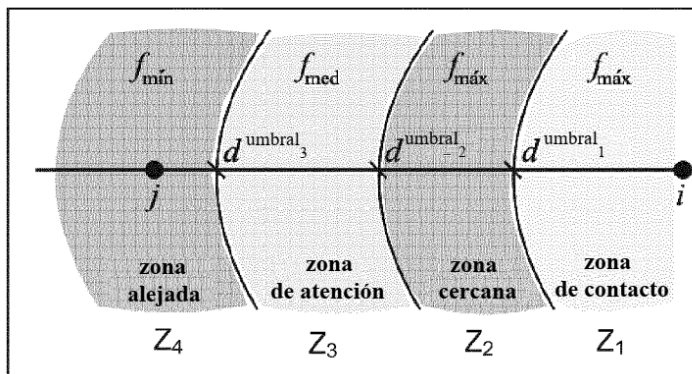


FIG.3B

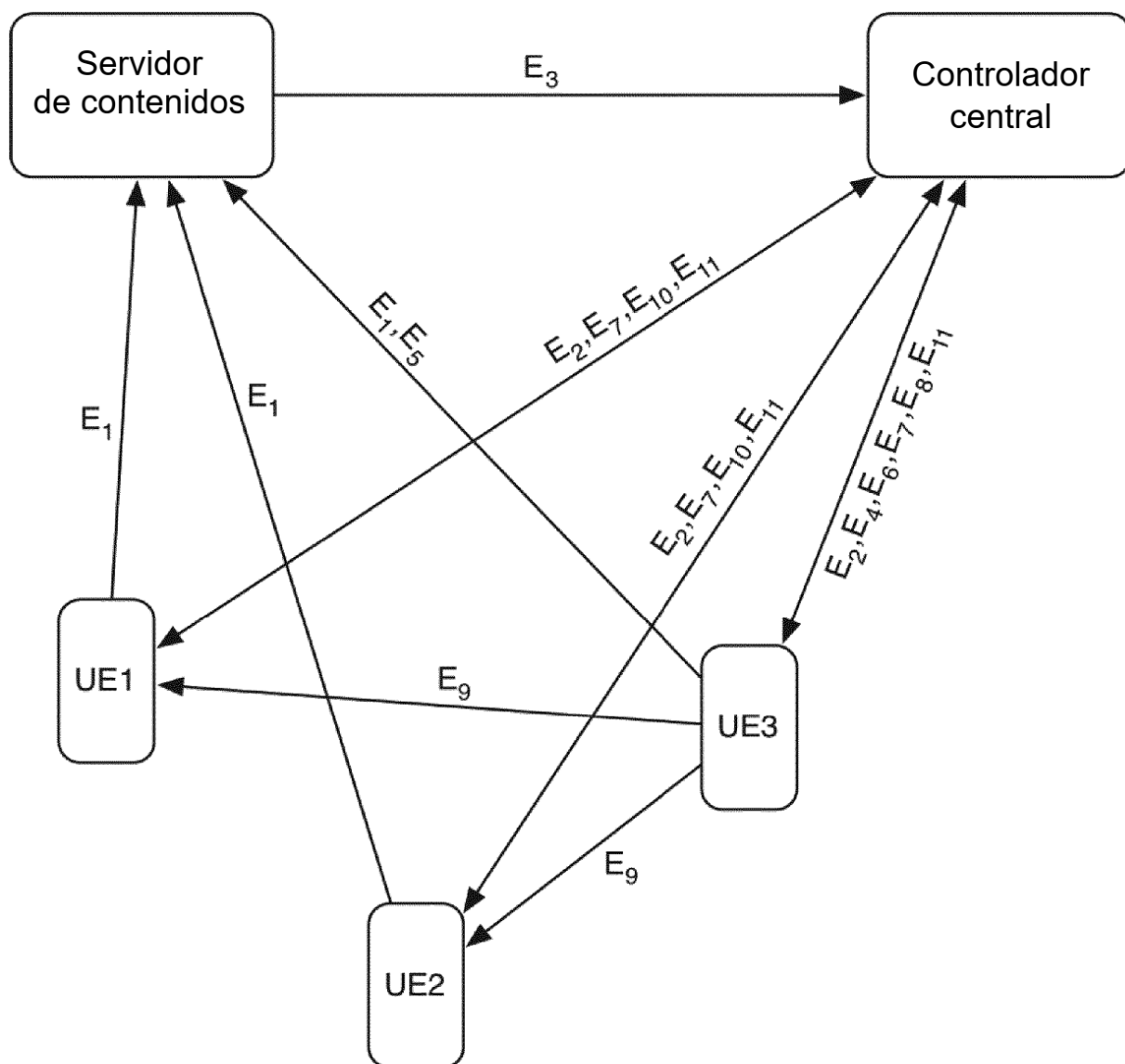


FIG.4