

MÉTODO Y APARATO PARA LA IDENTIFICACIÓN DE OPORTUNIDADES ESPECTRALES EN REDES DE RADIO COGNITIVA A PARTIR DEL ANÁLISIS DE LA PROPAGACIÓN RADIOELÉCTRICA

SECTOR TECNOLÓGICO

La presente invención se refiere a un método y aparato que mejora la selección de oportunidades espectrales para los usuarios licenciados o no licenciados, en las redes de radio cognitiva, a partir del análisis de la propagación radioeléctrica. La selección de una adecuada oportunidad espectral (frecuencia de operación disponible) permite mejorar el desempeño de la movilidad espectral en las redes de radio cognitiva (redes inalámbricas inteligentes), lo cual afecta de forma positiva los parámetros de calidad del servicio de las comunicaciones móviles.

ESTADO DE LA TÉCNICA

La invención ES2245018, expone un procedimiento y aparato para proporcionar una transferencia por software en un sistema de comunicaciones móviles. En dicha invención, la intensidad de cada señal transmitida por las demás estaciones base en comunicación con una estación móvil, se considera al determinar si añadir o no una estación base al conjunto de las estaciones base en comunicación con la estación remota. Se añade una estación base solo si la señal recibida de dicha estación base proporciona un valor añadido suficiente para justificar el impacto en la capacidad del sistema.

De acuerdo con lo anterior, se puede ver claramente que la invención descrita difiere de la presente invención en varios aspectos; primero, en que su enfoque es hacia la transferencia de la señal y no hacia la identificación de oportunidades espectrales que se utilizarán en dicha transferencia. Segundo, el procedimiento se enfoca en la intensidad de las señales transmitidas, mientras que la presente invención se enfoca en la propagación de la señal.

La invención ES2293960 presenta un método para realizar una transferencia "handover" en un sistema de telecomunicaciones que tiene una estación base de origen y una estación base de destino, en el que una estación móvil especificada establece una conexión con la estación base de origen, estando el método caracterizado por: tras la recepción de un primer informe de mediciones desde la estación móvil especificada, iniciar en la estación base de destino una parte preliminar de una secuencia de handover para la estación móvil especificada, cuya parte preliminar de la secuencia de handover incluye la sincronización del enlace ascendente de radio con respecto a la estación móvil especificada; y posteriormente, tras la recepción de un segundo informe de mediciones desde la estación móvil especificada, iniciar en la estación base de destino otra parte de la secuencia de handover para la estación móvil especificada.

A pesar de que la anterior invención también utiliza varias mediciones para realizar la transferencia, difiere de la presente invención en que no utiliza el comportamiento de la propagación para identificar las oportunidades espectrales disponibles y tampoco tiene en cuenta el contexto en el que se desarrolla la investigación.

La invención US 6879830B1, describe un método para realizar una transferencia entre una estación móvil y una red. En el caso de un enlace existente, los datos del enlace para el enlace se almacenan en la estación base en cuestión y los recursos de la estación base se mantienen en reserva para el enlace. Cuando se entrega un enlace, los datos del enlace permanecen inicialmente almacenados en la primera estación base y los recursos de la primera estación base permanecen inicialmente en reserva. En un momento

posterior, los datos del enlace se eliminan y los recursos se liberan. Además, se usa un método en el que en el caso de un traspaso, la estación móvil envía a la red una consulta sobre si la red puede soportar el traspaso transfiriendo los datos del enlace desde la primera estación móvil a la segunda estación móvil. Si se informa a la estación móvil que la red no puede soportar el traspaso, la estación móvil pone los datos de enlace a disposición de la segunda estación base.

De acuerdo con lo anterior, la invención descrita difiere de la presente invención en varios aspectos; primero, en que su enfoque es hacia la transferencia de la señal y no hacia la identificación de oportunidades espectrales que se utilizarán en dicha transferencia; segundo, que dicha información se almacena por periodos de tiempo más largos para realizar estadísticas a futuro; tercero, el procedimiento se enfoca en la intensidad de las señales transmitidas, mientras que la presente invención se enfoca en la propagación de la señal.

Considerando la información anterior, es evidente que existe en el estado de la técnica la necesidad de contar con métodos y aparatos que permitan identificar con mayor precisión las oportunidades espectrales disponibles. De acuerdo con lo anterior, el aparato y método debe tener la capacidad de analizar con detalle el comportamiento del usuario primario para modelar la ocupación espectral y así poder identificar eficazmente las oportunidades espectrales disponibles.

DESCRIPCIÓN DE LAS FIGURAS

Para complementar la descripción y con el objetivo de ayudar a generar una mayor comprensión de las características del invento, se acompaña a esta descripción, de dos dibujos, como parte complementaria de la misma, donde se presenta de manera ilustrativa y no limitativa, las características físicas y funcionales del dispositivo:

Figura 1. Diagrama de bloques funcional del aparato.

Figura 2. Diagrama de procesos del método.

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LA INVENCION

La presente invención está compuesta por un aparato y un método, ambos enfocados a realizar la identificación de oportunidades espectrales en redes de radio cognitiva a partir del análisis de la propagación radioeléctrica. Tanto el aparato como el método están fuertemente relacionados y su descripción es muy similar, sin embargo, se realiza una descripción para cada caso y se tienen sendas figuras para el aparato (figura 1) y el proceso (figura 2).

Antes de iniciar es importante aclarar que una oportunidad espectral, es un recurso espectral disponible en una banda de frecuencia. La oportunidad espectral también se denomina frecuencia disponible, canal disponible, recurso espectral, espacio blanco o hueco espectral.

Cuando no se identifica adecuadamente la oportunidad espectral o canal disponible, es posible que se cause interferencia a los usuarios primarios (usuarios licenciados), esto afecta el nivel de desempeño y la calidad de servicio de la comunicación del usuario. De acuerdo con lo anterior, encontrar una oportunidad espectral permite una utilización eficiente del espectro radioeléctrico, ya que actualmente el espectro radioeléctrico es un recurso limitado y subutilizado por los operadores licenciados.

Para solucionar este problema, la presente invención tiene por objetivo desarrollar un aparato y un método que identifique la oportunidad espectral de forma más precisa a partir del análisis de la propagación radioeléctrica en las redes de radio cognitiva

mejorando el aprovechamiento en la utilización del espectro radioeléctrico por parte de usuarios secundarios.

Teniendo como base la figura 1, el aparato electrónico para la identificación de oportunidades espectrales en redes de radio cognitiva a partir del análisis de la propagación radioeléctrica, está conformado por: una unidad de control de mediciones GSM (7), un GPS (8), una memoria SD (9), una unidad de propagación radioeléctrica (10), una unidad de pronóstico (11), una unidad de integración (12), una unidad de umbral adaptativo (13), y una unidad de identificación de oportunidades espectrales (14).

De acuerdo con la figura 1, los usuarios primarios (1) (2) (3), realizan sus comunicaciones a través del ambiente de radio (4). La estación primaria GSM (5) realiza el proceso de detección de espectro a través de mediciones del nivel de potencia de los usuarios cercanos a su ubicación geográfica. La información espectral detectada por (5) es enviada a la unidad de control de mediciones GSM (7) para que a partir de las mediciones de potencia realizadas por (5), la presente invención identifique el conjunto de oportunidades espectrales disponibles para el usuario secundario (6) en el momento que este solicite un recurso espectral. Es importante aclarar que de la figura 1, (1), (2), (3), (4), (5), (6) y (15), no hacen parte del aparato para la identificación de oportunidades espectrales en redes de radio cognitiva a partir del análisis de la propagación radioeléctrica, sin embargo, proporcionan las señales e información necesaria con la que trabaja la invención.

La información proporcionada por (5) a la unidad de control de mediciones GSM (7), es básicamente los niveles de potencia de las señales de los usuarios primarios. La unidad de control de mediciones GSM (7) con ayuda de la unidad GPS (8), agrega la información del tiempo y lugar en la que dichas señales de potencia fueron medidas, las organiza y las almacena en la memoria SD (9), para ir construyendo una base de datos de la potencia de los canales, tanto en el tiempo como en la ubicación.

Cuando la unidad de control de mediciones GSM (7) recibe una solicitud de canal disponible por parte de un usuario secundario (6), le envía una señal de inicio a la unidad de propagación radioeléctrica (10) y a la unidad de pronóstico (11), para que se inicie todo el proceso de identificación de oportunidades espectrales.

La unidad de propagación radioeléctrica (10) es el encargado de construir el modelo de propagación radioeléctrica a partir de los valores promedio de las potencias medidas, en los canales de los usuarios primarios, almacenadas en (9). Por tanto, el modelo realiza varias medidas de potencia a lo largo de diferentes puntos de la zona de cobertura de la estación primaria. Luego, con estas medidas se ajusta un modelo de propagación a gran escala (Okumura-Hata, COST 231 Walfisch-Ikegami, etc.) con el método de mínimos cuadrados. Finalmente, a la salida de (10) se obtiene el valor de potencia de recepción promedio en función de la distancia.

Al mismo tiempo que actúa la unidad de propagación radioeléctrica (10), también lo hace la unidad de pronóstico (11), debido a la señal de inicio enviada por la unidad de control de mediciones GSM (7). La unidad de pronóstico (11) se encarga de predecir los niveles de potencia instantánea de cada uno de los canales almacenados en (9). Para esto se leen de (9) los valores potencia instantánea almacenados durante las últimas 24 horas. A continuación, con estos valores se entrena una serie de tiempo neuronal wavelet y se selecciona el tiempo a pronosticar. A la salida de (11) se obtendrán los valores de potencia de recepción instantánea en función del tiempo.

La unidad de integración (12) es el encargado de extrapolar los resultados de potencia de recepción promedio a los valores de potencia de recepción instantánea, obtenidos por el modelo neuronal wavelet. A la salida de (12) se tienen los valores de potencia de recepción en función del tiempo pronosticado y de la distancia de cobertura de la estación primaria GSM.

La unidad de umbral adaptativo (13) es el encargado de determinar el valor del nivel de potencia que se tomará como referencia para comparar las señales recibidas de la unidad de integración (12). El umbral se selecciona teniendo en cuenta la probabilidad de falsa

alarma, este valor generalmente está por encima varios decibelios del valor de piso de ruido.

La unidad de identificación de oportunidades espectrales (14), determina con base en la información proporcionada por la unidad de umbral adaptativo (13) y la unidad de integración (12), las oportunidades espectrales; que son aquellos valores de potencia que se encuentran por encima del piso de ruido y por debajo del umbral.

Finalmente, la unidad de control de mediciones GSM (7), le transmite la información del conjunto de oportunidades espectrales disponibles, identificadas por la unidad de identificación de oportunidades espectrales (14), al aparato de decisión espectral (15), para que seleccione entre dicho conjunto la mejor oportunidad espectral, a partir de la necesidad del usuario secundario. Posteriormente, el aparato de decisión espectral (15) le informa al usuario secundario (6), cual es la oportunidad espectral seleccionada para que inicie su comunicación inalámbrica de forma efectiva.

De acuerdo con la figura 2, el método propuesto para la identificación de oportunidades espectrales en redes de radio cognitiva a partir del análisis de la propagación radioeléctrica, inicia (I) detectando alguna solicitud de usuario (II). En el caso de que no exista una solicitud de usuario (II), se lee la información de geolocalización del GPS (III) y la información de las potencias de los canales de la estación primaria GSM (IV), para posteriormente almacenarla en una memoria SD (V), para ir construyendo una base de datos de la información espectral de interés, tanto en tiempo como en lugar; seguidamente. Los pasos (III), (IV) y (V), se repiten continuamente hasta que aparezca una solicitud de usuario (II).

Cuando existe una solicitud de canal por parte de un usuario secundario (II), se lee toda la información almacenada en la memoria SD (VI) y se inician las etapas correspondientes a los procesos de propagación radioeléctrica y pronóstico, simultáneamente, y con los correspondientes resultados de estos dos procesos se identifiquen las oportunidades espectrales.

El proceso de pronóstico, se encarga de predecir los niveles de potencia instantánea de cada uno de los canales almacenados en la memoria SD (V). Para esto se lee la información espectral almacenada en la memoria SD (VI), también se lee los valores potencia instantánea almacenados durante las últimas 24 horas (VII). A continuación, con estos valores se entrena una serie de tiempo neuronal wavelet (VIII) y se selecciona el tiempo a pronosticar (IX). Como resultado se obtendrán los valores de potencia de recepción instantánea en función del tiempo (X).

Al mismo tiempo que actúa el proceso de pronóstico lo hace el proceso de propagación radioeléctrica, el cual busca construir el modelo de propagación radioeléctrica a partir de los valores promedio de las potencias medidas, en los canales de los usuarios primarios, leídas de la memoria SD (VI). Por tanto, se realizan varias medidas de potencia a lo largo de diferentes puntos de la zona de cobertura de la estación primaria (XI). Luego, con estas medidas se ajusta un modelo de propagación a gran escala (XII) (Okumura-Hata y COST 231 Walfisch-Ikegami) con el método de mínimos cuadrados. Finalmente, a partir del modelo de propagación se obtiene el valor de potencia de recepción promedio en función de la distancia (XIII).

Luego que los procesos de pronóstico y propagación terminan, se inicia la etapa de integración (XIV), el cual está encargada de extrapolar los resultados de potencia de recepción promedio a los valores de potencia de recepción instantánea, obtenidos por el modelo neuronal wavelet. Con lo anterior, se tienen los valores de potencia de recepción en función del tiempo pronosticado y de la distancia de cobertura de la estación primaria GSM.

En la etapa (XV) se determina el valor del umbral de potencia que se tomará como referencia para comparar las señales recibidas de la etapa de integración (XIV). El umbral

se selecciona teniendo en cuenta la probabilidad de falsa alarma, este valor generalmente está por encima varios decibelios del valor de piso de ruido.

Finalmente, en la etapa de identificación de oportunidades espectrales (XVI), se determina con base en la información proporcionada por la etapa de umbral (XV) y la etapa de integración (XIV), las oportunidades espectrales; que son aquellos valores de potencia que se encuentran por encima del piso de ruido y por debajo del umbral.

REIVINDICACIONES

1. Un aparato para la identificación de oportunidades espectrales en redes de radio cognitiva a partir del análisis de propagación radioeléctrica, caracterizado por que comprende:
 - a) Una unidad de control de mediciones GSM (7) encargada de coordinar todo el proceso de identificación de oportunidades espectrales.
 - b) Una unidad GPS (8) encargado de monitorizar las coordenadas geográficas correspondientes a los usuarios primarios y a la ubicación del usuario que requiere un canal de frecuencia disponible para transmitir.
 - c) Una memoria SD (9) para el almacenamiento de los niveles de potencia de las frecuencias detectadas por la estación primaria GSM, con su correspondiente valor de frecuencia, tiempo de captura y coordenadas geográficas.
 - d) Una unidad de propagación radioeléctrica (10) encargado de construir el modelo de propagación radioeléctrica a partir de los valores promedio de las potencias medidas, en los canales de los usuarios primarios, almacenadas en la memoria SD (9).
 - e) Una unidad de pronóstico (11), encargada de predecir los niveles de potencia instantánea de cada uno de los canales almacenados en (9).
 - f) Una unidad de integración (12), encargado de extrapolar los resultados de potencia de recepción promedio a los valores de potencia de recepción instantánea, obtenidos por el modelo neuronal wavelet.
 - g) Una unidad de umbral adaptativo (13), encargado de determinar el valor del nivel de potencia que se tomará como referencia para comparar las señales recibidas de la unidad de integración (12). El umbral se selecciona teniendo en cuenta la probabilidad de falsa alarma, este valor generalmente está por encima varios decibelios del valor de piso de ruido.
 - h) Una unidad de identificación de oportunidades espectrales (14), que determina con base en la información proporcionada por la unidad de umbral adaptativo (13) y la unidad de integración (12), las oportunidades espectrales; que son aquellos valores de potencia que se encuentran por encima del piso de ruido y por debajo del umbral.
2. Un método para la identificación de oportunidades espectrales en redes de radio cognitiva a partir del análisis de la propagación radioeléctrica, que comprende las etapas de:
 - a) Almacenamiento de la información espectral correspondiente a nivel de potencia, canal de frecuencia, tiempo y ubicación geográfica, en una memoria SD, con el fin de realizar un análisis posterior para identificar las oportunidades espectrales disponibles.

- b) Construcción de un modelo de propagación radioeléctrica Okumura-Hata y COST 231 Walfisch-Ikegami a partir de los valores promedio de las potencias medidas, en los canales de los usuarios primarios, almacenadas en la memoria SD.
- c) Pronóstico de los niveles de potencia instantánea de cada uno de los canales almacenados en la memoria SD a través de una serie de tiempo neuronal wavelet.
- d) Integración de los resultados de potencia de recepción promedio y los valores de potencia de recepción instantánea, obtenidos en las etapas b y c.
- e) Determinación de un umbral de potencia de acuerdo con la probabilidad de falsa alarma, a partir del cual se establece si el canal está ocupado o disponible.
- f) Identificación de las oportunidades espectrales a partir del umbral y la integración de los resultados descritos en la etapa d.

FIGURAS

Figura 1. Diagrama de bloques funcional del aparato

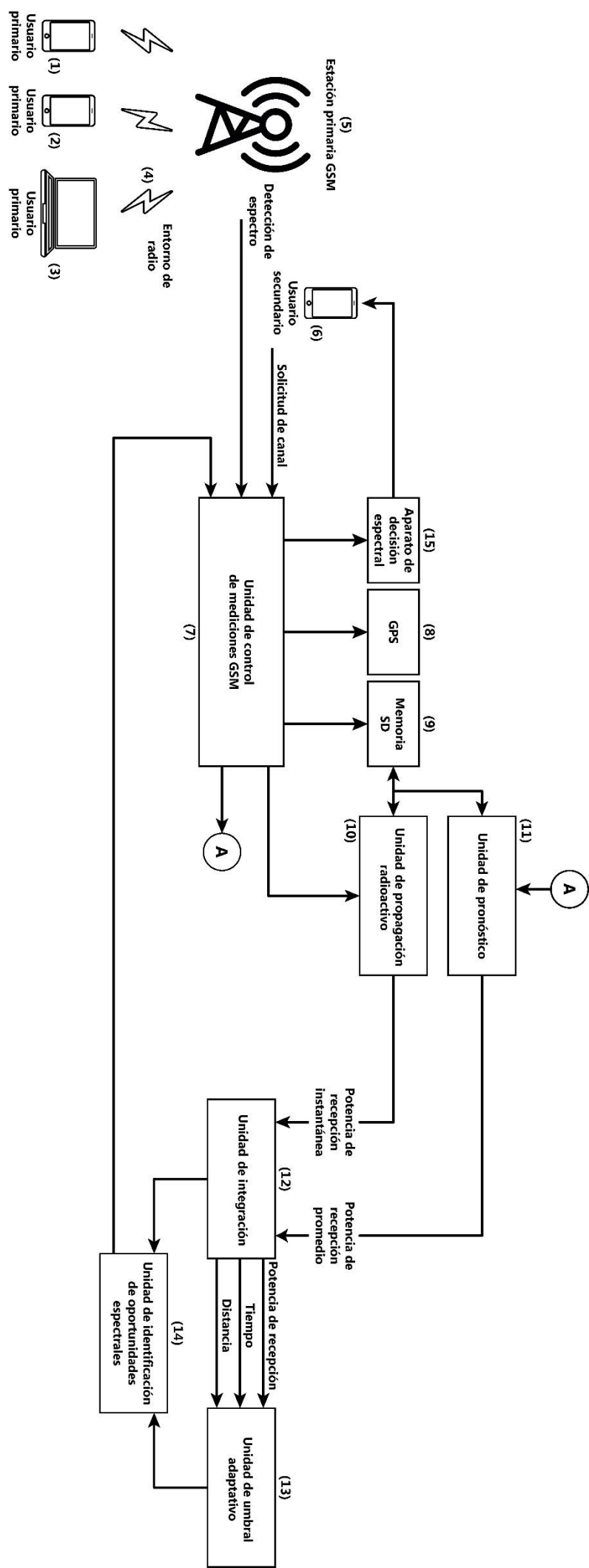
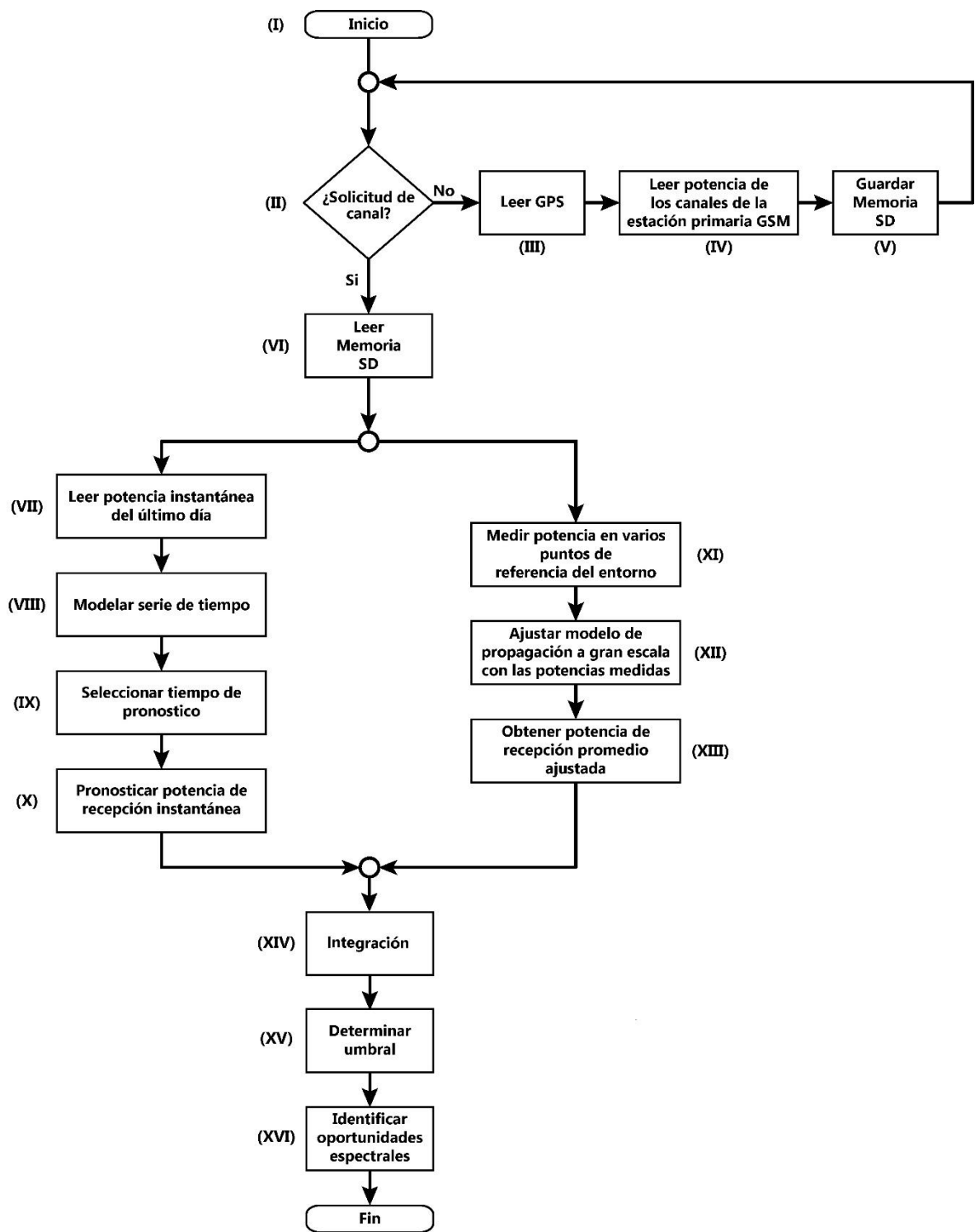


Figura 2. Diagrama de procesos del método



RESUMEN

La presente invención se refiere a un aparato y un método para la identificación de oportunidades espectrales en redes de radio cognitiva de forma más precisa a partir del análisis de la propagación radioeléctrica, mejorando el aprovechamiento en la utilización del espectro radioeléctrico por parte de usuarios secundarios.

El aparato y método propuesto, está compuesto por una unidad de control de mediciones GSM, encargada de regular todos los procesos al interior del aparato, el cual almacena en una memoria SD, los datos de potencia medidos a través de una estación primaria GSM. Por medio de un sistema híbrido de predicción y propagación, identifica con mayor precisión las oportunidades espectrales disponibles en el ambiente de radio para garantizar una eficaz comunicación del usuario secundario.

**CONTRATO DE CESIÓN DE DERECHOS PATRIMONIALES
ENTRE LUIS FERNANDO PEDRAZA MARTINEZ, CESAR AUGUSTO
HERNÁNDEZ SUAREZ Y DANILO ALFONSO LOPEZ SARMIENTO**

El abajo firmante (en adelante EL CEDENTE)

LOPEZ SARMIENTO, Danilo Alfonso

En su carácter de inventor con domicilio en:
Calle 54A # 9-08, Apto 403B, Bogotá, Colombia

Por el presente documento declara que cede todos y cada uno de los derechos que le corresponden o puedan corresponderle sobre la siguiente invención denominada:
“MÉTODO Y APARATO PARA LA IDENTIFICACIÓN DE OPORTUNIDADES ESPECTRALES EN REDES DE RADIO COGNITIVA A PARTIR DEL ANÁLISIS DE LA PROPAGACIÓN RADIOELÉCTRICA”.

A: PEDRAZA MARTINEZ, Luis Fernando

Con domicilio en la Calle 138 # 72-30, Torre 1, Apto 103, Bogotá, Colombia

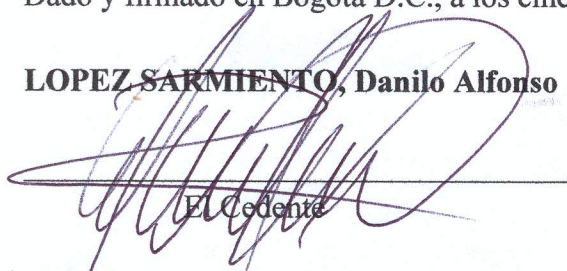
HERNANDEZ SUAREZ, Cesar Augusto

Con domicilio en la Carrera 56A # 130A – 86, casa 55, Bogotá, Colombia

En prueba de la mutua aceptación de esta cesión ambas partes CEDENTE y CESIONARIO firman el presente documento.

Dado y firmado en Bogotá D.C., a los cinco días de diciembre de 2017.

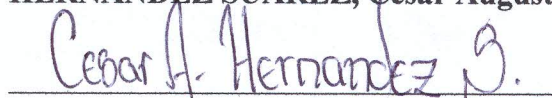
LOPEZ SARMIENTO, Danilo Alfonso


El Cedente

PEDRAZA MARTINEZ, Luis Fernando


El Cesionario

HERNANDEZ SUAREZ, Cesar Augusto


El Cesionario





NOTARIA 29

EL DECLARANTE

NOTARIA 2

12/12/2017 EL DECLARANTE
Func.o: JULIO

Fecha y hora: 30 nov 2017 09:55:52 p.m.

Número de Patente (11): NC2017/0012429

Fecha de radicación: 30 nov 2017

Referencia de solicitante: PatentePrediccionProgacion

Estado de la solicitud: Bajo Verificación de Requisitos

Mínimos

Tipo de solicitud: NC Solicitud de Patente/Modelo/

Trazado

Área Tecnológica: Electricidad, Electrónica y

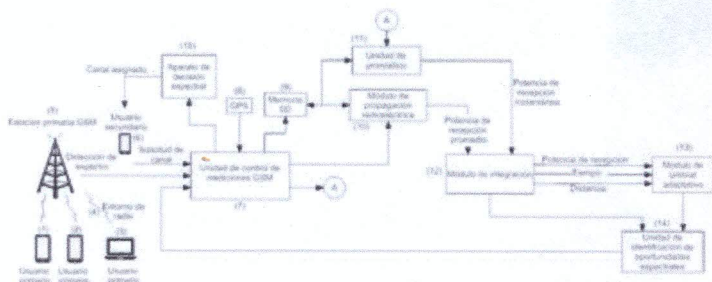
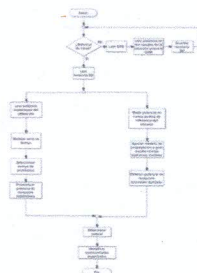
Telecomunicaciones

Título: MÉTODO Y APARATO PARA LA IDENTIFICACIÓN DE OPORTUNIDADES ESPECTRALES EN REDES DE RADIO COGNITIVA A PARTIR DEL ANÁLISIS DE LA PROPAGACIÓN RADIOELÉCTRICA

Tipo: Patente de Invención Nacional

Declaración: Documentos presentados durante el año de gracia

Resumen:



Inventor(es):

Luis Fernando Pedraza Martinez

Cesar Augusto Hernandez Suarez

Danilo Alfonso Lopez Sarmiento

Solicitante(s) :

Luis Fernando Pedraza
Martinez

DerechoDirección Física : Calle 138 # 72 - 30, Torre 1, Apto 103, BOGOTÁ,
D.C. 111111, CO

Superintendencia de Industria y Comercio de Colombia (SIC) - Reporte detallado de solicitudes

Fecha y hora: 30 nov 2017 09:55:52 p.m.

Cesar Augusto Hernandez Suarez	DerechoDirección Física : Carrera 56A No. 130A - 86, Casa 55, BOGOTÁ, D.C. 111111, CO
-----------------------------------	--

Datos de contacto : Cesar Augusto Hernandez Suarez, Carrera 56A No. 130A - 86, Casa 55, BOGOTÁ, D.C.
111111, CO

Solicitudes vinculadas: Ninguna

Esta funcionalidad de búsqueda provee información desde los registros de Propiedad Intelectual gestionada por SIC. Aunque SIC tome el máximo cuidado posible en la provisión de estos servicios, SIC no asume ninguna responsabilidad por cualquier acción realizada con respecto a estos contenidos o sus posibles errores, inexactitudes, deficiencias, defectos u omisiones. Este sitio no pretende ser una fuente exhaustiva o completa de información de Propiedad Intelectual. Para obtener más orientación y asistencia en el uso de este sitio Internet, contáctenos por favor.

