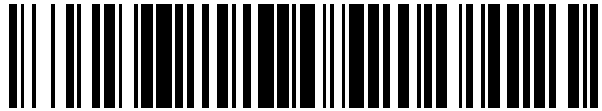


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 477 872**

51 Int. Cl.:

**H04W 72/02** (2009.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **05.03.2007 E 07713191 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **14.05.2014 EP 1994693**

54 Título: **Notificación de canal despejado y ayuda a nodos huérfanos en una red inalámbrica**

30 Prioridad:

**03.03.2006 EP 06110636**

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

**18.07.2014**

73 Titular/es:

**KONINKLIJKE PHILIPS N.V. (100.0%)  
HIGH TECH CAMPUS 5  
5656 AE EINDHOVEN, NL**

72 Inventor/es:

**JAMIESON, PHIL A.;  
AVERY, DAVID M.;  
RUDLAND, PHILIP A. y  
SEXTON, ADAM C. R.**

74 Agente/Representante:

**ISERN JARA, Jorge**

**ES 2 477 872 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**

Notificación de canal despejado y ayuda a nodos huérfanos en una red inalámbrica

## 5 Campo de la invención

La presente invención se refiere a la determinación de información operativa en una red y, en particular, (si bien no de manera exclusiva), a métodos y a sistemas para determinar tal información en una red inalámbrica de múltiples saltos.

10

## Antecedentes de la invención

Un formato adecuado para una comunicación en una red inalámbrica es la Especificación ZigBee (053474r06) para enlaces de radio inalámbricos de bajo coste y de baja potencia, según se define por ZigBee Alliance. Este usa la funcionalidad descrita en la norma IEEE 802.15.4-2003. La comunicación entre nodos tiene lugar a través de un número de "canales físicos". La banda de comunicación de 2,4 GHz contiene 16 canales de 802.15.4 separados, de tal modo que un número de Redes de Área Personal (PAN, *Personal Area Network*) pueden funcionar de forma simultánea con cada una en su propio canal y, de esta manera, sin interferir entre sí.

15

20

Es posible el uso de un único canal por más de una PAN, de manera específica, si están separadas una gran distancia (> 10 - 100 m de separación), o si ambas tuvieran unas velocidades de uso bastante bajas (un ciclo de trabajo bajo).

25

Un problema con ZigBee es que los dispositivos de WiFi también funcionan en la banda de 2,4 GHz, y el tráfico de WiFi puede interferir con el tráfico de ZigBee. Los mensajes de WiFi pueden transmitirse a un nivel de potencia mucho más alto, y un canal lógico de WiFi es tan ancho como varios canales lógicos de ZigBee.

30

Con el fin de que coexistan dos de estos sistemas, sería beneficioso tener la capacidad de señalar qué canales están despejados y conseguir que la red con interferencia (por ejemplo, la PAN de ZigBee) funcione sobre estos canales.

35

Los dispositivos de ZigBee tienen la capacidad de evaluar qué canales están despejados - estos llevan a cabo una "Exploración de detección de energía", que devuelve una lista que contiene el nivel de potencia de fondo en cada canal disponible. Por lo tanto, sería posible que el Coordinador de PAN llevara a cabo una exploración y simplemente usara el canal más despejado, si bien esto no es muy bueno para una red grande, debido a que las condiciones de canal varían con la ubicación y, en un punto distinto en la red, el canal seleccionado podría no ser utilizable.

40

De forma ideal, el Coordinador de PAN (u otra herramienta de puesta en servicio) entraría en contacto con cada dispositivo en la red, y solicitaría los resultados de una exploración de energía. Desafortunadamente, esto solo es posible si se encuentran operativas unas comunicaciones fiables entre todos los dispositivos, caso en el que de todos modos no sería necesario cambio alguno. En la actualidad, no existe solución buena alguna para obtener niveles de energía a partir de unos dispositivos para los que no se dispone aún de una conexión fiable.

45

La red también necesita gestionar la situación en la que el dispositivo queda huérfano (incapaz de comunicarse con la red) debido a un problema de comunicación local. Esto podría deberse, por ejemplo, a que un Encaminador de WiFi se ha establecido en las cercanías. Un dispositivo huérfano necesita restablecer de algún modo la comunicación con la red para informar al Coordinador de PAN de que no es capaz de comunicarse de forma fiable sobre el canal actual.

50

La solicitud de patente europea con N° 1 187 504 A2 divulga un método en el que se selecciona una banda de frecuencia mediante la supervisión pasiva de por lo menos una de una pluralidad de bandas de frecuencia disponibles para determinar si la por lo menos una banda de frecuencia es aceptable.

55

## Sumario de la invención

Un objeto de la presente invención es perfeccionar la técnica conocida.

60

La invención se define por la materia objeto de las reivindicaciones 1 y 10.

65

En una red de Zigbee, un dispositivo se comunica regularmente con por lo menos un nodo en la PAN; en general, este es su progenitor. Si se detecta un problema con la comunicación, preferiblemente el dispositivo es capaz de llevar a cabo de manera autónoma un procedimiento de readquisición de la red. En una realización que va a describirse, si un dispositivo no es capaz de comunicarse, este entrará en un modo a prueba de fallos temporal hasta que el problema pueda rectificarse. El dispositivo es capaz de llevar a cabo de forma adecuada un reconocimiento de las condiciones locales con el fin de ayudar tanto a este como la red a encontrar un canal

alternativo adecuado y, si el dispositivo no es capaz de reconectarse de forma inmediata, este radiodifunde el resultado de su reconocimiento, es decir, el mensaje de Estatus de Entorno de Red (NES, *Network Environment Status*), con la esperanza de que otro dispositivo en la red lo escuche.

5 Las ventajas de este enfoque incluyen:

- Se envía un número mínimo de mensajes, garantizando que la red no se vea inundada como resultado de intentar arreglar el problema de comunicación.
- La potencia de la batería se conserva tanto como es posible.
- Cuando un dispositivo queda huérfano, este es capaz de funcionar de forma autónoma tanto en su procedimiento para volver a unirse a la red como en su uso de un modo a prueba de fallos.

De manera opcional, para ayudar a los dispositivos que desean volver a unirse a la red, los nodos de red que funcionan como Encaminadores pueden ser capaces de funcionar temporalmente en múltiples canales para permitirles actuar como un puente entre los nodos huérfanos y el resto de la red. Con una disposición de este tipo, si no existe un nodo de coordinación o control global para la red, un Encaminador puede comunicarse con otros Encaminadores para facilitar un cambio de canal de red.

Los aspectos de la invención son válidos para la totalidad de los tres tipos de dispositivo de ZigBee - Dispositivo de Extremo, Encaminador y Coordinador - y la siguiente descripción de las realizaciones detalla el procedimiento que puede seguir de forma adecuada cada dispositivo de este tipo en el caso de que este quedara desconectado del resto de la red.

Breve descripción de los dibujos

A continuación se describirán realizaciones de la invención, solo a modo de ejemplo, y con referencia a los dibujos que adjuntos, en los que:

- La figura 1 es un diagrama de flujo con anotaciones que ilustra procedimientos para abordar problemas de comunicaciones dentro de un dispositivo de extremo en una red inalámbrica;
- La figura 2 es un diagrama de flujo con anotaciones que ilustra procedimientos para abordar problemas de comunicaciones dentro de un encaminador en una red inalámbrica; y
- La figura 3 es un diagrama de flujo con anotaciones que ilustra procedimientos para abordar problemas de comunicaciones dentro de un nodo de coordinación en una red inalámbrica.

Detalles de la invención

Los diagramas de flujo de las figuras 1 a 3 (que enlazan a un único diagrama de flujo) muestran etapas subsidiarias del proceso global agrupadas y numeradas del 1 al 16. Los comentarios explicativos numerados de forma correspondiente en lo sucesivo detallan las características de proceso en cada una de las etapas subsidiarias.

Etapa 1. Este es el estado por defecto para el Dispositivo de Extremo, que se ilustra en la figura 1. Si no se está enviando o esperando recibir un mensaje, este se encuentra en espera. Esto permite conservar potencia. El modo de espera se detiene, por ejemplo, cuando el dispositivo de extremo tiene que enviar un Mensaje o Interrogación.

Etapa 2. Cuando se envía una interrogación o mensaje, el dispositivo espera un acuse de recibo que indique que el mensaje se recibió con éxito.

Etapa 3. El contador `MsgNotRcvd` (mensaje no recibido) indica el número de transmisiones de mensaje fallidas. Estos son los mensajes que se han enviado para los cuales no se han recibido acuses de recibo. El contador se usa para indicar si existe un problema con la comunicación. En el presente caso, el contador `MsgNotRcvd` se ajusta o se establece a 0 cuando se recibe o bien un mensaje de entrada o bien un acuse de recibo de un mensaje enviado. La recepción de un mensaje o un acuse de recibo indica una comunicación con éxito.

Etapa 4. Si el contador `MsgNotRcvd` es menor que un límite dado (por ejemplo, 5) el dispositivo intenta reenviar el mensaje. Si este es de 5 o superior, esto indica un número significativo de transmisiones fallidas y que probablemente el dispositivo ha quedado desconectado de la red. Debería iniciarse el procedimiento para resolver esto.

Etapa 5. Cuando un nodo queda huérfano, este debería volver a un modo a prueba de fallos por defecto y a continuación, ejecutar una estrategia para volver a unirse a la red. El comportamiento exacto de un dispositivo dependerá de la función que se pretende que lleve a cabo el dispositivo. Por ejemplo, si un módulo de iluminación fuera a quedarse huérfano y a no ser capaz de escuchar solicitudes de encendido / apagado, este podría permanecer en un estado encendido hasta el instante en el que sea capaz de comunicarse con el resto de la red.

- 5 Etapa 6. Una exploración huérfana indica a la red que el dispositivo ha quedado huérfano y que este desea volver a unirse. Esta exploración huérfana puede comenzar con una exploración sobre el canal actual, por ejemplo mediante la transmisión de un mensaje de un mensaje especial o baliza en este canal. A continuación, si no se ha encontrado un resultado concluyente, la exploración se lleva a cabo en todos los canales. Si se entra en contacto con el resto de la red, el dispositivo irá al canal con éxito (es decir, permanecerá en el canal actual o cambiará a otro) y volverá al modo de espera en la etapa 1.
- 10 Etapa 7. Una exploración de ED (“exploración de Detección de Energía”) determina la cantidad de interferencia local en todos los canales. A partir de esto, también se tiene la capacidad de determinar el canal local más óptimo para el funcionamiento. Esto posibilita obtener una notificación de las condiciones de transmisión con respecto a la calidad de cada canal.
- 15 Etapa 8. Si un dispositivo lleva a cabo una exploración de ED y no se detecta una interferencia local, debe existir otro problema que esté afectando a la comunicación, por ejemplo,
- a) El dispositivo progenitor está bloqueado
  - b) Un objeto grande ha reducido el alcance operativo
  - c) El dispositivo progenitor se ha movido
  - d) El dispositivo de extremo se ha movido.
- 20 El dispositivo de extremo debería radiodifundir su mensaje de NES (véase la etapa 9) y, a continuación, pasar a espera antes de intentar reconectarse de nuevo.
- 25 Etapa 9. En ciertas circunstancias, la interferencia afecta a la recepción pero no afecta a la transmisión. Si este es el caso, un dispositivo que está afectado por interferencia puede ser capaz de “gritar” (radiodifundir) por encima del ruido y que aún sea posible que lo escuche otro dispositivo en la red, que no está en sí afectado por la misma interferencia. Esto se ilustra a través del mensaje B, en la figura 1. Cuando se recibe un mensaje de este tipo, a continuación, se adopta una acción por ese Encaminador para ayudar al dispositivo a volver a unirse a la red.
- 30 El mensaje que se envía (conocido como mensaje de Estatus de Entorno de Red o de NES) estará compuesto por datos procedentes de la exploración de Energía local e indicará el canal más favorable para la comunicación, detectado durante la “Exploración de Detección de Energía” en la etapa 7.
- 35 Etapa 10. Si existe un Coordinador en la red, el Dispositivo Encaminador enviará una solicitud de cambio de canal a este coordinador que incluye información procedente del mensaje de NES, tal como se ilustra en la figura 2. (Nota: esta es una etapa opcional - si no existe Coordinador alguno, el Encaminador facilitará el cambio de canal por sí mismo, comunicándose con otros Encaminadores para determinar el mejor nuevo canal).
- 40 Etapa 11. Si no es posible cambiar el canal para la totalidad de la red, un dispositivo progenitor puede ser capaz de funcionar de forma temporal sobre múltiples canales. Esto significaría que cualesquiera dispositivos huérfanos serían capaces de volver a unirse a la red usando un canal alternativo, mientras que el dispositivo progenitor continuaría comunicándose con el resto de la red usando la frecuencia original. Se requeriría una estrategia de particiones de tiempo para permitir que el progenitor diera servicio a mensajes sobre ambos canales.
- 45 En una ampliación al funcionamiento en múltiples canales, un dispositivo podría requerir que su progenitor funcionase sobre ambos canales, ampliando de este modo el segmento de la red usando la nueva frecuencia. Esta solicitud se propagaría tan lejos como fuera posible a través de la red con el objeto de cambiar al nuevo canal tantos dispositivos como fuera posible. Esto ayudaría al coordinador en un cambio de canal de red completo.
- 50 Etapa 12. Tal como se representa en la figura 3, la solicitud se radiodifunde a todos los Encaminadores para llevar a cabo una exploración de ED local, determinar el mejor canal e informar de este al coordinador. El Encaminador puede llevar a cabo la exploración de ED por sí mismo, o solicitar información procedente de sus dispositivos vástagos para proporcionar realimentación al Coordinador. Una vez que el Coordinador ha recibido los resultados de estas exploraciones (este puede no esperar las respuestas procedentes de todos los Encaminadores), este determina el canal que es el más adecuado para la totalidad de la red y radiodifunde una notificación de cambio de canal.
- 55 Etapa 13. Además, el coordinador lleva a cabo de forma periódica una exploración de ED, por ejemplo sobre el canal actual, para detectar si existe alguna interferencia local. Pueden usarse para esto técnicas alternativas.
- 60 Etapa 14. Los dispositivos de Encaminador también verifican que se dé acuse de recibo a los mensajes, tal como se ilustra en la figura 2. De nuevo un contador MsgNotRcvd indica el número de mensajes que no se han enviado con éxito. Esta etapa puede ser similar a la etapa 2.
- 65 Etapa 15. Si un mensaje no se envía con éxito, un Encaminador intentará enviarlo una vez más. Esto también puede requerir la búsqueda de una ruta alternativa. Este es en particular el caso si el número de envíos sin éxito no es

demasiado alto, por ejemplo, por debajo de 5, de otro modo se podría dar lugar a una inundación de la red con estos mensajes repetidos, y a un alto consumo de potencia.

5 Etapa 16. Si un Encaminador no es capaz de comunicarse, por ejemplo si el número de envíos sin éxito se encuentra por encima del umbral predeterminado, este también radiodifunde un mensaje de NES, con un método similar al de las etapas 6 a 9.

Para implementar lo anterior, se requieren cinco nuevos mensajes de ZigBee:

ChannelScanRequest	Radiodifundido a todos los Encaminadores por el Coordinador de PAN solicitando a los mismos que lleven a cabo una exploración de energía local y devuelvan los resultados.
ChannelChangeRequest	Enviado por un dispositivo progenitor (Encaminador) al Coordinador de PAN solicitando que este cambie el canal de red.
DenyChannelChange	Enviado por el Coordinador de PAN a un Encaminador informando a este de que no es capaz de cambiar de canal.
ChannelChangeNotification	Radiodifundido por el Coordinador de PAN notificando a todos los dispositivos que estos deberían cambiar de canal.
NES (Estatus de Entorno de Red)	Radiodifundido por un dispositivo huérfano. Este contiene datos de entorno local generados a partir de una exploración de detección de energía e indica el canal más favorable.

10 El modo más fácil para recoger los resultados de exploración es que se porte una herramienta de puesta en servicio móvil y que esté ajustada para escuchar los mensajes de radiodifusión. Cualesquiera mensajes de este tipo recibidos que contuvieran resultados de exploración se registrarían y cotejarían.

15 El problema con esto es que se requiere que alguien porte la herramienta. Podría sugerirse un mecanismo alternativo, por medio de lo cual cualquier dispositivo que escuche un mensaje de radiodifusión que contenga resultados de exploración de detección de energía (NES) se configura para enviar una copia de los datos a su propio Coordinador de PAN. Claramente, esto no funcionaría para dispositivos en áreas en las que la señal se ha deteriorado con rapidez, debido a que estos tampoco serán capaces de comunicarse sobre el canal normal. Sin embargo, los dispositivos en el límite mismo del área afectada (en donde quiera que se encuentre el límite) son capaces de comunicarse pero también son capaces de escuchar los mensajes de radiodifusión. Por lo tanto, la  
20 indicación de que un cierto canal no puede usarse por uno o más dispositivos en la PAN se devuelve correctamente al Coordinador de PAN, el cual puede adoptar unas etapas automatizadas o semiautomatizadas para rectificar la situación.

25 A partir de la lectura de la presente descripción, otras variaciones y modificaciones serán evidentes a los expertos en la materia. Tales variaciones y modificaciones pueden implicar características equivalentes, y otras, que ya se conocen en la técnica, y que pueden usarse en lugar o, además de, las características que ya se han descrito en el presente documento.

30 A pesar de que las reivindicaciones se han formulado en la presente solicitud para combinaciones particulares de características, debería entenderse que el alcance de la divulgación de la presente invención también incluye cualquier característica novedosa o cualquier combinación novedosa de características divulgadas en el presente documento, o bien explícita o bien implícitamente o cualquier generalización de las mismas, ya se refiera o no a la misma invención que se reivindica en la presente en cualquier reivindicación o ya mitigue o no cualquiera o la  
35 totalidad de los mismos problemas técnicos que mitiga la presente invención.

Las características que se describen en el contexto de realizaciones separadas también podrían proporcionarse en combinación en una realización única. A la inversa, varias características que, en aras de la brevedad se describen en el contexto de una realización única, también pueden proporcionarse por separado o en cualquier subcombinación adecuada. Por la presente, los Solicitantes de la presente invención comunican que podrían formularse nuevas reivindicaciones para tales características y / o combinaciones de estas características durante la  
40 tramitación de la presente Solicitud o de cualquier Solicitud adicional derivada de la misma.

**REIVINDICACIONES**

- 5 1. Un método para comunicarse de forma inalámbrica desde un dispositivo con por lo menos un nodo en una red de Zigbee inalámbrica, comprendiendo dicho método, en el dispositivo:
- detectar un problema con la comunicación,  
llevar a cabo una exploración huérfana sobre un canal actual comenzando con la transmisión de una baliza o un mensaje especial sobre el canal actual para indicar a la red que el dispositivo ha quedado huérfano y desea volver a unirse,
- 10 si la exploración huérfana sobre el canal actual no ha tenido éxito, llevar a cabo la exploración huérfana sobre la totalidad de los canales, mediante la transmisión de la baliza o el mensaje especial sobre todos los canales,  
si la exploración huérfana sobre todos los canales no ha tenido éxito, llevar a cabo un reconocimiento de las condiciones locales sobre la base de una exploración de detección de energía, lo que determina una cantidad de interferencia local en todos los canales,
- 15 generar un mensaje de estatus de entorno de red derivado del resultado del reconocimiento, indicando dicho mensaje de estatus de entorno de red el canal más favorable para la comunicación, y  
radiodifundir el mensaje de estatus de entorno de red.
- 20 2. Un método tal como se reivindica en la reivindicación 1, en el que la etapa de detección de un problema comprende percibir que un número de mensajes no recibidos se encuentra por encima de un umbral predeterminado.
3. Un método tal como se reivindica en la reivindicación 1 o la reivindicación 2, que comprende además, en el dispositivo, la etapa de intentar entrar en contacto con un dispositivo no predeterminado mediante la radiodifusión de un mensaje sobre un canal previamente usado.
- 25 4. Un método tal como se reivindica en la reivindicación 3, en el que la etapa de intentar entrar en contacto con un dispositivo no predeterminado se acciona antes que la etapa de llevar a cabo un reconocimiento.
- 30 5. Un método tal como se reivindica en la reivindicación 3, que comprende además, en el dispositivo, la etapa de intentar entrar en contacto con un dispositivo no predeterminado mediante la radiodifusión de un mensaje sobre por lo menos un canal diferente del canal previamente usado.
- 35 6. Un método tal como se reivindica en la reivindicación 1, en el que la etapa de llevar a cabo un reconocimiento comprende además la detección de una interferencia local en cada canal disponible.
- 40 7. Un método tal como se reivindica en la reivindicación 6, en el que si no se detecta una interferencia, el dispositivo indica en una notificación que existe de forma local un problema no relacionado con la interferencia, y radiodifunde esta notificación.
8. Un método tal como se reivindica en la reivindicación 1, que comprende además, en un dispositivo adicional de la red, la etapa de enviar una solicitud de cambio de canal con el fin de transferir la comunicación a otro canal.
- 45 9. Un método tal como se reivindica en la reivindicación 8, que comprende además la etapa de comunicarse sobre dos canales diferentes.
- 50 10. Un dispositivo accionable para comunicarse de forma inalámbrica con por lo menos un nodo en una red de Zigbee inalámbrica, estando dispuesto el dispositivo para:
- detectar un problema con la comunicación;  
llevar a cabo una exploración huérfana sobre un canal actual comenzando con la transmisión de una baliza o un mensaje especial sobre el canal actual para indicar a la red que el dispositivo ha quedado huérfano y desea volver a unirse,
- 55 llevar a cabo la exploración huérfana sobre la totalidad de los canales, tras la detección de que la exploración huérfana sobre el canal actual no ha tenido éxito, mediante la transmisión de la baliza o el mensaje especial sobre todos los canales,  
tras la detección de que la exploración huérfana sobre todos los canales no ha tenido éxito, llevar a cabo un reconocimiento de las condiciones locales sobre la base de una exploración de detección de energía, lo que determina una cantidad de interferencia local en todos los canales,
- 60 generar un mensaje de estatus de entorno de red derivado del resultado del reconocimiento, indicando dicho mensaje de estatus de entorno de red el canal más favorable para la comunicación; y  
radiodifundir el mensaje de estatus de entorno de red.



FIG. 1-I  
(¿MsgNetRcvd < 5? =N)

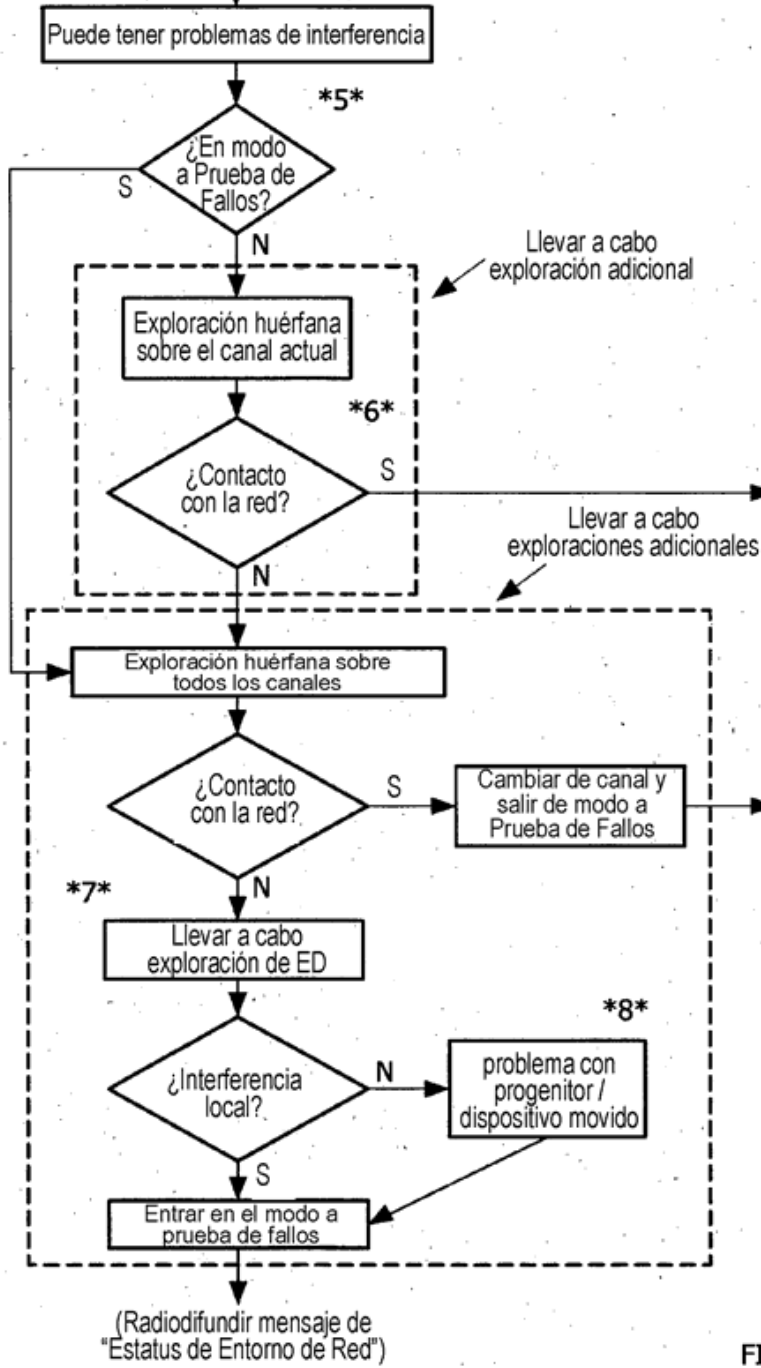


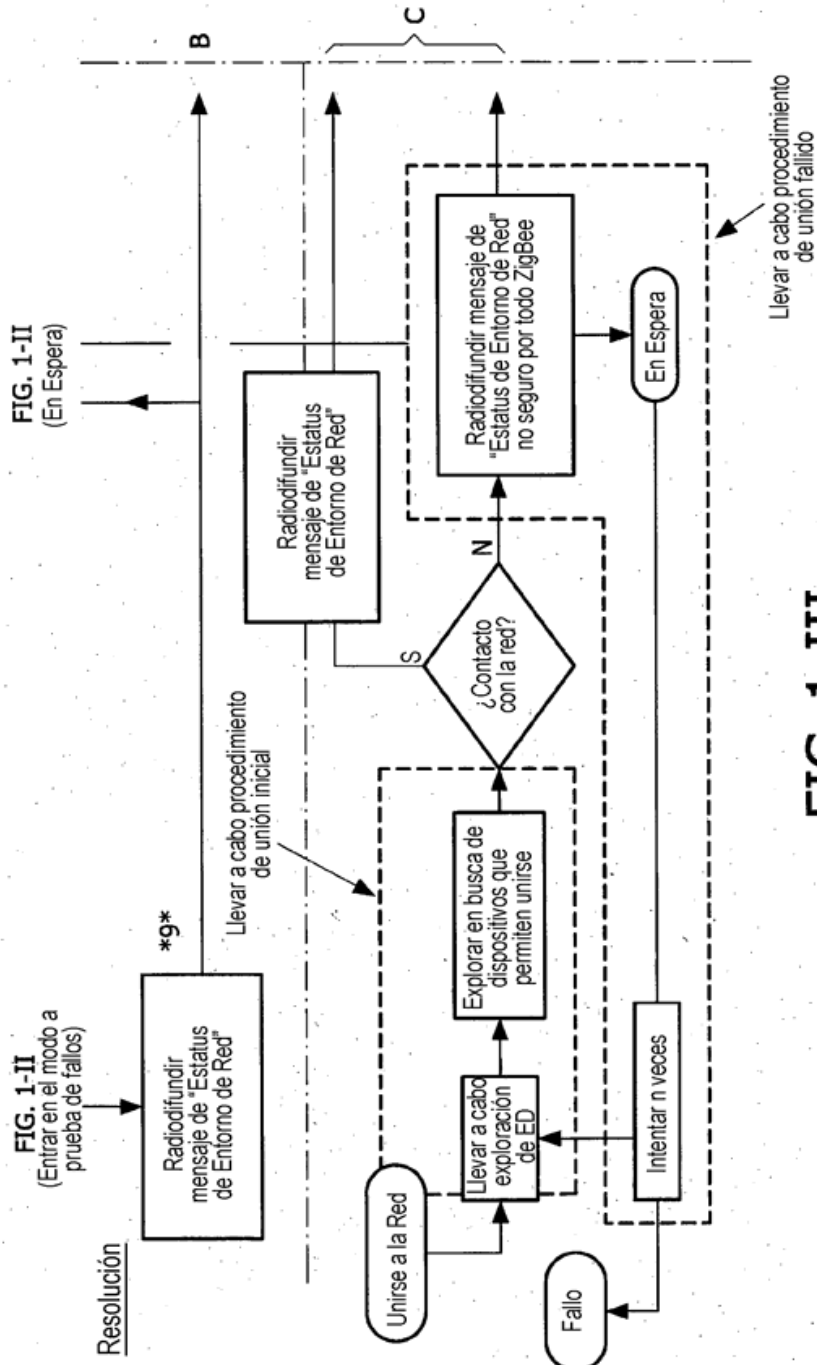
FIG. 1-III

FIG. 1-II

FIG. 1-I

FIG. 1-III





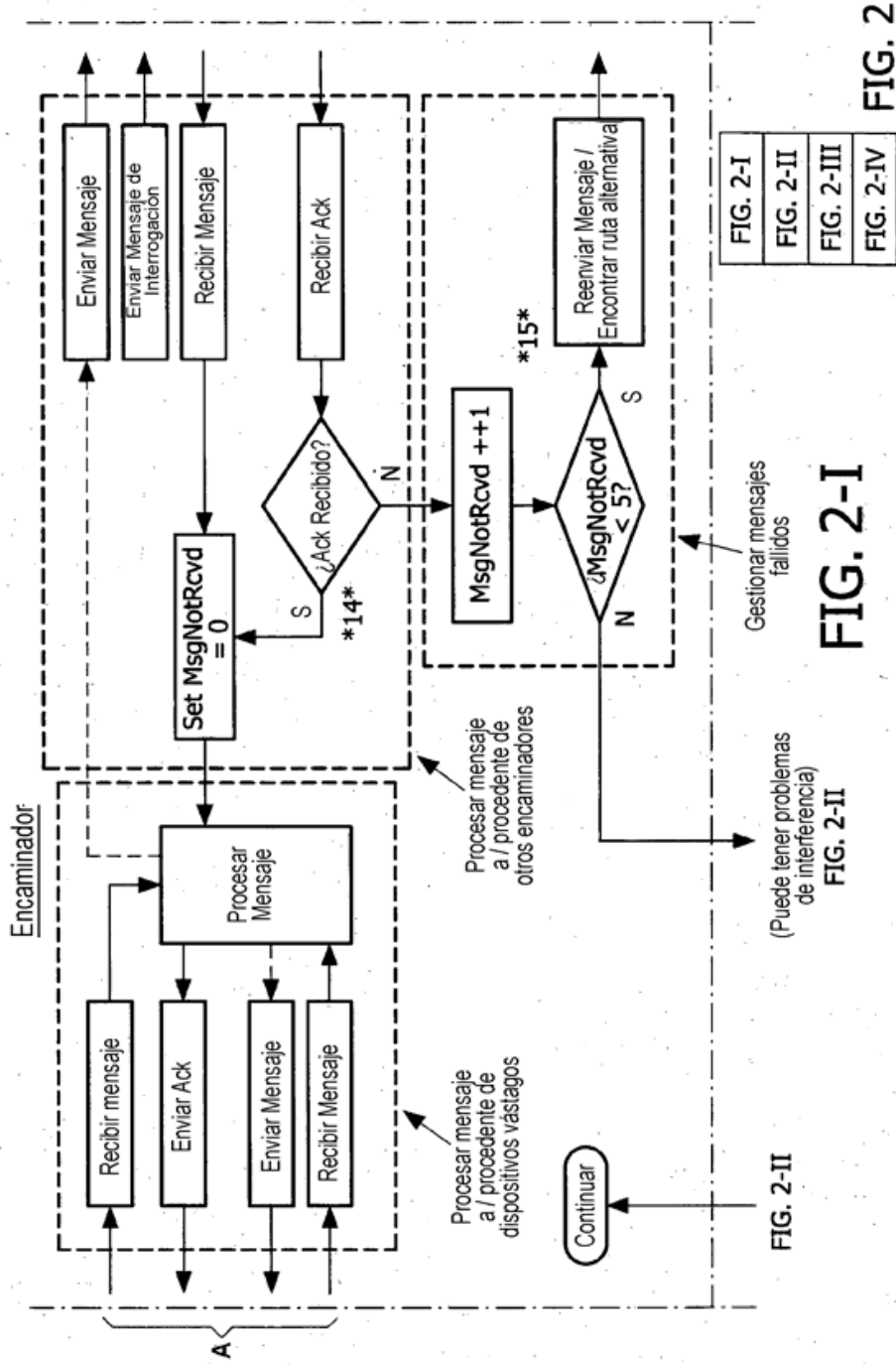
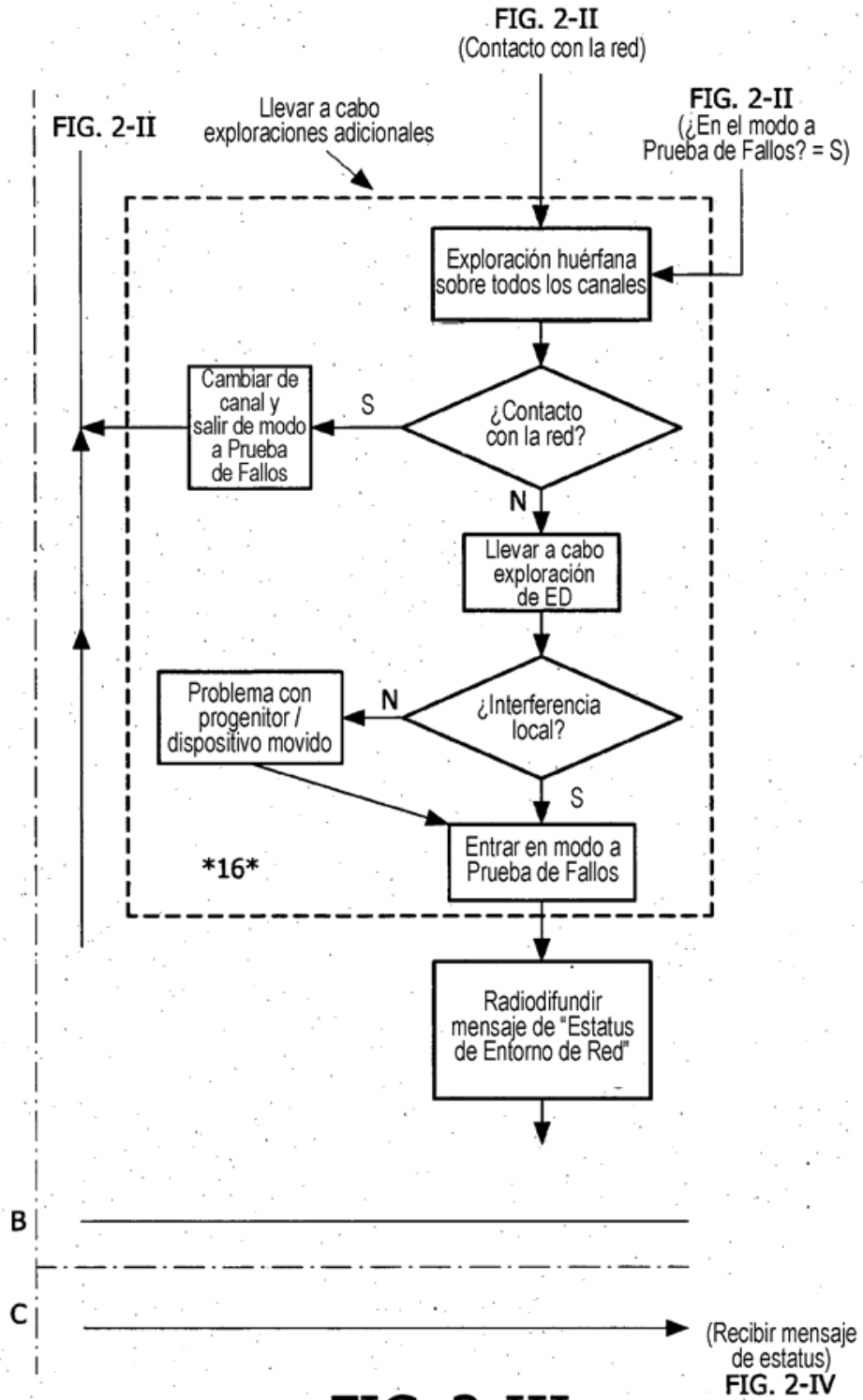
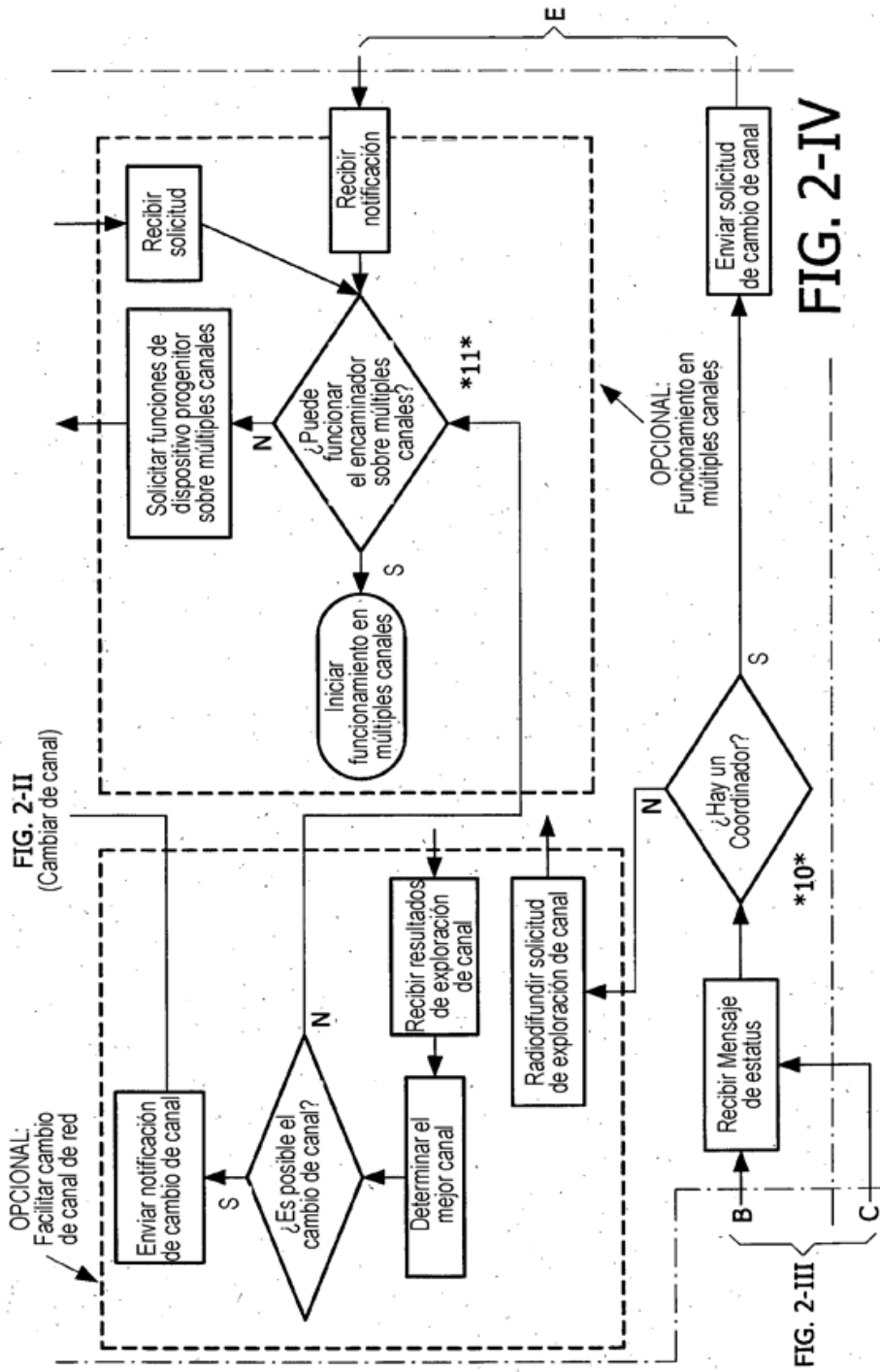


FIG. 2







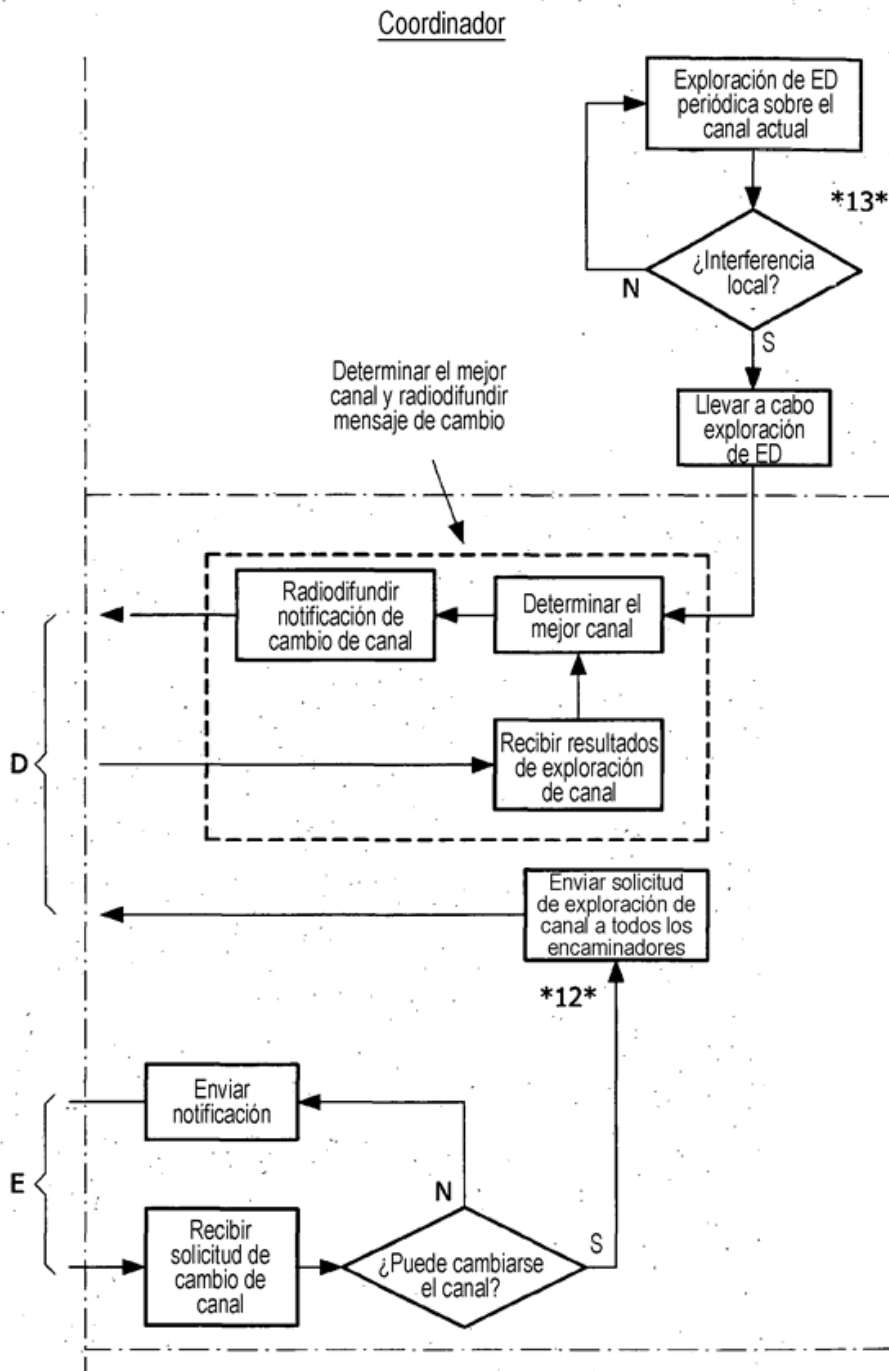


FIG. 3