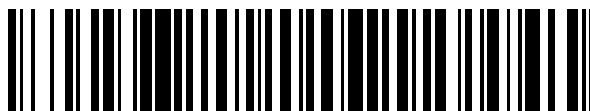


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 612 126**

51 Int. Cl.:

**H04W 16/12** (2009.01)

**H04W 40/24** (2009.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **22.07.2011** E 11290335 (6)

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **12.10.2016** EP 2549788

54 Título: **Un procedimiento de gestión para reutilización espacial de único canal en presencia de nodos potencialmente perjudiciales en una red ad-hoc móvil**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**12.05.2017**

73 Titular/es:  
**THALES (16.7%)**  
**Tour Carpe Diem, Place des Corolles, Esplanade Nord**  
**92400 Courbevoie, FR;**  
**INDRA (16.7%);**  
**ELEKTROBIT WIRELESS COMMUNICATIONS LTD. (16.7%);**  
**SELEX ELSAG S.P.A. (16.7%);**  
**SAAB (16.7%) y**  
**RADMOR (16.7%)**

72 Inventor/es:

**JOLY, ANTOINE y**  
**FACHAU, LAURENT**

74 Agente/Representante:

**CARPINTERO LÓPEZ, Mario**

ES 2 612 126 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

Un procedimiento de gestión para reutilización espacial de único canal en presencia de nodos potencialmente perjudiciales en una red ad-hoc móvil

### Campo de la invención

- 5 La invención se refiere a un procedimiento para gestionar la reutilización espacial en un único canal en una red ad-hoc móvil que comprende uno o más nodos potencialmente perjudiciales.

Un nodo potencialmente perjudicial o PDN se define como un nodo que tiene una conectividad amplia como se explica a continuación.

### Análisis de la técnica anterior

- 10 Una red móvil, por ejemplo una MANET (Red Ad-hoc Móvil), es una clase de red que tiene la capacidad para reconfigurarse a sí misma y cambiar localizaciones. Tal red está compuesta de una pluralidad de nodos de comunicación en movimiento que pueden emitir (transmitir) y recibir datos entre sí. El término datos significa tráfico de señalización o de usuario o cualquier clase de tráfico o datos intercambiados entre los nodos.

- 15 En algunos casos, una red móvil usa un único canal de radio, y las comunicaciones de datos normalmente se transmiten en intervalos de tiempo, definiéndose un intervalo de tiempo mediante su tiempo de transmisión y su duración.

Un intervalo de tiempo usado por un nodo dado para transmitir en un canal de radio dado puede reutilizarse en la transmisión en el mismo canal de radio por otros nodos si están lo suficientemente lejos. Por lo tanto no hay interferencia.

- 20 Algunos nodos en una red móvil, conocidos como nodos potencialmente perjudiciales, pueden tener un impacto negativo en los rendimientos debido a su conectividad amplia en comparación con la del promedio de la red. Esto es en particular debido a buenas condiciones de propagación y/o a una localización favorable del nodo entre otros nodos de la red.

- 25 Uno de los problemas con tales nodos es que pueden reducir la cantidad de reutilización espacial de intervalo en una red móvil. Además, los nodos PDN pueden hacerse cuellos de botella de encaminamiento si tienen que retransmitir demasiados datos. Una definición de un nodo PDN se proporciona en la solicitud EP10290677.3.

- 30 El documento titulado "A hybrid MAC Protocol Based on ADAPT with Modified Back-Off Mechanism" de Liping Zhou y col, education technology and computer 2010 2ND International conference, IEEE, Piscataway, NJ, Estados Unidos, 22 de junio de 2010, páginas V4-413, XP031718408 permite resolver un problema de ausencia de recursos de radio creado por los nodos PDN.

### **Definición**

La reutilización espacial consiste en reutilizar el mismo intervalo en transmisión en el mismo canal mediante varios nodos si están lo suficientemente lejos y por lo tanto no interfieren. La invención puede aplicarse también en el caso de canal de salto de frecuencia.

- 35 El canal  $C_0$  se usa por todos los nodos de la red para transmitir en los S-SLOT.

- 40 Los S-SLOT se usan, por ejemplo, para transmitir tráfico de señalización o de usuario o cualquier clase de tráfico o datos intercambiados entre los nodos. Una trama de datos puede comprender también otros tipos distintos de intervalos a los S-SLOT. Los S-SLOT pueden tener una posición fija o una posición aleatoria dentro de una trama de datos. Un S-ciclo está compuesto de un número dado de tramas de datos como se explica más adelante en relación con la figura 2.

### Sumario de la invención

- 45 La presente invención se refiere a un procedimiento para gestionar la reutilización espacial de intervalos en una red móvil que comprende varios nodos  $N_i$ , comprendiendo dicho procedimiento un S-ciclo que comprende un primer sub-ciclo y un segundo sub-ciclo, comprendiendo dicha red uno o más Nodos Potencialmente Perjudiciales (PDN), teniendo dicho nodo PDN una conectividad amplia en comparación con la del promedio de la red móvil, comprendiendo dichos nodos  $N_i$  y PDN una tabla local LT, una tabla global GT que indica la posible reutilización de S-SLOT, definiéndose los S-SLOT como un intervalo adaptado para transmitir tráfico de señalización o de usuario intercambiado entre los nodos, y un resumen de la tabla global SGT adaptado para determinar qué S-SLOT en el S-ciclo mejorado pueden reutilizarse finalmente mediante el nodo local, comprendiendo dicho procedimiento la intercalación de dichos dos sub-ciclos:

- primer sub-ciclo, el S-ciclo normal, donde los S-SLOT se asignan todos estáticamente y donde cada nodo tiene una y únicamente una asignación de S-SLOT,
- segundo sub-ciclo, el S-ciclo mejorado, donde cada nodo tiene un S-SLOT asignado estáticamente, y donde para todos los nodos excepto los nodos PDN, uno o más S-SLOT adicionales se asignan dinámicamente cuando la topología lo hace posible, compartiéndose equitativamente las asignaciones de S-SLOT dinámicas en unos vecinos de 2 saltos, y en el que las asignaciones de S-SLOT dinámicas se determinan realizando reutilización espacial de S-SLOT,
- un contador de contador de retroceso usado para evitar que el nodo local intente reutilizar en el siguiente S-ciclo o al mismo tiempo que un vecino de 1 salto, un S-SLOT que acaba de sufrir un conflicto o una interferencia.

Si dos o más vecinos de 1 salto anuncian sus intenciones para transmitir en el mismo S-SLOT  $j$ , es decir estado BUSY\_TX para el S-SLOT  $j$ , el nodo local puede detectar con antelación una colisión lógica en el S-SLOT  $j$ . Para evitar que tenga lugar una colisión física en el S-SLOT  $j$ , el nodo local indica, por ejemplo, en su tabla local LT que el S-SLOT  $j$  está JAMMED\_OR\_IN\_COLLISION.

Cada nodo local puede actualizar su tabla local LT si detecta de manera lógica la resolución de una colisión lógica, para detener la transmisión de un estado JAMMED\_OR\_IN\_COLLISION:

- Si se ha detectado una colisión lógica en el S-SLOT  $j$  hace menos que un S-ciclo, el nodo local debería comprobar las siguientes condiciones:
  - Entre los vecinos de 1 salto implicados en la colisión lógica, si únicamente uno de ellos indica en su tabla local un estado BUSY\_TX para el S-SLOT  $j$ , el estado del S-SLOT  $j$  debería establecerse a BUSY\_RX en la tabla local LT del nodo local,
  - Entre los vecinos de 1 salto implicados en la colisión lógica, si cero de ellos indican en su tabla local LT el estado BUSY\_TX para el S-SLOT  $j$ , el estado del S-SLOT  $j$  debería establecerse a FREE en la tabla local del nodo local,
  - Un nodo no PDN transmite su tabla local actual LT en cada una de sus asignaciones de S-SLOT estáticas, y potencialmente en cada una de sus asignaciones de intervalos dinámicas, si se desean mejores tiempos de interactividad y convergencia.

Tan pronto como un nodo se ha identificado a sí mismo como un nodo PDN, por ejemplo, detiene la transmisión de su tabla local y libera sus asignaciones de S-SLOT dinámicas potenciales. Un nodo PDN continúa actualizando su tabla local LT, su tabla global GT y su resumen de la tabla local SGT.

De acuerdo con una realización, un nodo no PDN transmite su tabla actual en cada una de sus asignaciones de S-SLOT estáticas, y si es necesario en cada una de sus asignaciones de S-SLOT dinámicas potenciales para mejorar tiempos de convergencia.

De acuerdo con otra realización, un S-SLOT puede tener uno de los cuatro estados posibles en el S-ciclo mejorado:

- BUSY\_TX: el nodo local transmite en el S-SLOT;
- FREE: el nodo local no transmite en el S-SLOT y no detecta suficiente actividad en el S-SLOT;
- BUSY\_RX: el nodo local recibe datos apropiadamente, o detecta alguna actividad en el S-SLOT incluso aunque no pueda decodificar datos apropiadamente;
- JAMMED\_OR\_IN\_COLLISION: el S-SLOT es interferido por un enemigo o sufre colisiones desde su propia red.

Los mecanismos de asignaciones de S-SLOT dinámicas usan, por ejemplo, entre otras variables, el número de vecinos de 2 saltos del nodo local, para calcular el número máximo teórico de asignaciones de S-SLOT dinámicas que puede tener el nodo local. Si el número de vecinos de 2 saltos es cero, el nodo intenta reutilizar todos los S-SLOT dinámicos del S-ciclo mejorado.

Las etapas para crear una tabla local de un nodo local son, por ejemplo, las siguientes etapas:

- análisis de una tabla local transmitida por sus vecinos de 1 salto y recibida por el nodo local,
- detección lógica de una colisión,
- detección lógica de una resolución de una colisión lógica,
- detección física del estado FREE, BUSY\_RX o JAMMED\_OR\_IN\_COLLISION,
- estado BUSY\_RX para las asignaciones de S-SLOT estáticas de vecinos de 1 salto.

La tabla global, que indica la posible reutilización de S-SLOT en el S-ciclo mejorado, se crea, por ejemplo, analizando las tablas locales recibidas desde cada vecino de 1 salto del nodo local de la siguiente manera:

Representando  $i$  la identidad  $id$  de un vecino de 1 salto desde el cual el nodo local ha recibido una tabla local, Designándose  $j$  el número de S-SLOT en el S-ciclo mejorado;  $GT(i,j)$  puede ser igual a cualquiera de 0 o 1,  $GT(i,j)=0$  significa que el S-SLOT  $j$  es potencialmente reutilizable por el nodo local, de acuerdo con la tabla local transmitida por el nodo  $i$ ,  $GT(i,j)=1$  significa que el S-SLOT  $j$  no es reutilizable por el nodo local, de acuerdo con la tabla local transmitida por el nodo  $i$ ,

Si la tabla local recibida desde un vecino de 1 salto  $i$  indica que el S-SLOT  $j$  es FREE, entonces  $GT(i,j)=0$ ,  
 Si la tabla local recibida desde un vecino de 1 salto  $i$  indica que el S-SLOT  $j$  está BUSY\_RX, BUSY\_TX o JAMMED\_OR\_IN\_COLLISION, entonces  $GT(i,j)=1$ .

5 De acuerdo con una realización, para determinar qué S-SLOT en el S-ciclo mejorado pueden reutilizarse finalmente mediante el nodo local, dicho procedimiento comprende el análisis de la tabla global:

Representando  $i$  la id de un vecino de 1 salto desde el cual el nodo local ha recibido una tabla local. Designando  $j$  el número de S-SLOT en el S-ciclo mejorado.

Siendo  $SGT(j) = \sum_i GT(i, j)$  con  $GT(i,j)$  puede ser igual a cualquiera de 0 o 1,

Un S-SLOT reutilizable verifica los tres siguientes criterios:

- 10
- $LT(j)=FREE$ ,
  - $SGT(j)=0$ .
  - Un contador de retroceso para el S-SLOT  $j$  es, por ejemplo, igual a 0, siendo el contador de retroceso un número entero aleatorio entre 0 y un número dado.

15 La presente invención se refiere también a una red para gestionar la reutilización en condición de único canal en una red móvil que comprende varios nodos  $N_i$ , comprendiendo dicha red uno o varios Nodos Potencialmente Perjudiciales (PDN), teniendo dicho nodo PDN una conectividad amplia en comparación con la del promedio de la red móvil, comprendiendo dichos nodos  $N_i$  y PDN una tabla local  $LT$ , una tabla global  $GT$  y un resumen de la tabla global  $SGT$ , un contador de retroceso adaptado para evitar que el nodo local intente reutilizar, en el siguiente S-ciclo o al mismo tiempo que un vecino de 1 salto, un S-SLOT que acaba de sufrir un conflicto o una interferencia,  
 20 definiéndose los S-SLOT como un intervalo adaptado para transmitir tráfico de señalización o de usuario intercambiado entre los nodos, en el que los nodos de la red comprenden medios para ejecutar al menos las etapas del procedimiento de acuerdo con características previamente mencionadas.

### **Breve descripción de los dibujos**

25 Otros objetos, características y ventajas de la presente invención serán evidentes a partir de la descripción detallada de la invención que sigue, cuando se consideran a la luz de los dibujos adjuntos en los que:

- La Figura 1, es una representación esquemática de una red ad-hoc móvil,
- La Figura 2, es un ejemplo de S-ciclos normal y mejorado,
- La Figura 3, es un ejemplo de tabla local,
- La Figura 4, es un ejemplo de una tabla global,
- 30 • La Figura 5, es un ejemplo de resumen de una tabla global, y
- La Figura 6, es un diagrama usado para determinar el nuevo estado de un S-SLOT en la tabla local de un nodo local, después de que el nodo local ha recibido una tabla local transmitida mediante otro nodo.

### **Descripción de una realización**

35 La Figura 1 es una representación esquemática de una red ad-hoc móvil que comprende varios nodos de comunicación de radio  $N_i$ . Algunos de ellos son nodos potencialmente perjudiciales (PDN) tal como se han definido anteriormente.

40 Los nodos de comunicación de radio son, por ejemplo, teléfonos 104, 105, 106 móviles, ordenadores 101, 102, 103 portátiles, tabletas 107, 108, 109 electrónicas, o el vehículo 100 aéreo. Más en general, un nodo es un equipo que comprende medios de transmisión/recepción de datos en un canal de radio seleccionado a/desde otros nodos de la red, u otras redes. Los nodos vecinos que pueden alcanzarse directamente sin el uso de otro nodo se denominan nodos vecinos de un salto o de 1 salto.

45 El procedimiento propuesto de acuerdo con la presente invención está basado en el uso de mecanismos de asignación de S-SLOT estáticos y dinámicos. La solución propuesta de acuerdo con la invención usa un nuevo concepto de sub-ciclo normal (S-ciclo normal) y sub-ciclo mejorado (S-ciclo mejorado) que permite que se gestionen los nodos PDN. Un nodo necesita conocer sus vecinos de 2 saltos. Los vecinos se descubren gracias a los S-SLOT u otras clases de intervalos tales como intervalos de baliza.

Las asignaciones estáticas se determinan, por ejemplo, de acuerdo con la identidad de los nodos y tienen, como objetivo, proporcionar al menos una oportunidad de transmisión de S-SLOT para cada nodo para cada sub-ciclo, sea cual sea la topología de la red.

50 Las asignaciones dinámicas se determinan ejecutando mecanismos de reutilización espacial y su objetivo es permitir que los nodos, excepto los nodos PDN, transmitan más de una vez en el sub-ciclo mejorado, cuando la topología lo autoriza.

El objeto de la presente invención está también basado en el uso de ambas tablas de estados de intervalos intercambiados entre nodos, e información física (proporcionada por la capa física y usada por la capa de MAC (Control de Acceso al Medio)), para mejorar el tiempo de convergencia y la reactividad, en vista de la movilidad de los nodos.

5 En el ejemplo proporcionado en la siguiente descripción, el S-ciclo está compuesto de dos sub-ciclos, intercalados temporalmente:

**S-ciclo normal:** los S-SLOT se asignan todos estáticamente. La reutilización espacial de S-SLOT no está permitida en el S-ciclo normal. Cada nodo tiene una y únicamente una asignación de S-SLOT en el S-ciclo normal.

10 **S-ciclo mejorado:** Cada nodo tiene un S-SLOT asignado estáticamente, más, para todos los nodos excepto los PDN, uno o más S-SLOT adicionales asignados dinámicamente cuando la reutilización espacial de S-SLOT es posible.

Se proporcionan definiciones y concepto, las realizaciones de la invención se describirán ahora.

### S-ciclos normales y mejorados

15 En este ejemplo, como se ha introducido anteriormente, el S-ciclo está compuesto de dos sub-ciclos, intercalados temporalmente:

a) primer sub-ciclo o S-ciclo normal: todos los S-SLOT se asignan estáticamente. La reutilización espacial de S-SLOT no se permite en el S-ciclo normal. Cada nodo tiene una y únicamente una asignación de S-SLOT.

20 b) segundo sub-ciclo o S-ciclo mejorado: cada nodo tiene un S-SLOT asignado estáticamente, más, para todos los nodos excepto los PDN, uno o más S-SLOT adicionales asignados dinámicamente cuando la reutilización espacial de S-SLOT es posible.

La intercalación puede estar constituida, por ejemplo, del 50 % de S-SLOT en el S-ciclo normal y el 50 % de S-SLOT en el S-ciclo mejorado, o cualquier otro valor, el a % para los S-SLOT en el S-ciclo normal y el b % de S-SLOT en el S-ciclo mejorado, siendo la suma a+b igual al 100 %.

25 Un PDN no está permitido a realizar reutilización espacial de S-SLOT debido a su gran número de vecinos.

Un PDN reduce la cantidad de reutilización espacial de S-SLOT que pudiera tener lugar en la red si este PDN no estaba presente, por las siguientes razones:

- cada vez que un PDN transmite, ninguno de sus vecinos de 1 salto puede transmitir en el mismo S-SLOT. De otra manera, uno (o más) vecino o vecinos de 1 salto del PDN podrían interferirse.
- 30 - cuando un vecino de 1 salto de un PDN transmite, ni el PDN ni sus vecinos de 1 salto pueden transmitir en el mismo S-SLOT. De otra manera, el PDN podría interferirse.

Tan pronto como un nodo se ha identificado a sí mismo como un PDN, deja de realizar reutilización y no se tiene en cuenta por sus vecinos de 1 salto para determinar sus S-SLOT reutilizables potenciales. Esta solución permite realizar reutilización en el S-ciclo mejorado como si no hubiera PDN en la red (es decir las cercanías del nodo PDN no se tienen en cuenta cuando se realiza la reutilización espacial de S-SLOT).

35 Un PDN puede sufrir colisiones en los S-SLOT en el S-ciclo mejorado que se están reutilizando. Estos S-SLOT pueden no recibirse apropiadamente (decodificarse) por el PDN. Esto es por lo que existe el S-ciclo normal.

40 Como la reutilización espacial de S-SLOT no se permite para cada nodo PDN en el S-ciclo normal y como todos los S-SLOT se asignan estáticamente, las colisiones no pueden tener lugar y cada PDN recibe todos los S-SLOT apropiadamente en el S-ciclo normal.

El S-ciclo normal se define como NMAX apariciones de los S-SLOT, con un número de S-SLOT par por ejemplo en el S-ciclo (S-SLOT 0, 2, 4, ..., 2\*NMAX-2), donde NMAX corresponde al número máximo de nodos permitidos en la red.

45 El S-ciclo mejorado se define como NMAX ocurrencias de los S-SLOT, con un número de S-SLOT impar por ejemplo en el S-ciclo (S-SLOT 1, 3, ..., 2\*NMAX-1) de acuerdo con una repartición del 50 % de S-SLOT en el S-ciclo normal y el 50 % de S-SLOT en el S-ciclo mejorado.

Ahora se describirá la **asignación de S-SLOT estática**. Cada nodo tiene una asignación de S-SLOT estática en el S-ciclo normal y una asignación de S-SLOT estática en el S-ciclo mejorado.

50 Transmisión: el nodo local transmite durante su asignación de S-SLOT estática en el S-ciclo normal y en el S-ciclo mejorado.

Recepción: el nodo local está en un estado de recepción durante todos los S-SLOT de los S-ciclos normal y mejorado, excepto sus dos propias asignaciones de S-SLOT estáticas.

5 A continuación se presentará la **asignación de S-SLOT dinámica**. El objetivo de los mecanismos de asignación de S-SLOT dinámica es para realizar reutilización espacial de S-SLOT, cuando la topología lo hace posible, y para permitir a los nodos, excepto los PDN, transmitir más de una vez en el S-ciclo mejorado.

Las asignaciones de S-SLOT dinámicas se comparten equitativamente en unos vecinos de 2 saltos.

Un PDN no está permitido a realizar reutilización espacial de S-SLOT debido a su gran número de vecinos.

10 Un PDN reduce la cantidad de reutilización espacial de S-SLOT que pudiera tener lugar en la red si este PDN no estaba presente. Tan pronto como un nodo se ha identificado a sí mismo como un PDN, deja de realizar reutilización y no se tiene en cuenta por sus vecinos de 1 salto para determinar sus S-SLOT reutilizables potenciales. Esta solución permite hacer reutilización en el S-ciclo mejorado como si no hubiera PDN en la red (es decir las cercanías del nodo PDN no se tienen en cuenta cuando se realiza la reutilización espacial de S-SLOT).

Los mecanismos de asignación de S-SLOT dinámica son mecanismos de único canal. Un canal,  $C_0$ , se usa por todos los nodos de la red para transmitir en los S-SLOT.

15 Para ejecutar los diferentes mecanismos previamente descritos, los nodos de la red de acuerdo con la presente invención deben mantener tablas que se describirán ahora.

Cada nodo mantiene una tabla local LT, una tabla global GT y un resumen de la tabla global SGT.

#### Tabla local LT

20 La tabla local describe el estado de los NMAX S-SLOT del S-ciclo mejorado, desde el punto de vista del nodo local. Un ejemplo se proporciona en la figura 3.

Designando  $j$  el número de S-SLOT en el S-ciclo mejorado. Representando  $LT(j)$  el estado del S-SLOT  $j$ .

El posible estado de un S-SLOT en el S-ciclo mejorado es por ejemplo uno de los siguientes cuatro estados:

- BUSY\_TX: el nodo local transmite en el S-SLOT;
- FREE: el nodo local no transmite en el S-SLOT y no detecta suficiente actividad en el S-SLOT;
- 25 - BUSY\_RX: el nodo local recibe datos apropiadamente, o detecta alguna actividad en el S-SLOT incluso aunque no pueda decodificar datos apropiadamente;
- JAMMED\_OR\_IN\_COLLISION: el S-SLOT está interferido por un enemigo o sufre una colisión desde la misma red.

Una realización para crear la tabla local LT comprende por ejemplo las siguientes etapas:

- 30 • analizar las tablas locales transmitidas por sus vecinos de 1 salto y recibidas por el nodo local;
- analizar las métricas proporcionadas por la capa física (PHY) cuando el nodo local está escuchando un S-SLOT;
- tener en cuenta la asignación de S-SLOT estática de sus vecinos de 1 salto en el S-ciclo mejorado;
- tener en cuenta la asignación de S-SLOT estática del nodo local, y su asignación o asignaciones de S-SLOT dinámicas potenciales.

35 Más en general un ejemplo de etapas para construir una tabla local se realiza por ejemplo en el siguiente orden:

- análisis lógico de una tabla local recibida por el nodo local,
- detección lógica de una colisión,
- detección lógica de una resolución de una colisión lógica,
- detección física de los tres estados FREE, BUSY\_RX o JAMMED\_OR\_IN\_COLLISION,
- 40 • estado BUSY\_RX para las asignaciones de S-SLOT estáticas de vecinos de 1 salto.

Un nodo no PDN transmite su tabla local actual LT en cada una de sus asignaciones de S-SLOT estáticas, y potencialmente en cada una de sus asignaciones de S-SLOT dinámicas, si se desean mejores tiempos de interactividad y convergencia.

45 Un nodo PDN no transmite su tabla local debido a que un PDN no está permitido a realizar reutilización espacial de S-SLOT, y es inútil que un PDN transmita su tabla local puesto que esto último no debería tenerse en cuenta por sus vecinos de 1 salto.

Esta solución permite que los nodos no PDN realicen reutilización espacial de S-SLOT en el S-ciclo mejorado como si no hubiera PDN en la red (es decir las cercanías del nodo PDN no se tienen en cuenta cuando se realiza la reutilización espacial de S-SLOT).

50

Cuando un nodo se enciende, el S-SLOT que corresponde a la asignación estática del nodo local en el S-ciclo mejorado siempre tiene un estado BUSY\_TX, y todos los otros S-SLOT tienen por defecto el estado FREE.

La Figura 6 describe un ejemplo de análisis de una tabla local recibida por el nodo local.

**Tabla global GT**

5 Un nodo tiene también una tabla global que es, por ejemplo, en forma de una matriz. El objetivo de esta tabla global es indicar la posible reutilización de los S-SLOT en el S-ciclo mejorado, analizando en particular las tablas locales recibidas desde cada vecino de 1 salto del nodo local. Un ejemplo se proporciona en la figura 4.

Representando  $i$  la identidad  $Id$  de un vecino de 1 salto desde el cual el nodo local ha recibido una tabla local.

Designando  $j$  el número de S-SLOT en el S-ciclo mejorado.  $GT(i,j)$  puede ser igual a cualquiera de 0 o 1.

10  $GT(i,j)=0$  significa que el S-SLOT  $j$  es potencialmente reutilizable por el nodo local, de acuerdo con la tabla local transmitida por el nodo  $i$ .

$GT(i,j)=1$  significa que el S-SLOT  $j$  no es reutilizable por el nodo local, de acuerdo con la tabla local transmitida por el nodo  $i$ .

Si la tabla local recibida desde un vecino de 1 salto  $i$  indica que el S-SLOT  $j$  es FREE, entonces  $GT(i,j)=0$ .

15 Si la tabla local recibida desde un vecino de 1 salto  $i$  indica que el S-SLOT  $j$  es BUSY\_RX, BUSY\_TX o JAMMED\_OR\_IN\_COLLISION, entonces  $GT(i,j)=1$ .

La entrada en la tabla global que corresponde a la tabla local enviada por un vecino de 1 salto debería grabarse hasta que se reciba una nueva tabla local desde este vecino.

20 La tabla global recibida desde un {NON} vecino de 1 salto debería descartarse. La expresión {NON} vecino de 1 salto significa que el nodo no es un "vecino de 1 salto".

Si un vecino de 1 salto se hace un {NON} vecino de 1 salto, su entrada correspondiente en la tabla global debería borrarse.

Tan pronto como como un vecino de 1 salto se hace un PDN, su entrada correspondiente en la tabla global debería borrarse.

25 **Resumen de la tabla global SGT**

Como se ha introducido anteriormente, un nodo tiene también un resumen de la tabla global SGT; un ejemplo se proporciona en la figura 5.

El objetivo del resumen de la tabla global SGT es determinar qué S-SLOT en el S-ciclo mejorado pueden reutilizarse finalmente mediante el nodo local.

30 Representando  $i$  la  $id$  de un vecino de 1 salto desde el cual el nodo local ha recibido una tabla local; designando  $j$  el número de S-SLOT en el S-ciclo mejorado; siendo  $SGT(j) = \sum_i GT(i,j)$  El resumen de la tabla global se actualiza después de cada actualización de la tabla global.

Un contador de retroceso puede crearse para un S-SLOT  $j$  si:

- 35 - se cumple uno de los dos casos de conflicto descritos en el diagrama de análisis lógico de una tabla local,
- o se detecta físicamente el estado JAMMED\_OR\_IN\_COLLISION (usando las métricas PHY, como se define más adelante).

El objetivo del contador de retroceso es evitar que el nodo local intente reutilizar, en el siguiente S-ciclo o al mismo tiempo que un vecino de 1 salto, un S-SLOT que acaba de sufrir un conflicto o una interferencia.

40 El contador de retroceso es un número entero aleatorio entre 0 y un número dado. Se reduce, por ejemplo, en 1 en el comienzo de cada S-ciclo, hasta que alcanza 0. Si el contador de retroceso para el S-SLOT no es igual a 0, este S-SLOT no puede reutilizarse por el nodo local.

Un S-SLOT  $j$  reutilizable respeta, por ejemplo, los tres siguientes criterios:

- 45 -  $LT(j)=FREE$ ,
- $SGT(j)=0$ ,
- El contador de retroceso para el S-SLOT  $j$  es igual a 0.

Si  $SGT(j)=0$ , esto significa que el S-SLOT j es FREE para todos los vecinos de 1 salto del nodo local.

En el ejemplo de la figura 5, si el contador de retroceso para el S-SLOT N.º 2 es igual a 0, este S-SLOT es reutilizable por el nodo local puesto que  $LT(2)=FREE$  (consúltese la Figura 3) y  $SGT(2)=0$  (véase la Figura 5).

5 La Figura 6 proporciona un ejemplo de análisis lógico de una tabla local recibida por el nodo local. Cuando el nodo local X en este ejemplo recibe una tabla local LT transmitida mediante un nodo Y, el nuevo estado de S-SLOT Z en la tabla local debería determinarse de acuerdo con, por ejemplo, el diagrama de la figura 6 donde:

- Z\_STATUS\_LT\_Y: estado del S-SLOT Z anunciado por un nodo Y en su tabla local.
- PRE\_Z\_STATUS\_LT\_X: estado anterior del S-SLOT Z en la tabla local del nodo local (nodo X), antes del análisis lógico de la tabla local transmitida por el nodo Y.
- 10 - NEW\_Z\_STATUS\_LT\_X: nuevo estado del S-SLOT Z en la tabla local del nodo local (nodo X), después del análisis lógico de la tabla local transmitida por el nodo Y.

En este diagrama, la palabra « JAMMED » se usa para designar « JAMMED\_OR\_IN\_COLLISION ».

15 **La detección lógica de una colisión** puede realizarse de la siguiente manera; el estado del S-SLOT j debería establecerse a JAMMED\_OR\_IN\_COLLISION en la tabla local LT del nodo local cuando dos o más vecinos de 1 salto indican en su tabla local el estado BUSY\_TX para el S-SLOT j.

Si dos o más vecinos de 1 salto anuncian sus intenciones de transmitir en el mismo S-SLOT j, el nodo local detecta con antelación una colisión lógica en el S-SLOT j. Para evitar que tenga lugar una colisión física en el S-SLOT j, el nodo local indica en su tabla local que el S-SLOT j está JAMMED\_OR\_IN\_COLLISION.

#### **Detección lógica de una resolución de una colisión lógica**

20 Si una colisión lógica se detectó en el S-SLOT j hace menos que un S-ciclo, el nodo local puede comprobar las siguientes condiciones:

- Entre los vecinos de 1 salto implicados en la colisión lógica, si únicamente uno de ellos indica en su tabla local el estado BUSY\_TX para el S-SLOT j, el estado del S-SLOT j puede establecerse a BUSY\_RX en la tabla local del nodo local.
- 25 • Entre los vecinos de 1 salto implicados en la colisión lógica, si cero de ellos indican en su tabla local el estado BUSY\_TX para el S-SLOT j, el estado de S-SLOT j puede establecerse a FREE en la tabla local del nodo local.

Es útil que el nodo local actualice su tabla local si detecta de manera lógica la resolución de una colisión lógica, para detener la transmisión del estado JAMMED\_OR\_IN\_COLLISION aunque ya no haya ninguna colisión lógica más. Las expresiones “hace menos de un S-ciclo” son útiles puesto que, si la colisión lógica no se resuelve lógicamente antes de que tenga lugar el S-SLOT j, se analizará físicamente (es decir usando las métricas PHY), cuando el nodo local escucha al S-SLOT j.

De acuerdo con la invención, el estado del canal de radio puede analizarse usando métricas proporcionadas mediante la capa PHY. Cuando el nodo local (nodo X) está escuchando al S-SLOT Z en el S-ciclo mejorado, el nuevo estado del S-SLOT Z en la tabla local de la tabla local debería determinarse. Los tres estados posibles son:

- 35 - FREE: el nodo local no detecta suficiente actividad en el S-SLOT.
- BUSY\_RX: el nodo local recibe datos apropiadamente, o detecta alguna actividad en el S-SLOT incluso aunque no pueda decodificar datos apropiadamente.
- JAMMED\_OR\_IN\_COLLISION: el S-SLOT es interferido por un enemigo o sufre colisiones desde la misma red.

40 De acuerdo con una realización de la invención, el número máximo MAX\_DYN de asignaciones de S-SLOT dinámicas obtenible por un nodo no de PDN se elige de acuerdo con los vecinos de 2 saltos del nodo local. Las asignaciones de S-SLOT dinámicas se comparten equitativamente en unos vecinos de 2 saltos; Siendo L\_USED\_DYN una lista de las asignaciones de S-SLOT dinámicas del nodo local y designando S\_L\_USED\_DYN el tamaño de la lista L\_USED\_DYN.

#### **Número apropiado de asignaciones de S-SLOT dinámicas: $S\_L\_USED\_DYN = MAX\_DYN$**

45 Si un nodo no de PDN tiene el número teórico de asignaciones de S-SLOT dinámicas, no necesita liberar u obtener asignaciones.

#### **Liberación de asignaciones de S-SLOT dinámicas para un nodo no de PDN: $S\_L\_USED\_DYN > MAX\_DYN$**

Si un nodo no de PDN tiene más asignaciones de S-SLOT dinámicas que el número máximo, tiene que liberar  $R = S\_L\_USED\_DYN - MAX\_DYN$  asignación o asignaciones.

50 La R asignación o asignaciones de S-SLOT dinámicas para liberar pueden ser cualquiera de:

- elegirse aleatoriamente en la lista L\_USED\_DYN,



- elegirse en la lista L\_USED\_DYN de modo que las dos asignaciones de S-SLOT estáticas y la asignación o asignaciones de S-SLOT dinámicas potencialmente restantes se distribuyen de manera tan uniforme como sea posible en el S-ciclo.

**Estado S-SLOT - BUSY\_TX a FREE liberado**

5 La tabla local LT del nodo local se actualiza para tener en cuenta el estado del o los S-SLOT liberados. El estado de un S-SLOT liberado se establece desde BUSY\_TX a FREE en la tabla local del nodo local. Siendo L\_AVAIL\_DYN la lista de los S-SLOT j reutilizables que satisfacen los tres siguientes criterios:

- $LT(j)=FREE$ ,
- $SGT(j)=0$ ,
- 10 - el contador de retroceso para el S-SLOT j es igual a 0.

Siendo S\_L\_AVAIL\_DYN el tamaño de la lista L\_AVAIL\_DYN.

**Ganancia de asignaciones de S-SLOT dinámicas para un nodo no de PDN:  $S\_L\_USED\_DYN < MAX\_DYN$**

Si un nodo no de PDN tiene menos asignaciones de S-SLOT dinámicas que el número máximo, tiene que obtener G asignación o asignaciones:

15 Si  $S\_L\_AVAIL\_DYN \leq MAX\_DYN - S\_L\_USED\_DYN$ ,  $G = S\_L\_AVAIL\_DYN$ , si  $S\_L\_AVAIL\_DYN > MAX\_DYN - S\_L\_USED\_DYN$ ,  $G = MAX\_DYN - S\_L\_USED\_DYN$ .

La G asignación o asignaciones de S-SLOT dinámicas para obtener pueden ser cualquiera de:

- elegirse aleatoriamente en la lista L\_AVAIL\_DYN,
- elegirse en la lista L\_AVAIL\_DYN de modo que las asignaciones de S-SLOT estáticas y la asignación o 20 asignaciones de S-SLOT dinámicas se distribuyen tan uniformemente como sea posible en el S-ciclo.

**Estado de S-SLOT - FREE a BUSY\_TX obtenido**

La tabla local LT del nodo local se actualiza para tener en cuenta el estado del o los S-SLOT obtenidos. El estado de un S-SLOT obtenido se establece desde FREE a BUSY\_TX en la tabla local del nodo local.

Sin alejarse del alcance de la invención, es posible aplicar:

- 25 - tanto las partes física como lógica de los algoritmos previamente descritos,
- o únicamente la parte lógica,
- o únicamente la parte física.

**Si únicamente se aplica la parte lógica de los algoritmos:**

30 Todos los requisitos de reutilización dinámica deberían aplicarse excepto: la etapa "Detección física del estado FREE, BUSY\_RX o JAMMED\_OR\_IN\_COLLISION" en la construcción de la tabla local.

**Si únicamente se aplica la parte física de los algoritmos:**

Deberían aplicarse aún los siguientes requisitos:

- 35 - el estado BUSY\_TX para las asignaciones de S-SLOT estáticas del nodo local, es decir cuando un nodo se enciende, el S-SLOT que corresponde a la asignación estática del nodo local en el S-ciclo mejorado siempre tiene un estado BUSY\_TX, y todos los otros S-SLOT tienen por defecto el estado FREE".
- el estado BUSY\_RX para las asignaciones de S-SLOT estáticas de vecinos de 1 salto (concepto de prioridad de S-SLOT estáticos),
- la construcción de la tabla global, por ejemplo:
  - 40 - vecinos de 1 salto,
  - memorización,
  - tabla local recibida desde un {NON} vecino de 1 salto,
  - vecino de 1 salto que se hace {NON} vecino de 1 salto,
  - vecino de 1 salto que se hace PDN,
- 45 - el contador de retroceso, el número apropiado de asignaciones de S-SLOT dinámicas; la liberación de asignaciones de S-SLOT dinámicas para un nodo no de PDN; el estado S-SLOT - BUSY\_TX a FREE liberado; la construcción del resumen de la tabla global; la obtención de asignaciones de S-SLOT dinámicas para un nodo no de PDN; el estado S-SLOT - FREE a BUSY\_TX obtenido.
- únicamente la parte física del requisito del contador de retroceso debería aplicarse.

**Ventajas**

Procedimiento y red de acuerdo con la presente invención ofrecen en particular las siguientes ventajas:

- Minimizar el impacto de nodos PDN en los rendimientos de una red móvil;
  - Usar la información lógica y física para mejorar el tiempo de convergencia y el tiempo reactivo, en vista de la movilidad de los nodos de la red.
- 5

## REIVINDICACIONES

1. Un procedimiento de gestión para la reutilización espacial de intervalos en una red móvil que comprende varios nodos  $N_i$ , que comprenden un S-ciclo que comprende un primer sub-ciclo y un segundo sub-ciclo, comprendiendo dicha red uno o más Nodos Potencialmente Perjudiciales (PDN), teniendo dicho nodo PDN una conectividad amplia en comparación con la del promedio de la red móvil, comprendiendo dichos nodos  $N_i$  y PDN una tabla local LT, una tabla global GT que indica la posible reutilización de S-SLOT, definiéndose los S-SLOT como un intervalo adaptado para transmitir tráfico de señalización o de usuario intercambiado entre los nodos, y un resumen de la tabla global SGT adaptado para determinar cuáles S-SLOT en dicho segundo sub-ciclo pueden ser reutilizados finalmente por el nodo local, comprendiendo dicho procedimiento la intercalación de dichos dos sub-ciclos:
- primer sub-ciclo, el S-ciclo normal, donde los S-SLOT se asignan todos estáticamente y donde cada nodo tiene una y únicamente una asignación de S-SLOT,
  - segundo sub-ciclo, el S-ciclo mejorado, donde cada nodo tiene un S-SLOT asignado estáticamente, y donde para todos los nodos excepto los nodos PDN, uno o más S-SLOT adicionales se asignan dinámicamente cuando la topología lo hace posible, compartiéndose equitativamente las asignaciones de S-SLOT dinámicas en unos vecinos de 2 saltos, y en el que a continuación las asignaciones de S-SLOT dinámicas se determinan realizando reutilización espacial de S-SLOT,
  - un contador de contador de retroceso usado para evitar que el nodo local intente reutilizar en el siguiente S-ciclo o al mismo tiempo que un vecino de 1 salto, un S-SLOT que acaba de sufrir un conflicto o una interferencia.
2. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1, en el que si dos o más vecinos de 1 salto anuncian sus intenciones de transmitir en el mismo S-SLOT  $j$ , es decir estado BUSY\_TX para el S-SLOT  $j$ , el nodo local detecta con antelación una colisión lógica en el S-SLOT  $j$  y para evitar que tenga lugar una colisión física en el S-SLOT  $j$ , el nodo local indica en su tabla local LT que el S-SLOT  $j$  está JAMMED\_OR\_IN\_COLLISION.
3. Un procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1, en el que cada nodo local actualiza su tabla local LT si detecta de manera lógica la resolución de una colisión lógica, para detener la transmisión de un estado JAMMED\_OR\_IN\_COLLISION.  
Si se ha detectado una colisión lógica en el S-SLOT  $j$  hace menos de un S-ciclo, el nodo local deberá comprobar las siguientes condiciones:
- entre los vecinos de 1 salto implicados en la colisión lógica, si únicamente uno de ellos indica en su tabla local un estado BUSY\_TX para el S-SLOT  $j$ , el estado del S-SLOT  $j$  deberá establecerse en BUSY\_RX en la tabla local LT del nodo local,
  - entre los vecinos de 1 salto implicados en la colisión lógica, si cero de ellos indican en su tabla local LT el estado BUSY\_TX para el S-SLOT  $j$ , el estado del S-SLOT  $j$  deberá establecerse en FREE en la tabla local del nodo local.
4. Un procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1, en el que tan pronto como un nodo se ha identificado a sí mismo como un nodo PDN, detiene la transmisión de su tabla local y libera sus asignaciones de S-SLOT dinámicas potenciales, el nodo PDN continúa actualizando su tabla local LT, su tabla global GT y el resumen de la tabla global SGT.
5. Un procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1, en el que un nodo no PDN transmite su tabla actual en cada una de sus asignaciones de S-SLOT estáticas, y si es necesario en cada una de sus asignaciones de S-SLOT dinámicas potenciales para mejorar tiempos de convergencia.
6. Un procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1, en el que en el S-ciclo mejorado un S-SLOT tiene uno de los cuatro posibles estados:
- BUSY\_TX: el nodo local transmite en el S-SLOT;
  - FREE: el nodo local no transmite en el S-SLOT y no detecta suficiente actividad en el S-SLOT;
  - BUSY\_RX: el nodo local recibe datos apropiadamente, o detecta alguna actividad en el S-SLOT incluso aunque no pueda decodificar datos apropiadamente;
  - JAMMED\_OR\_IN\_COLLISION: el S-SLOT es interferido por un enemigo o sufre colisiones desde la misma red.
7. Un procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1, en el que los mecanismos de asignaciones de S-SLOT dinámicas usan, entre otras variables, el número de vecinos de 2 saltos del nodo local, para calcular el número máximo de asignaciones de S-SLOT dinámicas que el nodo local puede tener y si el número de vecinos de 2 saltos es cero, el nodo intenta reutilizar todos los S-SLOT dinámicos del S-ciclo mejorado.
8. Un procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1, en el que las etapas para crear una tabla local de un nodo local son:
- análisis de una tabla local transmitida por sus vecinos de 1 salto y recibida por dicho nodo local,
  - detección lógica de una colisión,
  - detección lógica de una resolución de una colisión lógica,

- detección física del estado FREE, BUSY\_RX o JAMMED\_OR\_IN\_COLLISION,
- estado BUSY\_RX para las asignaciones de S-SLOT estáticas de vecinos de 1 salto.

5 9. Un procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1, en el que la tabla global, que indica la posible reutilización de los S-SLOT en el S-ciclo mejorado, se crea analizando las tablas locales recibidas desde cada vecino de 1 salto del nodo local de la siguiente manera:

representando  $i$  la identidad  $id$  de un vecino de 1 salto desde el cual el nodo local ha recibido una tabla local, designando  $j$  el número de S-SLOT en el S-ciclo mejorado, siendo  $GT(i,j)$  igual a 0 o 1, si la tabla local recibida desde un vecino de 1 salto  $i$  indica que el S-SLOT  $j$  es FREE, entonces  $GT(i,j)=0$ , si la tabla local recibida desde un vecino de 1 salto  $i$  indica que el S-SLOT  $j$  es BUSY\_RX, BUSY\_TX o JAMMED\_OR\_IN\_COLLISION, entonces  $GT(i,j)=1$ .

10

10. Un procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1, en el que para determinar cuáles S-SLOT en el S-ciclo mejorado pueden ser reutilizados finalmente por el nodo local, esto comprende la construcción de la tabla global de resumen SGT:

representando  $i$  la  $id$  de un vecino de 1 salto desde el cual el nodo local ha recibido una tabla local,

15 designando  $j$  el número de S-SLOT en el S-ciclo mejorado,  $SGT(j) = \sum_i GT(i,j)$  siendo  $GT(i,j)$  igual a 0 o 1 y entonces un S-SLOT reutilizable verifica los siguientes criterios:

- $LT(j)=FREE$ ,
- $SGT(j)=0$ .

20 11. Un procedimiento de acuerdo con la reivindicación 10, en el que un contador de retroceso para el S-SLOT  $j$  es igual a 0, siendo el contador de retroceso un número entero aleatorio entre 0 y un número dado.

25 12. Una red para gestionar la reutilización en condición de único canal en una red móvil que comprende varios nodos  $N_i$ , comprendiendo dicha red uno o más Nodos Potencialmente Perjudiciales (PDN), teniendo dicho nodo PDN una conectividad amplia en comparación con la del promedio de la red móvil y un gran número de vecinos, comprendiendo dichos nodos  $N_i$  y PDN una tabla local  $LT$ , una tabla global  $GT$ , y un resumen de la tabla global SGT, un contador de retroceso adaptado para evitar que el nodo local intente reutilizar, en el siguiente S-ciclo o al mismo tiempo que un vecino de 1 salto, un S-SLOT que acaba de sufrir un conflicto o una interferencia, definiéndose los S-SLOT como un intervalo adaptado para transmitir tráfico de señalización o de usuario intercambiado entre los nodos, en el que los nodos de la red comprenden medios para ejecutar al menos las etapas de un procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 11.

30

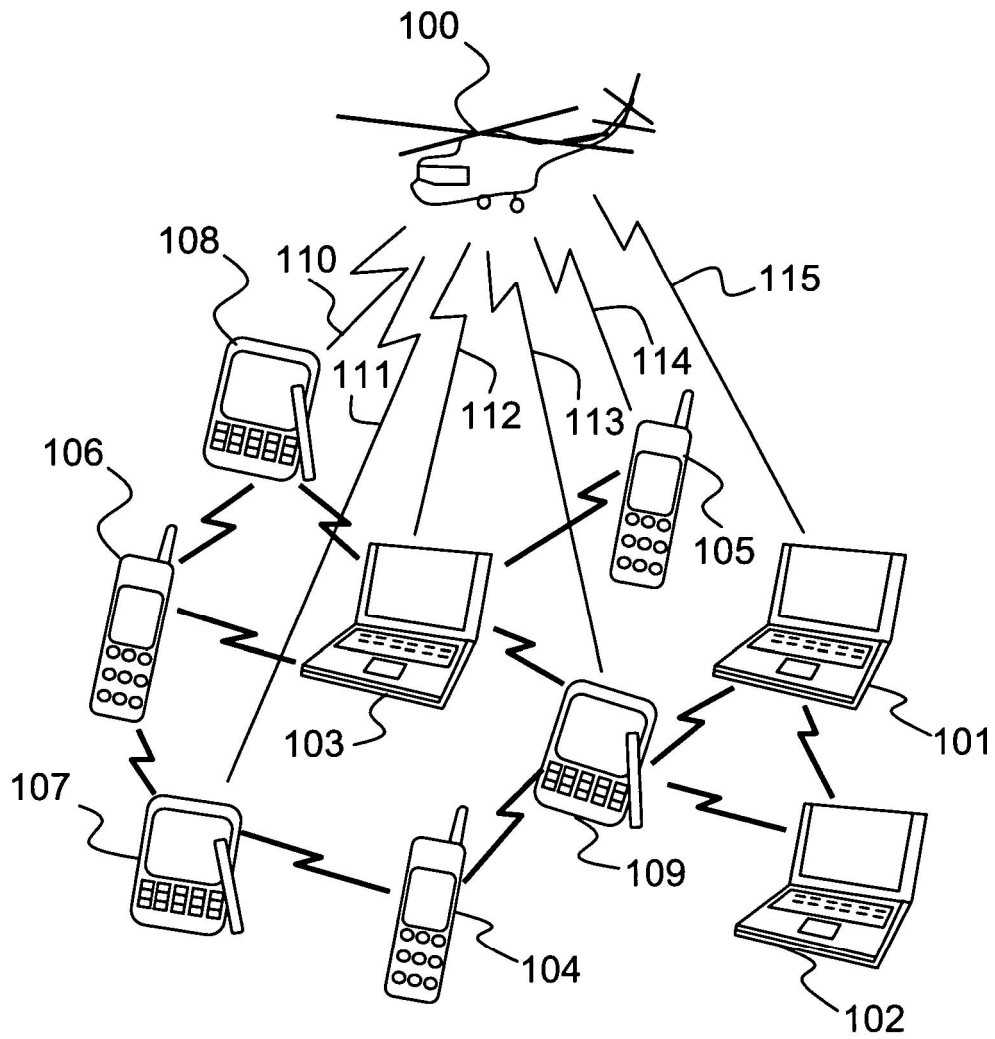


FIG.1

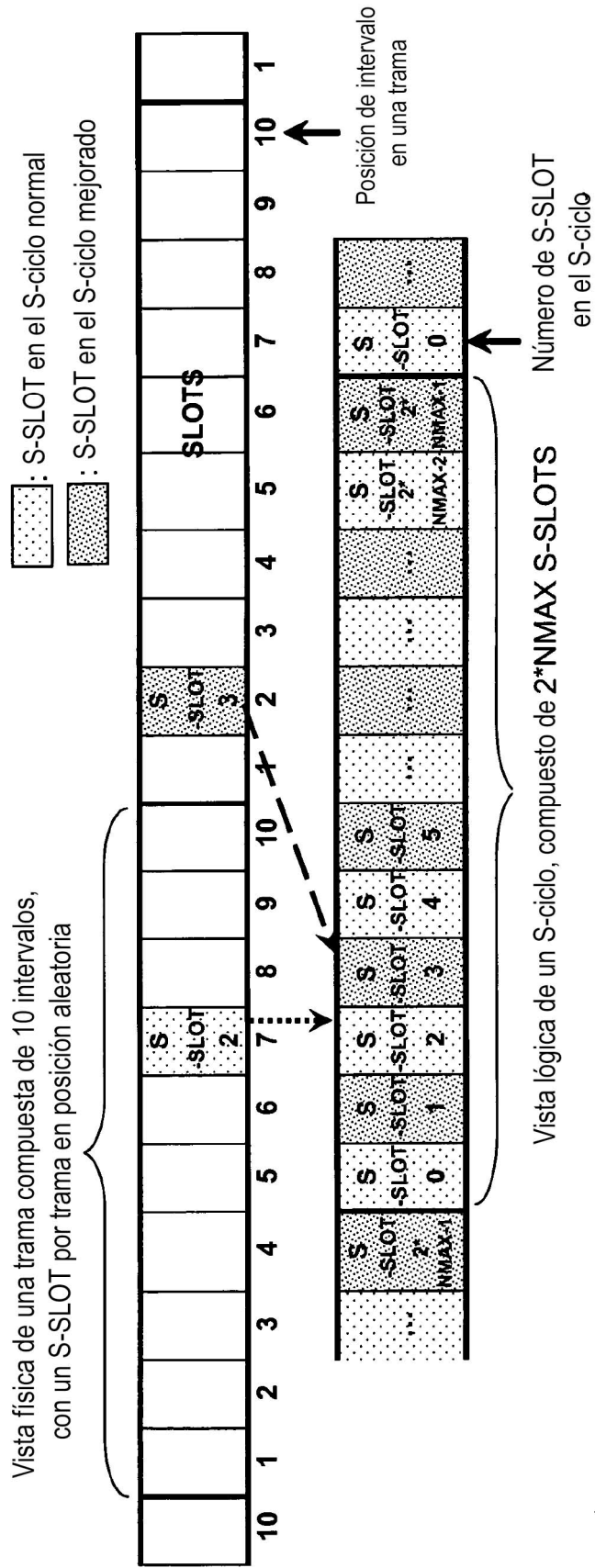
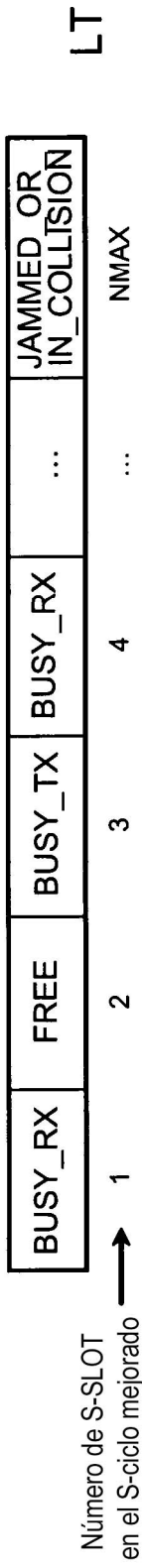
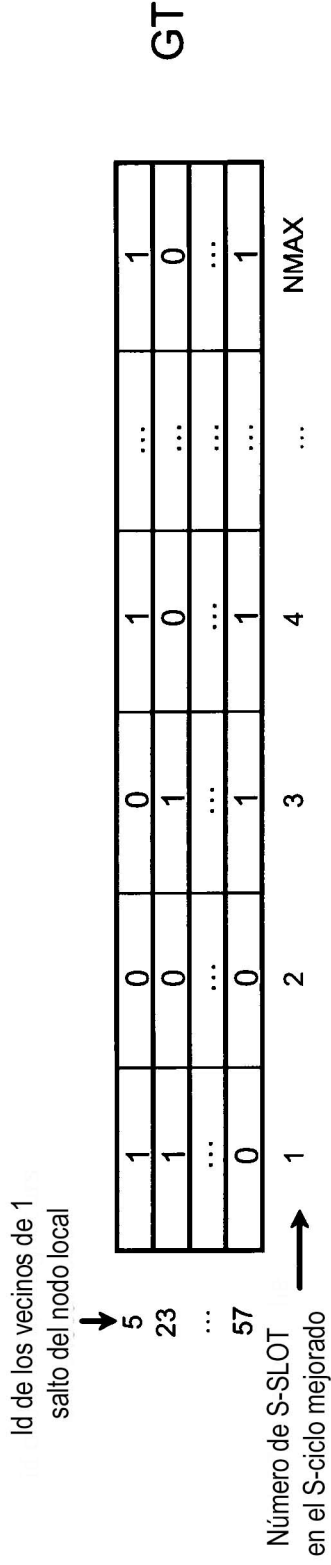


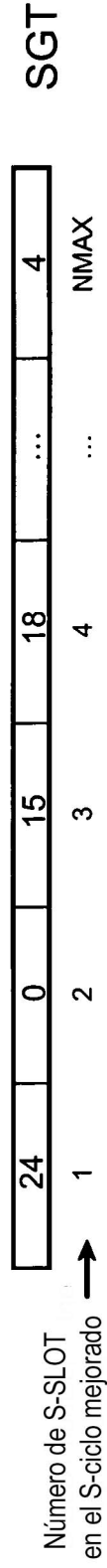
FIG.2



**FIG.3**



**FIG.4**



**FIG.5**

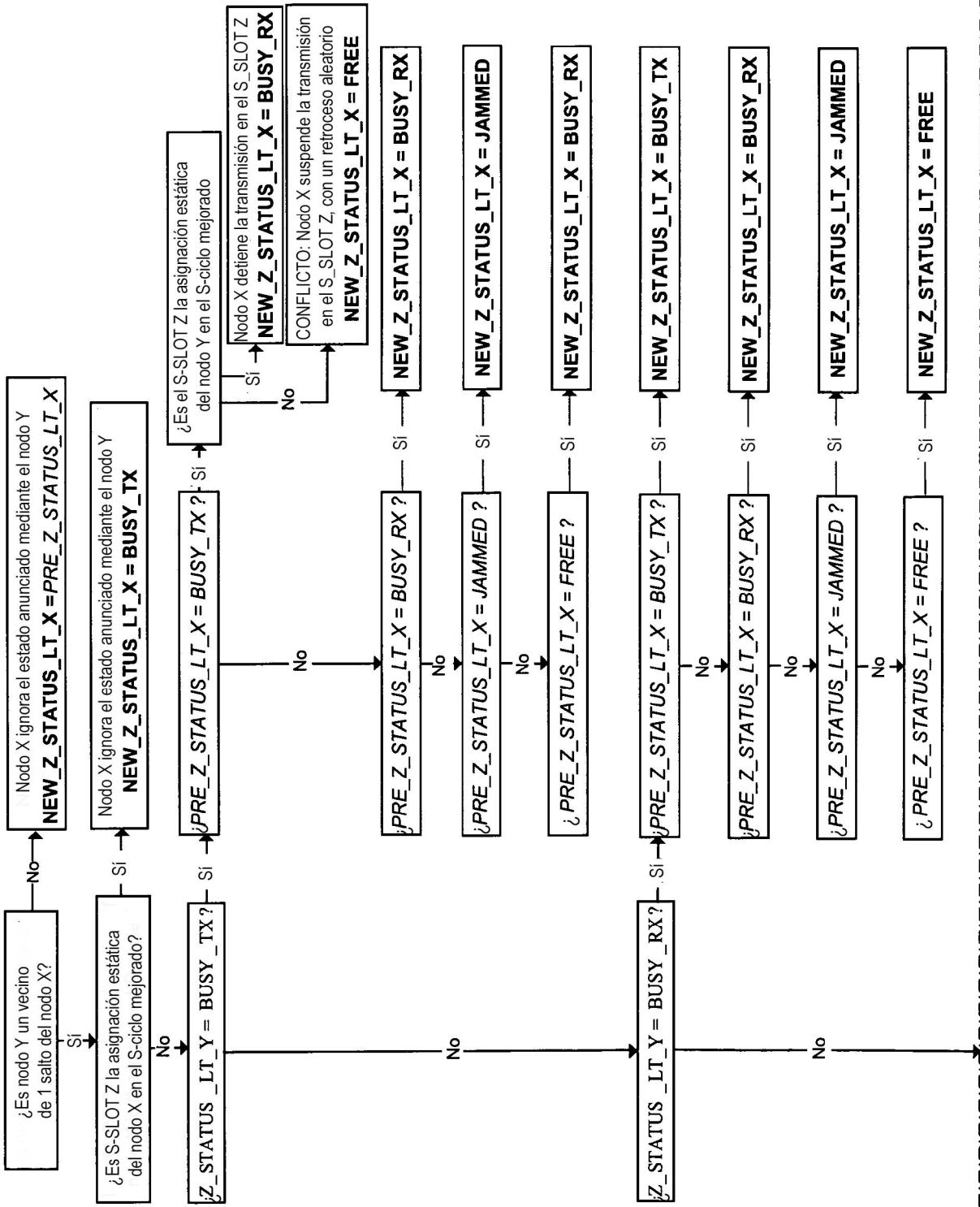
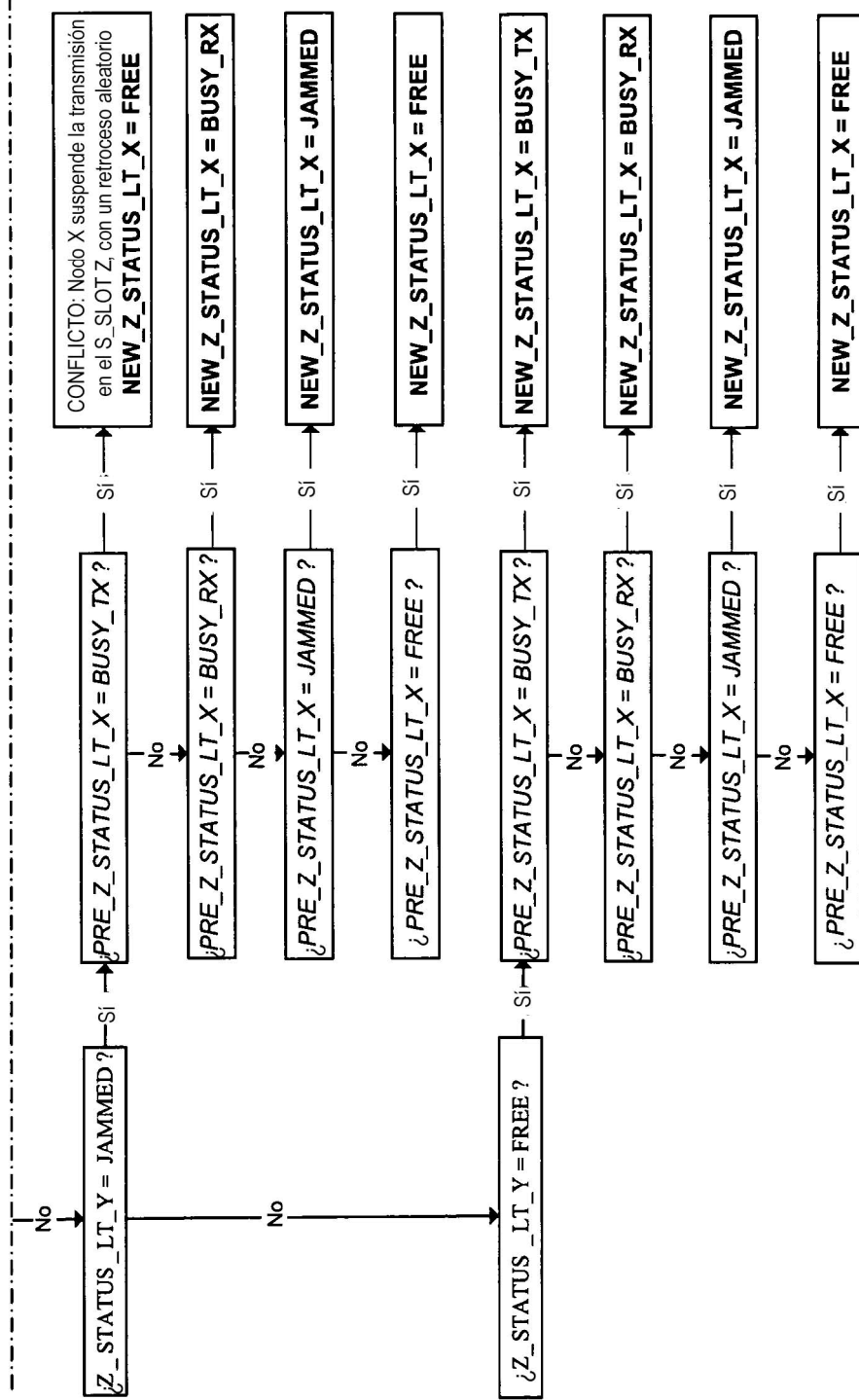


FIG.6





Z\_STATUS\_LT\_Y : Estado de S-SLOT Z anunciado mediante un nodo Y en su tabla local.

PRE\_Z\_STATUS\_LT\_X : Estado anterior del S-SLOT Z en la tabla local del nodo local (nodo X), antes del análisis de la tabla local transmitida mediante el nodo Y.

NEW\_Z\_STATUS\_LT\_X : Nuevo estado del S-SLOT Z en la tabla local del nodo local (nodo X), después del análisis de la tabla local transmitida mediante el nodo Y.

Nota: en este diagrama la palabra « JAMMED » se usa para designar « JAMMED\_OR\_IN\_COLLISION ».

FIG.6