

NODO DE RED Y MÉTODO REALIZADO EN ESTE PARA GENERAR UNA SECUENCIA DE SEÑAL DE REFERENCIA DE MITIGACIÓN DE INTERFERENCIA DE RADIO

CAMPO DE LA TÉCNICA

La presente divulgación se refiere a comunicaciones inalámbricas y, en particular, a un nodo de red y a su método correspondiente para generar una secuencia de señal de referencia de mitigación de interferencias de radio (RIM-RS).

ANTECEDENTES

Estructura de tramas de NR

El sistema de comunicación inalámbrica móvil de próxima generación (5G) (también conocido como nueva radio (NR)) respalda un conjunto diverso de casos de uso y un conjunto diverso de situaciones de despliegue. El último incluye el despliegue tanto en frecuencias bajas (cientos de MHz), similar a la evolución a largo plazo (LTE) de hoy en día como en frecuencias muy altas (ondas de mm en decenas de GHz).

De manera similar a la LTE, la NR utiliza multiplexación por división de frecuencia ortogonal (OFDM) en el enlace descendente (es decir, desde un nodo de red, gNB, eNB o estación base a un dispositivo inalámbrico (WD)). Por lo tanto, el recurso físico de NR básico sobre un puerto de antena se puede ver como una cuadrícula de tiempo-frecuencia, como se muestra en la Figura 1, donde se muestra un bloque del recurso en una ranura de 14 símbolos. Un bloque del recurso corresponde a 12 subportadores contiguos en el dominio de frecuencia. Los bloques del recurso están numerados en el dominio de frecuencia, que comienza con el 0 desde un extremo del ancho de banda del sistema. Cada elemento del recurso corresponde a un subportador OFDM durante un solo intervalo del símbolo OFDM.

Se admiten diferentes valores de espaciado del subportador en la NR. Los valores de espaciado del subportador admitidos (también denominados

numerologías diferentes) se proporcionan mediante $\Delta f = (15 \times 2^\alpha)$ kHz, donde $\alpha \in (0,1,2,3,4)$. $\Delta f = 15$ kHz es el espaciado del subportador básico (o de referencia) que también se usa en la LTE.

En el dominio de tiempo, las transmisiones de enlace descendente y de enlace ascendente en la NR se organizarán en submarcos de igual tamaño de 1 ms cada uno, similar a la LTE. Un submarco además se divide en varias ranuras de igual duración. La longitud de la ranura para el espaciado del subportador $\Delta f = (15 \times 2^\alpha)$ kHz es $1/2^\alpha$ ms. Hay solamente una ranura por submarco en $\Delta f = 15$ kHz y una ranura que consiste en 14 símbolos de OFDM.

Las transmisiones de enlace descendente se programan de manera dinámica, es decir, en cada ranura el gNB transmite información de control de enlace descendente (DCI) sobre los datos del WD que se deben transmitir y sobre los bloques del recurso en la ranura de enlace descendente actual en el que se transmiten los datos. Esta información de control normalmente se transmite en los primeros uno o dos símbolos de OFDM en cada ranura en la NR. La información de control se transporta en el canal físico de control de enlace descendente (PDCCH) y los datos se transportan en el canal físico compartido de enlace descendente (PDSCH). Un WD primero detecta y decodifica el PDCCH y, si un PDCCH se decodifica con éxito, entonces el WD decodifica el PDSCH correspondiente según la información de control decodificada en el PDCCH. Además del PDCCH y del PDSCH, también hay otros canales y señales de referencia que se transmiten en el enlace descendente.

El gNB también programa de manera dinámica las transmisiones de datos de enlace ascendente, que se realizan en un canal físico compartido de enlace ascendente (PUSCH), mediante la transmisión de un mensaje de DCI. Para la operación de duplexación por división de tiempo (TDD), la DCI (que se transmite en la región del enlace descendente (DL)) puede indicar una compensación de programación de modo que el PUSCH se transmita en una ranura en la región de enlace ascendente (UL).

Protección de interferencia en redes TDD

Las redes celulares inalámbricas están compuestas de celdas y cada celda está definida por una determinada área de cobertura de una estación base (BS) de radio, lo que es un ejemplo de un nodo de red al cual corresponde la divulgación que se presenta en el presente documento. Las BS se comunican de manera inalámbrica con terminales/dispositivos inalámbricos (WD) en la red. La comunicación se lleva a cabo en el espectro emparejado o no emparejado. En el caso del espectro emparejado, las direcciones de DL y UL se separan en frecuencia, denominada duplexación por división de frecuencia (FDD). En el caso del espectro no emparejado, el DL y el UL utilizan el mismo espectro, denominado duplexación por división de tiempo (TDD). Como el nombre implica, el DL y el UL están separados en el dominio de tiempo, normalmente con un periodo de guarda (GP) entre ellos. El periodo de guarda tiene varios propósitos. Más esencialmente, la circuitería de procesamiento en la BS y en el WD necesita suficiente tiempo para cambiar entre la transmisión y la recepción. Sin embargo, este es un procedimiento normalmente rápido y no contribuye significativamente al requisito del tamaño del GP. Además, el GP debe ser lo suficientemente largo como para permitir que un WD reciba una concesión del DL (retrasada por el tiempo) que programe el UL y transmita la señal del UL con un adelanto de tiempo adecuado (que compense el retraso de propagación), de modo que la señal del UL se reciba en la parte del UL de la trama en la BS. Por lo tanto, el GP debe ser más grande que dos veces el tiempo de propagación hacia un WD en el borde de la celda. De otro modo, las señales del UL y del DL en la celda causarían interferencia. Debido a esto, el GP normalmente se elige para que dependa del tamaño de la celda, de modo que las celdas más grandes (es decir, las celdas con distancias entre sitios más grandes) tienen un GP más grande y viceversa.

Además, el periodo de guarda se puede utilizar para disminuir la interferencia de DL a UL entre las BS al permitir un cierto retraso de propagación

entre celdas sin que la transmisión del DL de una primera BS ingrese a la recepción del UL de una segunda BS. En una red macro típica, la potencia de transmisión del DL puede ser aproximadamente 20 dB mayor que la potencia de transmisión del UL. Por ende, si el DL interfiere con el UL de las otras celdas, denominada interferencia de enlace cruzado, se puede degradar seriamente el rendimiento del UL. Debido a la gran discrepancia de potencia de transmisión entre el UL y el DL, la interferencia de enlace cruzado puede ser perjudicial para el rendimiento del sistema, no solamente para el caso del cocanal (donde el DL interfiere al UL en el mismo portador), sino también para el caso del canal adyacente (donde el DL de un portador interfiere con el UL en un portador adyacente). Debido a esto, las redes macro de TDD normalmente se operan de manera sincronizada donde el tiempo del símbolo está alineado y se utiliza un patrón de UL/DL de TDD semiestático, el cual es igual para todas las celdas en la red (NW). Normalmente, los operadores con portadores de TDD adyacentes también sincronizan sus patrones de UL/DL de TDD para evitar interferencia de enlace cruzado del canal adyacente.

El principio de aplicar un GP para evitar la interferencia del DL con el UL entre las BS se muestra en la Figura 2, donde una BS víctima (**V**) tiene una interferencia (al menos posiblemente) de una BS agresora (**A**). La BS agresora envía una señal del DL a un dispositivo en su celda, pero la señal del DL también alcanza a la BS víctima (la pérdida de propagación no es suficiente como para proteger a la BS víctima de las señales de la **A**). La señal se propaga a distancia (**d**) y, debido al retraso de propagación, la alineación de la estructura de tramas experimentada de la **A** en la **V** se desplaza/se retrasa τ segundos, proporcional a la propagación de la distancia **d**. Como se puede observar de la Figura 2, aunque la parte del DL de la BS agresora (**A**) se retrasa, el DL no ingresa a la región del UL de la BS víctima (**V**) debido al periodo de guarda utilizado. El diseño del sistema cumple su propósito.

En la TDD, algunos submarcos/ranuras están asignados para las transmisiones de enlace ascendente y algunos submarcos/ranuras están asignados para las transmisiones de enlace descendente. El cambio entre enlace descendente y enlace ascendente se produce en los denominados submarcos especiales (LTE) o ranuras flexibles (NR).

Tabla 1

Configuración de enlace ascendente y enlace descendente	Enlace descendente a enlace ascendente Periodicidad del punto de cambio	Número de submarco									
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9

0	5 ms	D	S	U	U	U	D	S	U	U	U
1	5 ms	D	S	U	U	D	D	S	U	U	D
2	5 ms	D	S	U	D	D	D	S	U	D	D
3	10 ms	D	S	U	U	U	D	D	D	D	D
4	10 ms	D	S	U	U	D	D	D	D	D	D
5	10 ms	D	S	U	D	D	D	D	D	D	D
6	5 ms	D	S	U	U	U	D	S	U	U	D

El tamaño del periodo de guarda (y, por ende, la cantidad de símbolos para el intervalo de tiempo piloto de enlace descendente (DwPTS) (transmisión de enlace descendente en un submarco especial) y el intervalo de tiempo piloto de enlace ascendente (UpPTS) (transmisión de enlace ascendente en un submarco especial en el submarco especial) también se puede configurar a partir de un conjunto de posibles selecciones.

La NR, por otro lado, proporciona muchas configuraciones de enlace ascendente y enlace descendente diferentes. Hay de 10 a 320 ranuras por trama de radio (donde cada trama de radio tiene una duración de 10 ms), según el espaciado del subportador. Los símbolos de OFDM en una ranura se clasifican como “enlace descendente” (denominado “D”), “flexible” (denominado “X”) o enlace ascendente (denominado “U”). Se puede utilizar una configuración de UL-DL TDD donde la configuración de TDD es un control de recursos radioeléctricos (RRC) configurado con el elemento de información (IE) *TDD-UL-DL-ConfigCommon*:

TDD-UL-DL-ConfigCommon ::= SEQUENCE {

-- SCS de referencia utilizado para determinar los límites del dominio de tiempo en el patrón de UL-DL que debe ser común entre todos los portadores virtuales específicos

-- del subportador, es decir, independientes del espaciado del subportador real utilizado para la transmisión de datos.

-- Solamente corresponden los valores de 15 kHz o 30 kHz (<6 GHz), 60 kHz o 120 kHz (>6 GHz).

-- Corresponde al parámetro L1 “referencia-SCS” (véase 38.211, sección FFS_Section)

referenceSubcarrierSpacing	SubcarrierSpacing
----------------------------	-------------------

OPTIONAL,

-- Periodicidad del patrón de DL-UL. Corresponde al parámetro L1 “DL-UL-transmisión-periodicidad” (véase 38.211, sección FFS_Section)

dl-UL-TransmissionPeriodicity	ENUMERATED {ms0p5, ms0p625, ms1, ms1p25, ms2, ms2p5, ms5, ms10}
-------------------------------	---

OPTIONAL,

-- Cantidad de ranuras de DL completas consecutivas al comienzo de cada patrón de DL-UL.

-- Corresponde al parámetro L1 “cantidad-de-ranuras-DL” (véase 38.211, Tabla 4.3.2-1)

nrofDownlinkSlots	INTEGER
(0..maxNrofSlots)	

OPTIONAL,

-- Cantidad de símbolos de DL consecutivos en el comienzo de la ranura después de la última ranura de DL completa (según lo derivado de nrofDownlinkSlots).

-- Si el campo está ausente o liberado, no hay una ranura de enlace descendente parcial.

--- Corresponde al parámetro L1 “cantidad-común-de-símbolos-DL” (véase 38.211, sección FFS_Section)

nrofDownlinkSymbols	INTEGER
(0..maxNrofSymbols-1)	

OPTIONAL, -- Need R

-- Cantidad de ranuras de UL completas consecutivas al final de cada patrón de DL-UL.

-- Corresponde al parámetro L1 “cantidad-de-ranuras-UL” (véase 38.211, Tabla 4.3.2-1)

nrofUplinkSlots INTEGER
(0..maxNrofSlots)

OPTIONAL,

-- Cantidad de símbolos de UL consecutivos en el final de la ranura antes de la primera ranura de UL completa (según lo derivado de nrofUplinkSlots).

-- Si el campo está ausente o liberado, no hay una ranura de enlace ascendente parcial.

--- Corresponde al parámetro L1 “cantidad-común-de-símbolos-UL” (véase 38.211, sección FFS_Section)

nrofUplinkSymbols INTEGER
(0..maxNrofSymbols-1)

OPTIONAL -- Need R

Es decir, se define una periodicidad de la TDD de P ms y se puede especificar de manera arbitraria cuántas ranuras de DL y UL se ajustan en esta periodicidad de la TDD, así como el tamaño del GP. Además, es posible configurar dos periodicidades P_1 y P_2 concatenadas, cada una con una cantidad separada de ranuras DL/UL para crear una periodicidad de la TDD total de $P_1 + P_2$ ms.

En la NR, la periodicidad del bloque de señal de sincronización (SSB) se fija en los valores permitidos de 5 ms, 10 ms, 20 ms, 40 ms, 80 ms y 160 ms. Debido a que los procedimientos de acceso inicial de los SSB tienen una periodicidad por defecto de 20 ms, todas las periodicidades de la TDD deben dividir los 20 ms equitativamente. Para las periodicidades de la TDD no concatenadas, el intervalo de valor para P es {0,5, 0,625, 1, 1,25, 2, 2,5, 3, 4, 5,

10} ms, de los cuales todos, a excepción del valor de 3 ms, dividen los 20 ms equitativamente. (No se permite la selección de la periodicidad de 3 ms para una periodicidad de la TDD no concatenada, sino solamente como parte de una periodicidad de la TDD concatenada). Para las periodicidades de la TDD concatenadas, esto pone una restricción sobre cuáles de las periodicidades P_1 y P_2 se pueden configurar.

Alternativamente, el formato de la ranura se puede indicar de manera dinámica con un indicador de formato de ranura (SFI) expresado con el formato de la DCI 2_0. Independientemente de si se utiliza la configuración de la TDD dinámica o semiestática en la NR, la cantidad de ranuras de UL y DL, así como el periodo de guarda, es decir, la cantidad de símbolos de UL y DL en las ranuras flexibles, se puede configurar de manera casi arbitraria dentro de la periodicidad de la TDD. Esto permite configuraciones de enlace ascendente y enlace descendente muy flexibles.

Conducto troposférico

En determinadas condiciones climáticas y en determinadas regiones del mundo, se puede producir un fenómeno de conducto en la atmósfera. La aparición del conducto depende, por ejemplo, de la temperatura y de la humedad y, cuando aparece, puede “canalizar” la señal para ayudarla a propagarse a una distancia significativamente más larga que si no estuviera presente el conducto. Un conducto troposférico es una capa en la cual se produce una disminución rápida en la refractividad de la atmósfera más baja (la tropósfera). De este modo, los conductos troposféricos pueden atrapar las señales que se propagan en la capa del conducto, en lugar de emitirlas en el espacio. Por lo tanto, la mayor parte de la energía de la señal se propaga en la capa del conducto, la que actúa como una guía de onda. Por lo tanto, las señales atrapadas se pueden propagar a través de distancias más allá de la línea de visión con una pérdida de trayectoria relativamente baja, a veces incluso más baja que la de la propagación

en la línea de visión. Un evento de conducto normalmente es temporal y puede tener una duración de tiempo de un par de minutos a varias horas.

La combinación del conocimiento del diseño del sistema de TDD y la presencia de un conducto troposférico, la distancia d en la Figura 2, donde una BS agresora puede interferir con una BS víctima, aumenta de manera significativa. Debido a que el fenómeno solamente aparece en determinadas partes del mundo bajo determinadas condiciones, normalmente esto no se ha tenido en cuenta en los diseños de los sistemas celulares que utilizan un espectro no emparejado. La conclusión es que una transmisión de DL puede ingresar de manera repentina a la región de UL como interferencia (I), lo cual se muestra en la Figura 3.

La figura muestra un único enlace de radio, pero cuando se produce el conducto troposférico, miles de BS pueden interferir con una BS. Cuanto más cerca está la agresora, más corto es el retraso de la propagación y más potente es la interferencia. Por consiguiente, la interferencia experimentada en la víctima normalmente tiene una característica de pendiente, como se muestra en la Figura 4.

Cabe destacar que, aunque se describe que el problema de interferencia surge del conducto troposférico, se podría producir la misma situación en una red donde se ha seleccionado un periodo de guarda demasiado pequeño para el despliegue. Por lo tanto, las soluciones que se proporcionan en el presente documento también corresponden a este caso, aunque no se considera una situación típica.

Una manera de detectar la interferencia entre las BS es que la víctima (es decir, una BS que ha detectado una interferencia debido al conducto troposférico) envíe una señal de referencia específica que una agresora pueda detectar. En este caso, la agresora puede adaptar su transmisión para evitar la situación de interferencia. Una de estas adaptaciones es que la agresora

blanquee su transmisión de enlace descendente, aumentando de manera eficaz el periodo de guarda.

Se puede observar que, debido a la reciprocidad del canal, es posible que una agresora también sea la víctima de la transmisión de otras BS. La Figura 5 muestra la transmisión de la señal de referencia de mitigación de interferencias de radio (RIM-RS).

Marcos de 3GPP RIM

Marco de TD-LTE RIM

En algunas soluciones conocidas, el marco de RIM en la Figura 6 se ha utilizado para lidiar con la interferencia remota.

Como se muestra en la Figura 6, el marco de TD-LTE RIM no es autoadaptable. La detención de la transmisión de RIM-RS, el origen y la detención del control de RIM-RS, el origen y la detención de aplicaciones de las soluciones de mitigación de interferencia remota dependen todas de la intervención manual mediante OAM. En este marco, el inicio y el fin de la RIM y los esquemas de mitigación de interferencia remota correspondientes no se pueden producir de manera oportuna, por lo que se ocasiona la degradación tanto del rendimiento como de la eficacia de la red.

Marcos de NR RIM

Para minimizar o eliminar la intervención manual durante el proceso de RIM y aumentar la eficacia y la eficiencia de la RIM, se estudiaron marcos adaptables para permitir la coordinación entre los nodos implicados en la situación de interferencia remota (RI) para el elemento del estudio 3GPP Rel-16 NR RIM. El resultado del elemento del estudio se ha documentado en el informe técnico (TR) 38.886 de 3GPP.

La coordinación entre los gNB víctimas y agresores se puede realizar mediante una combinación de mensajería por aire (OTA) y de interconexión o solamente mediante mensajería OTA. Por lo tanto, además del marco de RIM

centralizado similar a la LTE (marco 0 en el estándar técnico (TS) 38.886 de 3GPP), 3GPP tuvo en cuenta dos marcos de RIM adaptables:

Un marco que solamente dependa de la señalización por aire (OTA) (marco 1 en el TR 38.866 de 3GPP);

Un marco que combine la señalización por aire y de interconexión (marco 2.1 en el TR 38.866 de 3GPP).

Los marcos que se han acordado para la NR se describen a continuación:

Marco 0 (Figura 7)

Flujo de trabajo del marco 0;

Paso 0: Se produce el fenómeno del conducto troposférico y aparece la interferencia remota;

Paso 1:

- La víctima experimenta un aumento de la interferencia sobre ruido térmico (IoT) similar a la “pendiente” y comienza la transmisión de la RS;
- La agresora comienza a controlar la RS según lo configurado por operaciones, administración y mantenimiento (OAM);

Paso 2: Tras la recepción de la RS, la agresora informa la RS detectada a OAM;

Paso 3: OAM envía el esquema de mitigación de interferencia remota a la agresora;

Paso 4: La agresora aplica el esquema de mitigación de interferencia remota;

Paso 5: OAM detiene el control de la RS y restaura la configuración original en el lado de la agresora y detiene la transmisión de la RS en el lado de la víctima cuando se detiene el conducto.

Marco 1 (Figura 8)

El flujo de trabajo del marco 1 se describe de la siguiente manera:

Paso 0: Se produce el fenómeno del conducto troposférico y aparece la interferencia remota;

Paso 1:

- La víctima experimenta un aumento de la interferencia sobre ruido térmico (IoT) similar a la “pendiente” y comienza la transmisión/el control de la RS;
- Esta RS, marcada como RS-1 se utiliza para ayudar a las agresoras a reconocer que están ocasionando interferencia remota a la víctima y a detectar/deducir cuántos recursos de UL de la víctima se ven afectados por las agresoras;
- La agresora comienza el control de la RS, según lo configurado por OAM o cuando la agresora experimenta una interferencia remota con aumento de la IoT de “pendiente”;

Paso 2: Tras la recepción de la RS-1, la agresora comienza las soluciones de mitigación de interferencia remota, tales como silenciar algunos símbolos de transmisión de DL y transmite la RS para informar a la víctima que todavía existe el fenómeno de conducto troposférico;

- Esta RS marcada como RS-2 se utiliza para ayudar a la víctima a decidir si todavía existe el conducto troposférico;
- No descarta la posibilidad de utilizar la RS-2 con otros fines, en espera de más estudios;

Paso 3: La víctima continúa la transmisión de la RS-1 si se detecta la RS-2. La víctima puede detener la transmisión de la RS-1 si no se detecta que la RS-2 y la IoT vuelven a determinado nivel;

Paso 4: La agresora continúa con la mitigación de la interferencia remota mientras recibe la RS-1. Tras la “desaparición” de la RS-1, la agresora restaura la configuración original.

Nota: Aunque la RS-1 y la RS-2 llevan distintas funcionalidades, puede ser beneficioso lograr un diseño común para la RS-1 y la RS-2.

Marco 2.1 (Figura 9)

Flujo de trabajo del marco 2.1:

Paso 0: Se produce el fenómeno del conducto troposférico y aparece la interferencia remota;

Paso 1:

- La víctima experimenta un aumento de la IoT similar a la “pendiente” y comienza la transmisión de la RS;
- Un conjunto de gNB puede utilizar la misma RS, la cual puede transportar la ID del conjunto;
- La agresora comienza el control de la RS, según lo configurado por OAM o cuando la agresora experimenta una interferencia remota con aumento de la IoT de “pendiente”;

Paso 2: Tras la recepción de la RS, la agresora informa al conjunto de gNB de la víctima sobre la recepción de la RS a través de una interconexión y aplica el esquema de mitigación de interferencia;

- El intercambio del mensaje en el Paso 2 puede incluir otra información, en espera de más estudios;

Paso 3: Tras la “desaparición” de la RS, la agresora informa al conjunto de gNB de la víctima sobre la “desaparición” de la RS a través de una interconexión y restaura la configuración original;

Paso 4: La víctima detiene la transmisión de la RS tras la recepción de la información de “desaparición de la RS” a través de la interconexión.

Funcionalidad de 3GPP RIM RS

A partir de las descripciones anteriores, en todos los marcos de NR RIM, se deben enviar RIM-RS y las funcionalidades de RIM-RS se resumen a continuación en la Tabla 2:

Tabla 2

Marco	Tipo de RS	Funciones
Marco 0	RS enviada por la víctima (RS-1)	1/ Ser capaz de proporcionar información sobre si existe el fenómeno de conducto troposférico 2/ Ser capaz de ayudar a la agresora para que identifique cuántos símbolos de OFDM de UL se vieron afectados en la víctima.
Marco 1	RS-1 enviada por la víctima	1/ Ser capaz de proporcionar información sobre si existe el fenómeno de conducto troposférico 2/ Ser capaz de ayudar a la agresora para que identifique cuántos símbolos de OFDM de UL se vieron afectados en la víctima.
	RS-2 enviada por la agresora	1/ Ser capaz de proporcionar información sobre si existe el fenómeno de conducto troposférico
Marco 2.1	RS enviada por la víctima (RS-1)	1/ Ser capaz de ayudar a la agresora para que identifique cuántos símbolos de OFDM de UL se vieron afectados en la víctima. 2/ Ser capaz de transportar suficiente información para permitir el intercambio de información a través de la interconexión (p. ej.: ID del conjunto).

Las RIM-RS anteriores se pueden diseñar de manera unificada en términos del tipo de secuencia, del tiempo y del patrón de transmisión de frecuencia, independientemente del marco que se elige, para expresar información para la identificación de gNB (o del conjunto de gNB). Cabe destacar que el paso inicial en la comunicación entre la víctima y la agresora, p. ej., la

transmisión de la RIM-RS-1, se puede ejecutar por aire (OTA) independientemente del marco de RIM que se utilice, para permitir la identificación de la víctima (conjunto) por parte de la agresora (conjunto). Para los marcos adaptables, p. ej., marco 1 y marco 2.1, después de que la agresora (conjunto) ha identificado la ID de gNB/del conjunto de gNB de la RS-1 recibida e identificada por la víctima (conjunto), la coordinación puede continuar mediante OTA (a través de la RS-2) o sobre la interconexión.

Al mismo tiempo, un gNB/conjunto de gNB de la víctima también puede utilizar la RS-1 de RIM para expresar información, p. ej., “suficiente mitigación, no se necesitan más acciones” o “sin mitigación suficiente, se necesitan más acciones”.

Configuración de RIM-RS de 3GPP

Para expresar la información de ID de gNB/conjunto de gNB, se deben poder distinguir los recursos de transmisión de la RIM-RS. Los siguientes métodos están admitidos para distinguir los recursos de la RIM-RS:

- Método de multiplexación por división de tiempo (TDM): se utilizan diferentes ocasiones de tiempo-dominio para distinguir los recursos de la RIM-RS;
- Método de multiplexación por división de frecuencia (FDM): se utilizan diferentes posiciones de frecuencia para distinguir los recursos de la RIM-RS;
- Método de multiplexación por división de código (CDM): se utilizan diferentes secuencias de RS para distinguir los recursos de la RIM-RS.

Por lo tanto, en la NR, se define a un recurso de RIM-RS como el recurso de tiempo, el recurso de frecuencia y la ID de secuencia utilizados para una transmisión de la RIM-RS y cada recurso de la RIM-RS se clasifica exclusivamente. Todos los recursos de la RIM-RS básicos configurados tienen el mismo ancho de banda y el mismo espaciado del subportador.

Se puede configurar un nodo de red, p. ej., gNB, con varias ID del conjunto. Para cada ID del conjunto, se puede configurar un gNB para asociarse a uno o a varios recursos de la RIM-RS. El mapeo de una ID del conjunto a varios recursos de la RIM-RS está admitido para dos casos de uso principales:

Repetición de la transmisión de la RIM-RS para mejorar el rendimiento de la detección y mejorar la cobertura de la RS (funcionalidad de repetición). Se muestra un ejemplo en la Figura 10, donde el recurso de la RS básico está colocado en la misma posición respecto del “1.^{er} punto de referencia” y el gNB puede realizar una combinación de la RIM-RS recibida entre los dos periodos de cambio de DL-UL o realizar una detección de varias ranuras para mejorar el rendimiento de detección;

Colocación diferente del símbolo de la RS respecto del “1.^{er} punto de referencia” en distintos periodos de cambio de DL-UL para representar distintos intervalos de retraso de propagación (funcionalidad cerca/lejos). Se muestra un ejemplo en la Figura 11, donde en el primer periodo de cambio de DL-UL, el recurso de la RIM-RS está colocado justo antes del 1.^{er} punto de referencia, lo que permite que la señal se propague hasta 210 km sin caer en la parte del DL de un gNB receptor, mientras que en el segundo periodo de cambio de DL-UL, el recurso de la RIM-RS está colocado en la ranura antes del punto de cambio de DL-UL, lo que permite que la señal caiga en los símbolos de UL de los gNB receptores con una distancia de propagación de 210 km a 390 km lejos del transmisor.

Respecto del patrón de tiempo-dominio para la RIM-RS, se define una periodicidad de transmisión de la RIM-RS global. La periodicidad de transmisión se puede configurar de manera semiestática por red y la periodicidad es según todos los recursos de la RS-1 de RIM requeridos y todos los recursos de la RS-2 de RIM requeridos. La periodicidad de transmisión de la RIM-RS global es un múltiplo de la periodicidad del patrón de DL/UL de la TDD si solamente está

configurado un patrón de la TDD o un múltiplo de la periodicidad combinada si están configurados dos patrones de DL/UL de la TDD.

Secuencias de señal de referencia en la LTE y la NR

En sistemas de radio móviles como la LTE y la NR, una señal de referencia (RS) se transmite normalmente para asistir al conocimiento del canal de radio, pero también se puede transmitir para rastrear deterioros inducidos por un oscilador local de un transceptor. El diseño de una señal de referencia puede depender de su uso y se utilizan varios tipos de señales de referencia en un sistema de radio móvil. Un propósito de una señal de referencia a menudo se verá reflejado por su nombre. Por ejemplo, una señal de referencia diseñada y utilizada para la demodulación coherente de un canal físico de capa se denomina señal de referencia de demodulación (DMRS), una señal de referencia diseñada y utilizada para adquirir información del estado del canal en el enlace descendente se denomina señal de referencia de información del estado del canal (CSI-RS), una señal de referencia diseñada para la administración de interferencia remota se denomina señal de referencia de mitigación de interferencia (RIM-RS) y una señal de referencia diseñada para rastrear las diferencias de tiempo y de frecuencia entre el transmisor y el receptor se denomina señal de referencia de rastreo (TRS).

Con la NR, se ha adoptado un diseño específico del recurso para DMRS, CSI-RS, RIM-RS y TRS, lo que significa que el subportador debe clasificar la RS respecto de un punto de referencia global, en lugar de clasificarla respecto de la asignación de la transmisión de datos asociada.

Un principio en las redes celulares es que la interferencia entre las señales de referencia transmitidas de distintos puntos de transmisión (TRP) o celdas se debe aleatorizar mutuamente. Esto significa que la correlación entre dos secuencias únicas debe ser baja. Esto significa que la interferencia experimentada por un receptor de señales de referencia transmitidas de otros TRP debe comportarse como ruido. En la NR, para la forma de onda de OFDM

del prefijo cíclico (CP), el diseño de la RIM-RS puede ser según secuencias binarias pseudoaleatorias (PRBS) derivadas de secuencias Gold. Entonces, se logra el comportamiento de ruido deseable mediante la asignación de distintas semillas de PRBS a distintos puntos de transmisión y para que crear semillas de PRBS sea una función del tiempo.

La definición de la secuencia de la señal de referencia del DL de la LTE se asemeja a esto:

$$r(m) = \frac{1}{\sqrt{2}}(1 - 2 \cdot c(2m)) + j \frac{1}{\sqrt{2}}(1 - 2 \cdot c(2m + 1)), \quad m = 0, 1, \dots$$

donde la secuencia pseudoaleatoria $c^{(i)}$ es una secuencia Gold-31, donde el estado inicial del generador de secuencia pseudoaleatoria dependerá del tipo de señal de referencia.

En el caso de una señal de referencia común (CRS), el generador de secuencia pseudoaleatoria se puede inicializar con

$$c_{\text{init}} = 2^{10} \cdot (7 \cdot (n_s + 1) + l + 1) \cdot (2 \cdot N_{\text{ID}}^{\text{cell}} + 1) + 2 \cdot N_{\text{ID}}^{\text{cell}} + N_{\text{CP}}$$

donde n_s es el número de la ranura dentro de una trama de radio l es el número de símbolo de OFDM dentro del submarco, $N_{\text{ID}}^{\text{cell}}$ es la ID de celda física y N_{CP} es un bit que depende del tipo de CP. Por ende, los estados iniciales del generador pseudoaleatorio dependerán del símbolo de OFDM dentro de la trama de radio y la ID de celda física asegurará que las celdas obtengan distintas secuencias de señales de referencia (CRS) específicas de la celda.

El generador de secuencia pseudoaleatoria para la nueva radio (NR) se define en la sección 5.2.1 del estándar técnico (TS) 38.211 desarrollado por el Proyecto Asociación de Tercera Generación (3GPP).

En casos que utilizan señales de referencia de información del estado del canal (CSI-RS), el generador de secuencia pseudoaleatoria se inicializa con

$$c_{\text{init}} = 2^{10} \cdot (7 \cdot (n'_s + 1) + l + 1) \cdot (2 \cdot N_{\text{ID}}^{\text{CSI}} + 1) + 2 \cdot N_{\text{ID}}^{\text{CSI}} + N_{\text{CP}}$$

al comienzo de cada símbolo de OFDM. La cantidad $N_{\text{ID}}^{\text{CSI}}$ equivale a $N_{\text{ID}}^{\text{cell}}$, a menos que se configure mediante capas más altas.

En la NR, la dependencia de la codificación dura con la ID de celda física, como en el caso de la CRS, se debe eliminar. En su lugar, se utilizará un identificador configurado según el WD para cada RS, como la inicialización de la CSI-RS anterior. La cantidad de ID de celda física se aumenta de 504 en la LTE a 1008 en la NR y, según la numerología, la cantidad de ranuras dentro de una trama de radio puede ser de hasta 320 en la NR, en comparación con las 20 ranuras en la LTE. La cantidad de identificadores configurables puede ser mucho más grande que la cantidad de ID de celda física.

En la NR, se define c_{init} para las señales de referencia de demodulación (DMRS), por ejemplo, en la sección 7.4.1.1.1 del TS 38.211 de 3GPP. Se define c_{init} para la CSI-RS, por ejemplo, en la sección 7.4.1.5.2 del TS 38.211 de 3GPP, V15.4.0.

En resumen, la inicialización de secuencia para la CRS/DMRS de la LTE y la TRS/CSI-RS/DMRS de la NR tiene la siguiente estructura básica

$$c_{init} = \text{mod}(2^A \cdot t \cdot N_{ID} + 2^B \cdot N_{ID}, 2^{31}),$$

donde t es un parámetro dependiente del tiempo (contador de símbolos) y N_{ID} es un parámetro que puede ser específico del WD o específico de la celda y se utiliza para configurar la secuencia deseada.

El problema de volver a utilizar la inicialización de PRBS de la CRS de LTE (o de la CSI-RS de la NR y la DMRS de la NR que tienen la misma estructura básica) para la RIM-RS en la NR es que esta inicialización está diseñada para asegurar que, con el tiempo, cualquier par distinto de N_{ID} produzca secuencias con la misma correlación mutua (beneficiosa). Este diseño es adrede para simplificar la planificación de la celda y la administración del recurso de la señal de referencia.

En el caso de la RIM-RS, la cantidad de secuencias únicas necesarias es significativamente más pequeña, solamente 8 (en comparación con, p. ej., 2^{10} en la CSI-RS de la NR). Esto permite una selección prudente de secuencias que

tienen propiedades de correlación cruzada extraordinariamente beneficiosas. Esto demanda una estructura diferente del inicializador.

SUMARIO

De conformidad con una realización, se proporciona un nodo de red configurado para comunicarse con un dispositivo inalámbrico en el cual el nodo de red está configurado para generar una semilla de inicialización computada mediante la combinación lineal de una función de un contador de tiempo t y una función de un identificador de aleatorización, N_{ID} , y generar una secuencia de la señal de referencia de mitigación de interferencia de radio, RIM-RS, según al menos parte de la semilla de inicialización.

De conformidad con un aspecto de esta realización, la semilla de inicialización se ajusta a un registro de secuencia de retroalimentación lineal de 31 bits relacionado con un generador de secuencia Gold con una longitud de 31. De conformidad con otro aspecto de esta realización, el contador de tiempo t cuenta las ocasiones de transmisión de RIM-RS. De conformidad con otro aspecto de esta realización, la función del contador de tiempo t es según un parámetro elegido para maximizar una cantidad de secuencias de la RIM-RS únicas. De conformidad con otro aspecto de esta realización, la función del contador de tiempo t es según un parámetro elegido para desplazar la semilla de inicialización. De conformidad con incluso otro aspecto de esta realización, el parámetro elegido para desplazar la semilla de inicialización es un número primo. De conformidad con otro aspecto de esta realización, la combinación lineal es el módulo 2. De conformidad con incluso otro aspecto de esta realización, la semilla de inicialización computada mediante combinación lineal se combina de manera lineal de modo que los bits dependientes de t y los bits dependientes de N_{ID} se ubiquen en partes separadas de un campo de bits de la semilla de inicialización. De conformidad con otro aspecto de esta realización, el nodo de red además está opcionalmente configurado para transmitir, según o utilizando

la secuencia de la RIM-RS generada, una RIM-RS para la recepción por parte de otro nodo de red.

Otra realización proporciona un método implementado en un nodo de red, en el cual el método incluye generar una semilla de inicialización computada mediante la combinación lineal de una función de un contador de tiempo t y una función de un identificador de aleatorización, N_{ID} , y generar una secuencia de la señal de referencia de mitigación de interferencia de radio, RIM-RS, según al menos parte de la semilla de inicialización.

De conformidad con un aspecto de esta realización, la semilla de inicialización se ajusta a un registro de secuencia de retroalimentación lineal de 31 bits relacionado con un generador de secuencia Gold con una longitud de 31. De conformidad con otro aspecto de esta realización, el contador de tiempo t cuenta las ocasiones de transmisión de RIM-RS. De conformidad con otro aspecto de esta realización, la función del contador de tiempo t es según un parámetro elegido para maximizar una cantidad de secuencias de la RIM-RS únicas. De conformidad con otro aspecto de esta realización, la función del contador de tiempo t es según un parámetro elegido para desplazar la semilla de inicialización. De conformidad con incluso otro aspecto de esta realización, el parámetro elegido para desplazar la semilla de inicialización es un número primo. De conformidad con otro aspecto de esta realización, la combinación lineal es el módulo 2. De conformidad con incluso otro aspecto de esta realización, la semilla de inicialización computada mediante combinación lineal se combina de manera lineal de modo que los bits dependientes de t y los bits dependientes de N_{ID} se ubiquen en partes separadas de un campo de bits de la semilla de inicialización. De conformidad con otro aspecto de esta realización, el método incluye, opcionalmente, la transmisión según o utilizando la secuencia de la RIM-RS generada, una RIM-RS para la recepción por parte de otro nodo de red.

Algunos ejemplos proporcionan de manera ventajosa métodos y nodos de red para generar una secuencia de la señal de referencia de mitigación de interferencia de radio (RIM-RS).

Según una realización, se proporcionan segmentos separados de lo siguiente a un contador e identificador de símbolos:

$$c_{init} = 2^A \cdot \text{mod}(t \cdot Z, 2^C) + 2^B \cdot N_{ID},$$

donde Z puede ser un número primo y A , B y C son constantes seleccionadas para colocar los bits dependientes de t y aquellos dependientes de N_{ID} en partes separadas del campo de bits c_{init} .

El valor de inicialización de PRBS, c_{init} , puede ajustarse al registro de secuencia de retroalimentación lineal de 31 bits relacionado con el generador de secuencia Gold con longitud de 31, es decir $\lceil \log_2 \max(c_{init}) \rceil \leq 31$.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

Una comprensión más completa de las presentes realizaciones, y las ventajas y características de estas, se entenderá más fácilmente haciendo referencia a la siguiente descripción detallada cuando se considere junto con los dibujos adjuntos donde:

La Figura 1 muestra una cuadrícula de recurso físico de nueva radio (NR);

La Figura 2 muestra un diseño del periodo de guarda de duplexación por división de tiempo (TDD);

La Figura 3 muestra la interferencia del enlace descendente (DL) en una región del enlace ascendente (UL);

La Figura 4 muestra características de interferencia en caso de interferencia del DL con el UL;

La Figura 5 muestra la transmisión de la RIM-RS;

La Figura 6 muestra un marco de TD-LTE RIM;

La Figura 7 muestra un marco de RIM (marco 0 de RIM);

La Figura 8 muestra un marco de RIM adaptable (marco 1 de RIM);

La Figura 9 muestra un marco de RIM adaptable (marco 2.1 de RIM);

La Figura 10 muestra un primer caso de uso para el mapeo de una ID de conjunto con varios recursos de la RIM-RS;

La Figura 11 muestra un segundo caso de uso para el mapeo de una ID de conjunto con varios recursos de la RIM-RS;

La Figura 12 es un diagrama esquemático de una arquitectura de red ejemplar que ilustra un sistema de comunicación conectado a través de una red intermedia a un equipo central según los principios en la presente divulgación;

La Figura 13 es un diagrama de bloques de un equipo central que se comunica a través de un nodo de red con un dispositivo inalámbrico a través de una conexión al menos parcialmente inalámbrica según algunas realizaciones de la presente divulgación;

La Figura 14 es un esquema de operaciones que ilustra métodos ejemplares implementados en un sistema de comunicación que incluye un equipo central, un nodo de red y un dispositivo inalámbrico para ejecutar una aplicación de cliente en un dispositivo inalámbrico según algunas realizaciones de la presente divulgación;

La Figura 15 es un esquema de operaciones que ilustra métodos ejemplares implementados en un sistema de comunicación que incluye un equipo central, un nodo de red y un dispositivo inalámbrico para recibir datos de usuario en un dispositivo inalámbrico según algunas realizaciones de la presente divulgación;

La Figura 16 es un esquema de operaciones que ilustra métodos ejemplares implementados en un sistema de comunicación que incluye un equipo central, un nodo de red y un dispositivo inalámbrico para recibir datos de usuario desde el dispositivo inalámbrico en un equipo central según algunas realizaciones de la presente divulgación;

La Figura 17 es un esquema de operaciones que ilustra métodos ejemplares implementados en un sistema de comunicación que incluye un equipo central, un nodo de red y un dispositivo inalámbrico para recibir datos de

usuario en un equipo central según algunas realizaciones de la presente divulgación;

La Figura 18 es un esquema de operaciones de un proceso ejemplar en un nodo de red para aleatorizar secuencias de la señal de referencia de mitigación de interferencia de radio (RIM-RS) según algunas realizaciones de la presente divulgación y

La Figura 19 es un esquema de operaciones de otro proceso ejemplar en un nodo de red para aleatorizar secuencias de la señal de referencia de mitigación de interferencia de radio (RIM-RS) según algunas realizaciones de la presente divulgación.

DESCRIPCIÓN DETALLADA

Antes de describir en detalle realizaciones ejemplares, cabe destacar que las realizaciones residen principalmente en combinaciones de componentes del equipo y pasos de procesamiento relacionados con generar secuencias de la señal de referencia de mitigación de interferencia de radio (RIM-RS). En consecuencia, los componentes se han representado cuando es apropiado mediante símbolos convencionales en los dibujos, que muestran solo aquellos detalles específicos que son pertinentes para comprender las realizaciones para, de este modo, no opacar la divulgación con detalles que serán fácilmente evidentes para los expertos en la técnica que tengan el beneficio de la descripción en el presente documento. Números semejantes hacen referencia a elementos semejantes a lo largo de la descripción.

Como se usa en el presente documento, los términos relacionales, tales como “primero” y “segundo”, “arriba” y “abajo” y similares, pueden usarse únicamente para distinguir una entidad o elemento de otra entidad o elemento sin necesariamente requerir o implicar relación u orden físico o lógico entre dichas entidades o elementos. La terminología utilizada en el presente documento tiene el propósito de describir realizaciones particulares y no pretende limitar los conceptos que se describen en el presente documento.

Como se usan en el presente documento, las formas singulares “un”, “una” y “el/la” pretenden incluir también las formas plurales, a menos que el contexto lo indique claramente de cualquier otra manera. Se entenderá además que los términos “comprende”, “que comprende”, “incluye” y/o “que incluye”, cuando se usan en el presente documento, especifican la presencia de características, números enteros, pasos, operaciones, elementos y/o componentes indicados, pero no excluyen la presencia o adición de una o más de una de las otras características, números enteros, pasos, operaciones, elementos, componentes y/o grupos de estos.

En las realizaciones descritas en el presente documento, el término de unión, “en comunicación con” y similares, puede usarse para indicar comunicación eléctrica o de datos, que puede lograrse mediante contacto físico, inducción, radiación electromagnética, señalización por radio, señalización por infrarrojos o señalización óptica, por ejemplo. Un experto en la técnica apreciará que varios componentes pueden operar entre sí y que se permiten modificaciones y variaciones para lograr la comunicación eléctrica y de datos.

En algunas realizaciones descritas en el presente documento, el término “acoplado”, “conectado” y similares, puede usarse en el presente documento para indicar una conexión, aunque no necesariamente directamente, y puede incluir conexiones cableadas y/o inalámbricas.

El término “nodo de red” utilizado en el presente documento puede ser cualquier tipo de nodo de red comprendido en una red radioeléctrica que puede comprender además cualquiera de estación base (BS), estación de base radioeléctrica, estación base transceptora (BTS), controlador de estación base (BSC), controlador de red radioeléctrica (RNC), g Nodo B (gNB), Nodo B evolucionado (eNB o eNodeB), Nodo B, nodo de radio de radio multiestándar (MSR) tal como MSR BS, entidad de coordinación de múltiples celdas/multidifusión (MCE), nodo de retransmisión, nodo de acceso integrado y de interconexión (IAB), nodo de control de nodo donante, punto de acceso

radioeléctrico (AP), puntos de transmisión, nodos de transmisión, unidad de radio remota (RRU), cabecera de radio remota (RRH), un nodo de red central (p. ej., entidad de gestión móvil (MME), nodo de red autoorganizada (SON), nodo de coordinación, nodo de posicionamiento, nodo de minimización de pruebas de campo (MDT), etc.), un nodo externo (p. ej., un nodo de terceros, un nodo externo a la red actual), nodos en un sistema de antena distribuida (DAS), un nodo del sistema de acceso al espectro (SAS), un sistema de gestión de elementos (EMS), etc. El nodo de red también puede comprender un equipo de prueba. El término “nodo de radio” utilizado en el presente documento también se puede utilizar para indicar un dispositivo inalámbrico (WD) o un nodo de red radioeléctrica.

En algunas realizaciones, los términos no limitativos dispositivo inalámbrico (WD) o equipo de usuario (UE) se usan indistintamente. El WD en el presente documento puede ser cualquier tipo de dispositivo inalámbrico capaz de comunicarse con un nodo de red u otro WD a través de señales de radio, tal como un dispositivo inalámbrico (WD). El WD también puede ser un dispositivo de comunicación por radio, dispositivo de destino, WD de dispositivo a dispositivo (D2D), WD de tipo máquina o WD capaz de comunicación de máquina a máquina (M2M), WD de bajo costo y/o baja complejidad, un sensor equipado con WD, tableta, terminales móviles, teléfono inteligente, equipo portátil integrado (LEE), equipo montado en computadora portátil (LME), llaves de bus de serie universal (USB), equipo en las instalaciones del cliente (CPE), un dispositivo de Internet de las cosas (IoT) o un dispositivo de IoT de banda estrecha (NB-IOT), etc.

Además, en algunas realizaciones se usa el término genérico “nodo de red radioeléctrica”. Puede ser cualquier tipo de nodo de red radioeléctrica que puede comprender cualquiera de estación base, estación de base radioeléctrica, estación base transceptora, controlador de estación base, controlador de red, RNC, Nodo B evolucionado (eNB), Nodo B, gNB, entidad de coordinación de multicelda/multidifusión (MCE), nodo de retransmisión, nodo IAB, punto de

acceso, punto de acceso radioeléctrico, unidad de radio remota (RRU), cabezal de radio remoto (RRH).

Se debe tener en cuenta que, aunque la terminología de un sistema inalámbrico en particular, tal como, por ejemplo, LTE de 3GPP y/o nueva radio (NR), se puede utilizar en esta divulgación, esto no debe verse como una limitación del alcance de la divulgación a solo el sistema mencionado anteriormente. Otros sistemas inalámbricos, incluidos, a mero título enunciativo, el acceso múltiple por división de código de banda ancha (WCDMA), la interoperabilidad mundial para acceso por microonda (WiMax), la banda ancha ultra móvil (UMB) y el sistema mundial para comunicaciones móviles (GSM), también pueden beneficiarse de la explotación de las ideas cubiertas en esta divulgación.

Debe destacarse, además, que las funciones descritas en el presente documento que se describen como realizadas por un dispositivo inalámbrico o un nodo de red pueden distribuirse en una pluralidad de dispositivos inalámbricos y/o nodos de red. En otras palabras, se contempla que las funciones del nodo de red y del dispositivo inalámbrico descritas en el presente documento no se limitan al rendimiento de un solo dispositivo físico y, de hecho, se pueden distribuir entre varios dispositivos físicos.

A menos que se defina de modo contrario, todos los términos (incluidos los términos técnicos y científicos) usados en el presente documento tienen el mismo sentido que entiende comúnmente un experto en la técnica a la cual pertenece esta divulgación. Se comprenderán aún más los términos usados en el presente documento si se interpretan como que tienen un significado que es coherente con su significado en el contexto de esta memoria y la técnica relevante y no se interpretará en un sentido idealizado o extremadamente formal a menos que se defina de manera expresa en el presente documento.

Algunas realizaciones pueden proporcionar al menos uno de tres beneficios sobre las estructuras heredadas descritas con anterioridad.

Algunas realizaciones aseguran que, si se halla un par de identificadores de aleatorización N_{ID} con buenas propiedades de correlación mutua para un t determinado, las propiedades de correlación serán buenas para cualquier t , donde, tal y como se señaló anteriormente, N_{ID} es un parámetro que se utiliza para configurar la secuencia deseada;

Permite un gran conjunto de posibles N_{ID} y, por lo tanto, asegura que exista un conjunto de N_{ID} con buenas propiedades de correlación mutua;

La dependencia de Z (que se puede configurar con el transmisor directamente sobre una interfaz cableada y, por lo tanto, no por el aire) hace difícil que un bloqueador cree una señal de interferencia mediante, p. ej., solo repetir una RIM-RS recibida con anterioridad o mediante el procesamiento mientras no se pueda identificar a Z .

Con referencia nuevamente a las figuras de los dibujos en las que se hace referencia a elementos similares con números de referencia similares, en la Figura 12 se muestra un diagrama esquemático de un sistema de comunicación 10, según una realización, tal como una red celular tipo 3GPP que puede admitir estándares tales como LTE y/o NR (5G), que comprende una red de acceso 12, tal como una red de acceso radioeléctrico y una red central 14. La red de acceso 12 comprende una pluralidad de nodos de red 16a, 16b, 16c (denominados colectivamente nodos de red 16), tales como NB, eNB, gNB u otros tipos de puntos de acceso inalámbricos, cada uno de los cuales define un área de cobertura correspondiente 18a, 18b, 18c (denominadas colectivamente áreas de cobertura 18). Cada nodo de red 16a, 16b, 16c puede conectarse a la red central 14 sobre una conexión cableada o inalámbrica 20. Un primer dispositivo inalámbrico (WD) 22a ubicado en el área de cobertura 18a está configurado para que se conecte de manera inalámbrica al nodo de red correspondiente 16c o para que sea localizado por este. Un segundo WD 22b ubicado en el área de cobertura 18b está configurado para conectarse inalámbricamente al nodo de red 16a correspondiente. Aunque en este ejemplo se ilustra una pluralidad de

WD 22a, 22b (denominados colectivamente dispositivos inalámbricos 22), las realizaciones divulgadas son igualmente aplicables a una situación donde un único WD está en el área de cobertura o donde un único WD se conecta al correspondiente nodo de red 16. Se debe tener en cuenta que, aunque solo se muestran dos WD 22 y tres nodos de red 16 por conveniencia, el sistema de comunicación puede incluir muchos más WD 22 y nodos de red 16.

Además, se contempla que un WD 22 pueda estar en comunicación simultánea y/o configurado para comunicarse por separado con más de un nodo de red 16 y más de un tipo de nodo de red 16. Por ejemplo, un WD 22 puede tener conectividad dual con un nodo de red 16 que admita LTE y el mismo nodo de red 16 o uno diferente que admita NR. Por ejemplo, WD 22 puede estar en comunicación con un eNB para LTE/E-UTRAN y un gNB para NR/NG-RAN.

El sistema de comunicación 10 puede conectarse a un equipo central 24, que puede incorporarse en el *hardware* y/o *software* de un servidor independiente, un servidor implementado en la nube, un servidor distribuido o como recursos de procesamiento en una granja de servidores. El equipo central 24 puede ser propiedad de o estar controlado por un proveedor de servicios o puede estar operado por el proveedor de servicios o en nombre del proveedor de servicios. Las conexiones 26 y 28 entre el sistema de comunicación 10 y el equipo central 24 pueden extenderse directamente desde la red central 14 hasta el equipo central 24 o pueden ir por medio de una red intermedia opcional 30. La red intermedia 30 puede ser una o una combinación de más de una red pública, privada o alojada. La red intermedia 30, si la hubiera, puede ser una red troncal o Internet. En algunas realizaciones, la red intermedia 30 puede comprender dos o más subredes (que no se muestran).

El sistema de comunicación de la Figura 12 en su totalidad permite la conectividad entre uno o más de los WD conectados 22a y 22b y el equipo central 24. La conectividad puede describirse como una conexión de libre transmisión (OTT). El equipo central 24 y los WD conectados 22a y 22b se configuran para

comunicar datos y/o señalar por medio de la conexión OTT usando como intermedios la red de acceso 12, la red central 14, cualquier red intermedia 30 y una posible infraestructura adicional (que no se muestra). La conexión OTT puede ser transparente en el sentido de que al menos algunos de los dispositivos de comunicación participantes, a través de los cuales pasa la conexión OTT, desconocen el enrutamiento de comunicaciones de enlace ascendente y enlace descendente. Por ejemplo, un nodo de red 16 puede no estar informado, o no es necesario que lo esté, acerca del enrutamiento anterior de una comunicación entrante de enlace descendente con datos que se originan a partir de un equipo central 24 que se reenviarán (p. ej., se entregarán) a un WD 22a conectado. De la misma manera, no es necesario que el nodo de red 16 conozca el futuro enrutamiento de una comunicación saliente de enlace ascendente que se origina a partir del WD 22a hacia el equipo central 24.

Un nodo de red 16 se encuentra configurado para incluir una unidad generadora de semilla 32 que puede configurarse para generar una semilla de inicialización calculada combinando linealmente, el módulo 2, una función de solo un contador de tiempo t y una función de solo un identificador de aleatorización, N_{ID} . Cabe destacar que el término "solo", tal como se utiliza en este contexto, se refiere a los casos donde una función solo dependiente de un contador de tiempo t significa que la función depende del contador de tiempo t , pero no del identificador de aleatorización N_{ID} , y que una función solo dependiente de un identificador de aleatorización N_{ID} significa que la función depende del identificador de aleatorización N_{ID} , pero no del contador de tiempo t . El nodo de red 16 se encuentra además configurado para incluir una unidad generadora RIM-RS 76, la cual está configurada para generar una mitigación de interferencia de radio, RIM y una señal de referencia, RS, en función, al menos parcialmente, de la semilla de inicialización.

Las implementaciones de ejemplo, de conformidad con una realización, del WD 22, el nodo de red 16 y el equipo central 24 que se analizan en los

párrafos anteriores, se analizarán en referencia a la FIGURA 13. En un sistema de comunicación 10, un equipo central 24 comprende el *hardware* (HW) 38 que incluye una interfaz de comunicación 40 configurada para establecer y mantener una conexión cableada o inalámbrica con una interfaz de un dispositivo de comunicación diferente del sistema de comunicación 10. El equipo central 24 además comprende una circuitería de procesamiento 42, la cual puede tener capacidad de almacenamiento y/o procesamiento. La circuitería de procesamiento 42 puede incluir un procesador 44 y una memoria 46. Específicamente, además de o en lugar de un procesador, tal como una unidad central de procesamiento y memoria, la circuitería de procesamiento 42 puede comprender la circuitería integrada para el procesamiento y/o control, p. ej., uno o más procesadores y/o procesadores centrales y/o las FPGA (matriz de puertas programables) y/o ASIC (circuitería integrada específica de la aplicación) adaptados para ejecutar instrucciones. El procesador 44 puede configurarse para acceder a (p. ej., escribir a y/o leer a partir de) la memoria 46, que comprende cualquier tipo de memoria volátil y/o no volátil, p. ej., caché y/o memoria búfer y/o RAM (memoria de acceso aleatorio) y/o ROM (memoria solo de lectura) y/o memoria óptica y/o EPROM (memoria de solo lectura programable borrrable).

La circuitería de procesamiento 42 puede configurarse para controlar cualquier método y/o proceso que se describa en el presente documento y/o producir tales métodos y/o ejecutar procesos, p. ej., mediante el equipo central 24. El procesador 44 puede incluir uno o más procesadores 44 que ejecutan las funciones del equipo central 24 descritos en el presente documento. El equipo central 24 incluye una memoria 46 que se encuentra configurada para almacenar datos, un código de *software* programático y/u otra información descrita en el presente documento. En algunas realizaciones, el *software* 48 y/o la aplicación central 50 puede incluir instrucciones que, cuando son ejecutadas por el procesador 44 y/o la circuitería de procesamiento 42, hace que el procesador 44

y/o la circuitería de procesamiento 42 realicen el proceso descrito en el presente documento con respecto al equipo central 24. Las instrucciones pueden asociarse al *software* con el equipo central 24.

La circuitería de procesamiento 42 puede ejecutar el *software* 48. El *software* 48 incluye una aplicación central 50. La aplicación central 50 puede ser operable para proporcionar un servicio a un usuario remoto, tal como un WD 22 que se conecta por medio de una conexión OTT 52 que termina en el WD 22 y el equipo central 24. Al proporcionar el servicio al usuario remoto, la aplicación central 50 puede proporcionar datos de usuario que se transmiten mediante la conexión OTT 52. Los “datos de usuario” pueden ser datos e información descritos en el presente documento implementando la funcionalidad descrita. En una realización, el equipo central 24 puede estar configurado para proporcionar control y funcionalidad a un proveedor de servicios y puede ser operado por el proveedor de servicios o en nombre del proveedor de servicios. La circuitería de procesamiento 42 del equipo central 24 puede habilitar al equipo central 24 a observar, monitorear, controlar y transmitir a y/o recibir del nodo de red 16 y/o el dispositivo inalámbrico 22.

El sistema de comunicación 10 incluye además un nodo de red 16 que puede incluir un *hardware* 58 que le permite comunicarse con el equipo central 24 y con el WD 22. El *hardware* 58 puede incluir una interfaz de comunicación 60 para establecer y mantener una conexión cableada o inalámbrica con una interfaz de un dispositivo de comunicación diferente del sistema de comunicación 10, así como una interfaz de radio 62 para establecer y mantener al menos una conexión inalámbrica 64 con un WD 22 situado en un área de cobertura 18 servida por el nodo de red 16. La interfaz de radio 62 puede formarse como o puede incluir, por ejemplo, uno o más transmisores RF, uno o más receptores RF y/o uno o más transceptores RF. La interfaz de comunicación 60 puede configurarse para facilitar una conexión 66 con el equipo central 24. La conexión 66 puede ser directa o puede pasar a través una red central 14 del sistema de

comunicación 10 y/o a través de una o más de una de las redes intermedias 30 fuera del sistema de comunicación 10.

En la realización que se muestra, el *hardware* 58 del nodo de red 16 incluye aún más la circuitería de procesamiento 68. La circuitería de procesamiento 68 puede incluir un procesador 70, tal como una unidad central de procesamiento, y una memoria 72. En particular, la circuitería de procesamiento 68 puede comprender, además o en lugar del procesador y la memoria, una circuitería integrada para el procesamiento y/o control, p. ej., uno o más procesadores y/o núcleos de procesador y/o FPGA (matriz de puertas programables) y/o ASIC (circuitería integrada específica de la aplicación) adaptados para ejecutar instrucciones. El procesador 70 puede configurarse para acceder (p. ej., escribir a y/o leer desde) la memoria 72, que comprende cualquier tipo de memoria volátil y/o no volátil, p. ej., caché y/o memoria búfer y/o RAM (memoria de acceso aleatorio) y/o ROM (memoria solo de lectura) y/o memoria óptica y/o EPROM (memoria de solo lectura programable borrable).

Por lo tanto, el nodo de red 16 tiene el *software* 74 almacenado internamente, por ejemplo, la memoria 72 o almacenada en una memoria externa (p. ej., base de datos, matriz de almacenamiento, red de dispositivo de almacenamiento, etc.) accesible mediante el nodo de red 16 a través de una conexión externa. La circuitería de procesamiento 68 puede ejecutar el *software* 74. La circuitería de procesamiento 68 puede configurarse para controlar cualquier método y/o proceso descrito en el presente documento y/o producir estos métodos y/o ejecutar procesos, p. ej., por el nodo de red 16. El procesador 70 puede incluir uno o más procesadores 70 que ejecutan las funciones del nodo de red 16 descritas en el presente documento. La memoria 72 está configurada para almacenar datos, código de *software* programático y/u otra información descrita en el presente documento. En algunas realizaciones, el *software* 74 puede incluir instrucciones que, cuando son ejecutadas por el procesador 70 y/o la circuitería de procesamiento 68, hace que el procesador 70 y/o la circuitería

de procesamiento 68 realicen el proceso descrito en el presente documento con respecto al nodo de red 16. Por ejemplo, la circuitería de procesamiento 68 del nodo de red 16 puede incluir una unidad generadora de semillas 32 que está configurada para generar una inicialización calculada combinando linealmente una función de un contador de tiempo t y una función de un identificador de aleatorización, N_{ID} . El nodo de red 16 está configurado además para incluir una unidad generadora RIM-RS 76 que está configurada para generar una señal de referencia de mitigación de interferencia de radio, RIM-RS, que es una secuencia en función al menos parcialmente de la semilla de inicialización.

El sistema de comunicación 10 incluye además el WD 22 ya mencionado. El WD 22 puede tener un *hardware* 80 que puede incluir una interfaz de radio 82 configurada para establecer y mantener una conexión inalámbrica 64 con un nodo de red 16 servidor de un área de cobertura 18 en la que el WD 22 se encuentra ubicado en la actualidad. La interfaz de radio 82 puede formarse como o puede incluir, por ejemplo, uno o más transmisores RF, uno o más receptores RF y/o uno o más transceptores RF.

El *hardware* 80 del WD 22 incluye aún más la circuitería de procesamiento 84. La circuitería de procesamiento 84 puede incluir un procesador 86, tal como una unidad central de procesamiento, y una memoria 88. En particular, la circuitería de procesamiento 84 puede comprender, además o en lugar del procesador y la memoria, una circuitería integrada para el procesamiento y/o control, p. ej., uno o más procesadores y/o núcleos de procesador y/o FPGA (matriz de puertas programables) y/o ASIC (circuitería integrada específica de la aplicación) adaptados para ejecutar instrucciones. El procesador 86 puede configurarse para acceder a (p. ej., escribir a y/o leer a partir de) la memoria 88, que comprende cualquier tipo de memoria volátil y/o no volátil, p. ej., caché y/o memoria búfer y/o RAM (memoria de acceso aleatorio) y/o ROM (memoria solo de lectura) y/o memoria óptica y/o EPROM (memoria de solo lectura programable borrrable).

Por lo tanto, el WD 22 puede comprender aún más el *software* 90 almacenado internamente, por ejemplo, la memoria 88 en el WD 22 o almacenada en una memoria externa (p. ej., base de datos, matriz de almacenamiento, red de dispositivo de almacenamiento, etc.) accesible mediante el WD 22. La circuitería de procesamiento 84 puede ejecutar el *software* 90. El *software* 90 puede incluir una aplicación de cliente 92. La aplicación de cliente 92 puede ser operable para proporcionar un servicio a un usuario humano o no humano por medio del WD 22, con el soporte del equipo central 24. En el equipo central 24, una aplicación central 50 en ejecución puede comunicarse con la aplicación de cliente 92 en ejecución por medio de la conexión OTT 52 que termina en el WD 22 y el equipo central 24. Al proporcionar el servicio al usuario, la aplicación de cliente 92 puede recibir datos de solicitud desde la aplicación central 50 y proporcionar datos de usuario en respuesta a los datos de solicitud. La conexión OTT 52 puede transferir tanto los datos de solicitud como los datos de usuario. La aplicación de cliente 92 puede interactuar con el usuario para generar los datos de usuario que proporciona.

La circuitería de procesamiento 84 puede configurarse para controlar cualquier método y/o proceso descrito en el presente documento y/o producir estos métodos y/o ejecutar procesos, p. ej., mediante el WD 22. El procesador 86 puede incluir uno o más procesadores 86 que ejecutan las funciones del WD 22 descritas en el presente documento. El WD 22 incluye una memoria 88 que se encuentra configurada para almacenar datos, un código de *software* programático y/o información adicional descrita en el presente documento. En algunas realizaciones, el *software* 90 y/o la aplicación de cliente 92 puede incluir instrucciones que, cuando se ejecutan por el procesador 86 y/o la circuitería de procesamiento 84, hace que el procesador 86 y/o la circuitería de procesamiento 84 realicen el proceso descrito en el presente documento con respecto al WD 22.

En algunas realizaciones, el funcionamiento interno del nodo de red 16, el WD 22 y el equipo central 24 se muestran en la Figura 13 e independientemente, la topología de la red circundante puede ser la de la Figura 12.

En la Figura 13, se muestra un dibujo de la conexión OTT 52 de manera sucinta para ilustrar la comunicación entre el equipo central 24 y el dispositivo inalámbrico 22 por medio del nodo de red 16, sin referencia explícita a ningún dispositivo intermediario ni al enrutamiento preciso de mensajes por medio de estos dispositivos. La infraestructura de red puede determinar el enrutamiento, que puede configurarse para ocultarse del WD 22 o del proveedor de servicios que opera el equipo central 24, o ambos. Si bien la conexión OTT 52 está activa, la infraestructura de la red puede además tomar decisiones mediante las cuales cambia dinámicamente el enrutamiento (p. ej., con base en la consideración del equilibrio de carga o la reconfiguración de la red).

La conexión inalámbrica 64 entre el WD 22 y el nodo de red 16 está de conformidad con las enseñanzas de las realizaciones descritas a lo largo de esta divulgación. Una o más de una de las diversas realizaciones mejoran el desempeño de los servicios OTT proporcionados al WD 22 mediante la conexión OTT 52, en la cual la conexión inalámbrica 64 puede formar el último segmento. Más precisamente, las enseñanzas de algunas de estas realizaciones pueden mejorar la proporción de datos, latencia y/o consumo de energía y, por lo tanto, proporcionan beneficios tales como una restricción relajada en el tamaño de los archivos, mejor respuesta, vida útil de la batería más extendida, etc.

En algunas realizaciones, se puede proporcionar un procedimiento de medición con el propósito de monitorear la tasa de datos, la latencia y otros factores en los que mejoran una o más realizaciones. Además, puede haber una funcionalidad de red opcional para reconfigurar la conexión OTT 52 entre el equipo central 24 y el WD 22, en respuesta a variaciones en los resultados de la medición. El procedimiento de medición y/o la funcionalidad de la red para reconfigurar la conexión OTT 52 pueden implementarse en el *software* 48 del

equipo central 24 o en el *software* 90 del WD 22, o ambos. En realizaciones, los sensores (que no se muestran) pueden desplegarse en o estar en asociación con dispositivos de comunicación a través de los que pasa la conexión OTT 52; los sensores pueden participar en el procedimiento de medición proporcionando valores de las cantidades monitoreadas que se ejemplificaron anteriormente, o proporcionando valores de otras cantidades físicas a partir de los cuales el *software* 48, 90 puede calcular o estimar las cantidades monitoreadas. La reconfiguración de la conexión OTT 52 puede incluir un formato de mensaje, configuración de retransmisión, enrutamiento preferido, etc. No es necesario que la reconfiguración afecte el nodo de red 16 y puede ser desconocida o imperceptible para el nodo de red 16. Tales procedimientos y funcionalidades pueden conocerse y practicarse en la materia. En determinadas realizaciones, las mediciones pueden involucrar una señalización propietaria de WD que facilita las mediciones de rendimiento, tiempos de propagación, latencia y similares del equipo central 24. En algunas realizaciones, las mediciones pueden implementarse en el sentido de que el *software* 48, 90 cause que se transmitan mensajes, en particular, mensajes vacíos o 'simulados', mediante la conexión OTT 52 mientras que monitorea tiempos de propagación, errores etc.

Por lo tanto, en algunas realizaciones, el equipo central 24 incluye la circuitería de procesamiento 42 configurada para proporcionar datos de usuario y una interfaz de comunicación 40 configurada para reenviar los datos de usuario a una red celular para su transmisión al WD 22. En algunas realizaciones, la red celular también incluye el nodo de red 16 con la interfaz de radio 62. En algunas realizaciones, el nodo de red 16 está configurado para, y/o la circuitería de procesamiento 68 del nodo de red 16 está configurada para realizar funciones y/o métodos descritos en el presente documento para preparar, iniciar, mantener, admitir, finalizar una transmisión del WD 22 y/o preparar, terminar, mantener, admitir, finalizar cuando recibe una transmisión del WD 22.

En algunas realizaciones, el equipo central 24 incluye una circuitería de procesamiento 42 y una interfaz de comunicación 40 que está configurada para una interfaz de comunicación 40 configurada para recibir datos de usuario que se originan desde una transmisión del WD 22 a un nodo de red 16. En algunas realizaciones, el WD 22 está configurado para, y/o comprende, una interfaz de radio 82 y/o una circuitería de procesamiento 84 configurada para realizar funciones y/o métodos descritos en el presente documento para preparar, iniciar, mantener, admitir, finalizar una transmisión del nodo de red 16 y/o preparar, terminar, mantener, soportar, finalizar cuando recibe una transmisión del nodo de red 16.

Aunque las Figuras 12 y 13 muestran varias "unidades" tales como la unidad generadora de semillas 32 y la unidad generadora RIM-RS 76 como si estuvieran dentro de un procesador, se contempla que estas unidades se puedan implementar de modo que una parte de la unidad se almacene en una memoria correspondiente dentro de la circuitería de procesamiento. En otras palabras, las unidades pueden ser implementadas en *hardware* o en una combinación de *hardware* y *software* en la circuitería de procesamiento.

La Figura 14 es un esquema de operaciones que ilustra un método ejemplar en un sistema de comunicación, tal como, por ejemplo, el sistema de comunicación de las Figuras 12 y 13 de conformidad con una realización. El sistema de comunicación puede incluir un equipo central 24, un nodo de red 16 y un WD 22 que pueden ser los descritos en referencia a la Figura. 13. En un primer paso del método, el equipo central 24 proporciona datos de usuario (Bloque S100). En un subpaso opcional del primer paso, el equipo central 24 proporciona los datos de usuario al ejecutar una aplicación central, tal como, por ejemplo, la aplicación central 50 (Bloque S102). En un segundo paso, el equipo central 24 inicia una transmisión que porta los datos de usuario al WD 22 (Bloque S104). En un tercer paso opcional, el nodo de red 16 transmite al WD 22 los datos de usuario portados en la transmisión que inició el equipo central 24, de

conformidad con las enseñanzas de las realizaciones descritas a lo largo de esta divulgación (Bloque S106). En un cuarto paso opcional, el WD 22 ejecuta una aplicación de cliente, tal como, por ejemplo, la aplicación de cliente 92 asociada con la aplicación central 50 ejecutada por el equipo central 24 (Bloque S108).

La Figura 15 es un esquema de operaciones que ilustra un método ejemplar implementado en un sistema de comunicación, tal como, por ejemplo, el sistema de comunicación de la Figura 12 de conformidad con una realización. El sistema de comunicación puede incluir un equipo central 24, un nodo de red 16 y un WD 22 que pueden ser los descritos en referencia a las Figuras. 12 y 13. En un primer paso del método, el equipo central 24 proporciona datos de usuario (Bloque S110). En un subpaso opcional (que no se muestra) el equipo central 24 proporciona los datos de usuario al ejecutar una aplicación central, tal como, por ejemplo, la aplicación central 50. En un segundo paso, el equipo central 24 inicia una transmisión que porta los datos de usuario al WD 22 (Bloque S112). La transmisión puede pasar a través del nodo de red 16, de conformidad con las enseñanzas de las realizaciones descritas a lo largo de esta divulgación. En un tercer paso opcional, el WD 22 recibe los datos de usuario portados en la transmisión (Bloque S114).

La Figura 16 es un esquema de operaciones que ilustra un método ejemplar implementado en un sistema de comunicación, tal como, por ejemplo, el sistema de comunicación de la Figura 12 de conformidad con una realización. El sistema de comunicación puede incluir un equipo central 24, un nodo de red 16 y un WD 22 que pueden ser los descritos en referencia a las Figuras. 12 y 13. En un primer paso opcional del método, el WD 22 recibe datos de entrada proporcionados por el equipo central 24 (Bloque S116). En un subpaso opcional del primer paso, el WD 22 ejecuta la aplicación de cliente 92 que proporciona los datos de usuario en respuesta a los datos de entrada recibidos proporcionados por el equipo central 24 (Bloque S118). Además o alternativamente, en un segundo paso opcional, el WD 22 proporciona datos de usuario (Bloque S120).

En un subpaso opcional del segundo paso, el WD proporciona al usuario datos al ejecutar la aplicación de cliente, tal como, por ejemplo, la aplicación de cliente 92 (Bloque S122). Al proporcionar los datos de usuario, la aplicación de cliente 92 ejecutada puede considerar además la entrada de usuario recibida del usuario. Independientemente de la forma específica en la que se proporcionan los datos de usuario, el WD 22 puede iniciar, en un tercer subpaso opcional, la transmisión de los datos de usuario al equipo central 24 (Bloque S124). En un cuarto paso del método, el equipo central 24 recibe los datos de usuario transmitidos desde el WD 22, de conformidad con las enseñanzas de las realizaciones descritas en la presente divulgación (Bloque S126).

La Figura 17 es un esquema de operaciones que ilustra un método ejemplar implementado en un sistema de comunicación, tal como, por ejemplo, el sistema de comunicación de la Figura 12 de conformidad con una realización. El sistema de comunicación puede incluir un equipo central 24, un nodo de red 16 y un WD 22 que pueden ser los descritos en referencia a las Figuras. 12 y 13. En un primer paso opcional del método, de conformidad con las enseñanzas de las realizaciones descritas a lo largo de la presente divulgación, el nodo de red 16 recibe datos de usuario desde el WD 22 (Bloque S128). En un segundo paso opcional, el nodo de red 16 inicia la transmisión de los datos de usuario recibidos al equipo central 24 (Bloque S130). En un tercer paso, el equipo central 24 recibe los datos de usuario portados en la transmisión iniciada por el nodo de red 16 (Bloque S132).

La Figura 18 es un esquema de operaciones de un proceso ejemplar en un nodo de red 16 para aleatorizar una secuencia RIM-RS de conformidad con los principios de la presente divulgación. Uno o más bloques descritos en el presente documento pueden realizarse mediante uno o más elementos del nodo de red 16, tal como mediante una o más de la circuitería de procesamiento 68 (incluida la unidad generadora de semillas 32 y la unidad generadora RIM-RS 76), el procesador 70, la interfaz de radio 62 y/o interfaz de comunicación 60. El

nodo de red 16, tal como a través de la circuitería de procesamiento 68 y/o el procesador 70 y/o la interfaz de radio 62 y/o la interfaz de comunicación 60, se encuentra configurado para generar una semilla de inicialización calculada combinando linealmente, el módulo 2, una función de solo un contador de tiempo t y una función de solo un identificador de aleatorización, N_{ID} (Bloque S134). El proceso se configura además para generar una mitigación de interferencia de radio, RIM, una señal de referencia, RS, en función, al menos parcialmente, de la semilla de inicialización (Bloque S136). Cabe destacar una vez más que el término "solo", tal como se utiliza en este contexto, se refiere a los casos donde una función solo dependiente de un contador de tiempo t significa que la función depende del contador de tiempo t , pero no del identificador de aleatorización N_{ID} , y que una función solo dependiente de un identificador de aleatorización N_{ID} significa que la función depende del identificador de aleatorización N_{ID} , pero no del contador de tiempo t .

La Figura 19 es un esquema de operaciones de un proceso ejemplar en un nodo de red 16 para generar una secuencia RIM-RS de conformidad con los principios de la presente divulgación. Uno o más bloques descritos en el presente documento pueden realizarse mediante uno o más elementos del nodo de red 16, tal como mediante una o más de la circuitería de procesamiento 68 (incluida la unidad generadora de semillas 32 y la unidad generadora RIM-RS 76), el procesador 70, la interfaz de radio 62 y/o interfaz de comunicación 60. El nodo de red 16, tal como a través de la circuitería de procesamiento 68 y/o el procesador 70 y/o la interfaz de radio 62 y/o la interfaz de comunicación 60, está configurado para generar (Bloque S138) una semilla de inicialización calculada combinando linealmente una función de un contador de tiempo t y un función de un identificador de aleatorización, N_{ID} , y generar (Bloque S140) una secuencia de señal de referencia de mitigación de interferencias de radio, RIM-RS, según al menos en parte en la semilla de inicialización. En algunas realizaciones, la RIM-RS se transmite para transmitir información sobre la interferencia causada

por otro nodo de red al nodo 16 de red. Además, en algunas realizaciones, la RIM-RS se transmite cuando el otro nodo de red está provocando interferencia al nodo de red 16.

Habiendo descrito el flujo general del proceso de arreglos de la divulgación y habiendo proporcionado ejemplos de arreglos de *hardware* y *software* para implementar los procesos y funciones de la divulgación, las secciones siguientes proporcionan detalles y ejemplos de arreglos para generar una secuencia de señal de referencia de mitigación de interferencia de radio (RIM- RS).

Algunas realizaciones hacen uso de una semilla de inicialización de secuencia c_{init} en función de un contador de tiempo t y un ID de aleatorización configurado N_{ID} . La semilla de inicialización de secuencia puede ser generada por la unidad 32 generadora de semillas como:

$$c_{init} = 2^A \cdot \text{mod}(t \cdot Z, 2^C) + 2^B \cdot N_{ID},$$

donde A , B y C son parámetros que pueden configurarse o predefinirse por la memoria. O alternativamente c_{init} se define como (equivalente si A , B y C se eligen respetando la limitación de 31 bits) como:

$$c_{init} = \text{mod}(2^A \cdot \text{mod}(t \cdot Z, 2^C) + 2^B \cdot N_{ID}, 2^{31}).$$

Una primera propiedad de estos diseños es que una función de solo el contador de tiempo t y una función de solo el ID de aleatorización configurado N_{ID} se combinan linealmente en un sentido módulo 2. Esto se puede lograr, por ejemplo, estableciendo el intervalo de valores de N_{ID} de modo que solo se extiendan los bits A y se asigne la función de solo el contador de tiempo t a los bits más significativos (MSB) de $31-A$ de la inicialización de la secuencia, mientras que se asigna el ID de aleatorización a los bits menos significativos (LSB) de la semilla de inicialización de secuencia. Por tanto, en algunas realizaciones B puede ser igual a 0 para lograr esto.

Como se indicó, en algunas realizaciones, A puede ser igual al ancho de bit de N_{ID} , y C puede ser igual a $31-A-B$ para llenar todo el espacio disponible de 31 bits.

En algunas realizaciones, puede ser útil asignar aproximadamente el mismo número de bits de los 31 bits disponibles al contador de tiempo y al ID de aleatorización respectivamente, lo que implica A puede ser igual a 15.

El contador de tiempo t puede depender del número de ranura, el índice de símbolo en la ranura o el número de ranura en algunas realizaciones. En otras realizaciones, el contador de tiempo t es un contador de ocasiones de transmisión de RIM-RS, que pueden ocurrir típicamente una vez en un patrón TDD o en cualquier otro patrón TDD. En otras realizaciones, el contador de tiempo se cuenta en forma ascendente cada n -ésimo patrón TDD u ocasión de transmisión de RIM-RS.

Por lo tanto, para una implementación que tenga $A = 0$, y $B = C$, luego un ancho de bits máximo de N_{ID} es $31-B$.

Una segunda propiedad de algunas realizaciones es seleccionar, a través del procesador 70, la función que depende únicamente del contador de tiempo t para no aumentar linealmente con cada paso del contador de tiempo. La función seleccionada también puede depender de un parámetro configurado Z que cambia la secuencia en un modo de escucha secreta, para conocer la fórmula de secuencia, pero no el valor Z . Esto es beneficioso desde una perspectiva de seguridad, ya que una escucha secreta basada en la observación de una secuencia en un cierto tiempo simplemente no puede derivar la siguiente secuencia en el siguiente intervalo de tiempo.

En algunas realizaciones, Z puede ser un número primo. En un modo de funcionamiento típico, Z puede ser conocido por todos los nodos de la red y, por ejemplo, configurado para ellos a través de OAM, pero no es necesario que se transmita por aire, donde un posible intruso podría escuchar.

Como se indic6, Z se puede se1alar a todos los gNB en la red, ya sea a trav6s de una interfaz normalizada o patentada, o Z puede estar predefinido.

Si Z es un n6mero primo, tenemos que $\text{mod}(t \cdot Z, 2^C)$ tomar6 todos los valores $0 \dots (2^C - 1)$ si $t = 0 \dots (2^C - 1)$. Esto es beneficioso ya que esta elecci6n de Z maximiza el n6mero de secuencias 6nicas, p. ej., secuencias de RIM-RS, transmitidas.

Si Z es desconocido para un bloqueador, la secuencia correcta no se puede generar incluso si t se conoce (como suele ser). Determinando Z de las mediciones de OTA no es sencillo. Una implementaci6n puede cambiar Z regularmente (y tambi6n reconfigurar N_{ID}).

El mecanismo de generaci6n de la secuencia Gold se basa en las adiciones de m6dulo 2 de dos secuencias m

$$c(t, n_{ID}) = x_1 \oplus x_2(t, n_{ID})$$

(donde $\oplus$ es una adici6n en sentido de m6dulo 2, o XOR [XOR es un OR l6gico exclusivo]) donde la secuencia m x_1 se inicializa con una semilla fija (independiente de la configuraci6n) y donde la inicializaci6n de la secuencia m x_2 es una funci6n del contador de s6mbolos, es decir, el contador de tiempo t , y el ID de aleatorizaci6n. En caso de que el contador de s6mbolos se combine linealmente en el sentido de m6dulo 2 con el ID (si A , B se seleccionan apropiadamente), tal como $c_{init} = 2^A(t) + 2^B n_{ID}$, la segunda secuencia m se puede expresar como

$$x_2(t, n_{ID}) = x_2^{(1)}(t) \oplus x_2^{(2)}(n_{ID})$$

lo que sigue observando que las secuencias m son funciones lineales del inicializador (en sentido m6dulo 2). Observamos que, si el contador de s6mbolos y el ID de aleatorizaci6n se combinan linealmente (en el sentido del m6dulo 2), podemos esperar que las correlaciones cruzadas entre las secuencias Gold generadas a partir de dos ID de aleatorizaci6n diferentes sean coherentes a lo largo del tiempo como

$$c(t, n_{ID1}) = x_1 \oplus x_2^{(1)}(t) \oplus x_2^{(2)}(n_{ID1})$$

$$c(t, n_{ID2}) = x_1 \oplus x_2^{(1)}(t) \oplus x_2^{(2)}(n_{ID2})$$

Por tanto, un contador de símbolos o una función del contador de símbolos se compensa (en el sentido de suma lineal) mediante una función del ID de aleatorización. Esto da una consistencia superior de propiedades de correlación a lo largo del tiempo.

Según un aspecto, se proporciona un método implementado en un nodo de red 16 para aleatorizar secuencias de señales de referencia de mitigación de interferencias de radio (RIM-RS). El método incluye generar una semilla de inicialización calculada combinando linealmente, módulo 2, una función de solo un contador de tiempo t y una función de solo un identificador de aleatorización, N_{ID} . El método incluye además generar una señal de referencia, RS, de mitigación de interferencias de radio, RIM, basada al menos en parte en la semilla de inicialización.

Según este aspecto, en algunas realizaciones, la semilla de inicialización se puede calcular como:

$$c_{init} = 2^A \cdot \text{mod}(t \cdot Z, 2^C) + 2^B \cdot N_{ID},$$

donde Z puede ser un número primo y A , B y C son constantes seleccionadas para colocar bits dependientes de t y bits dependientes de N_{ID} en partes separadas de un campo de bits de C_{init} . En algunas realizaciones, la semilla de inicialización encaja en un registro de secuencia de retroalimentación lineal de 31 bits asociado con un generador de secuencia de 31 Gold de longitud.

De conformidad con una realización, se proporciona un nodo de red 16 configurado para comunicarse con un dispositivo inalámbrico. El nodo de red 16 está configurado para generar una semilla de inicialización calculada combinando linealmente una función de un contador de tiempo t y una función de un identificador de aleatorización, N_{ID} , y generar una secuencia de señal de referencia de mitigación de interferencia de radio, RIM-RS, según al menos en parte de la semilla de inicialización. En algunas realizaciones, la circuitería de

procesamiento 68 del nodo de red 16 está configurado para realizar estas funciones.

De conformidad con un aspecto de esta realización, la semilla de inicialización se ajusta a un registro de secuencia de retroalimentación lineal de 31 bits relacionado con un generador de secuencia Gold con una longitud de 31. De conformidad con otro aspecto de esta realización, el contador de tiempo t cuenta las ocasiones de transmisión de RIM-RS. De conformidad con otro aspecto de esta realización, la función del contador de tiempo t es según un parámetro elegido para maximizar una cantidad de secuencias de la RIM-RS únicas. De conformidad con otro aspecto de esta realización, la función del contador de tiempo t es según un parámetro elegido para desplazar la semilla de inicialización. De conformidad con incluso otro aspecto de esta realización, el parámetro elegido para desplazar la semilla de inicialización es un número primo. De conformidad con otro aspecto de esta realización, la combinación lineal es el módulo 2. De conformidad con incluso otro aspecto de esta realización, la semilla de inicialización computada mediante combinación lineal se combina de manera lineal de modo que los bits dependientes de t y los bits dependientes de N_{ID} se ubiquen en partes separadas de un campo de bits de la semilla de inicialización. De conformidad con otro aspecto de esta realización, el nodo de red 16 está configurado opcionalmente además para transmitir, basándose en o usando la secuencia de RIM-RS generada, un RIM-RS para recepción por otro nodo de red 16.

Otra realización proporciona un método implementado en un nodo de red 16, donde el método incluye generar (Bloque S138) una semilla de inicialización calculada combinando linealmente una función de un contador de tiempo t y una función de un identificador de aleatorización, N_{ID} , y generar (Bloque S140) una secuencia de señal de referencia de mitigación de interferencias de radio, RIM-RS, según al menos en parte en la semilla de inicialización.

De conformidad con un aspecto de esta realización, la semilla de inicialización se ajusta a un registro de secuencia de retroalimentación lineal de 31 bits relacionado con un generador de secuencia Gold con una longitud de 31. De conformidad con otro aspecto de esta realización, el contador de tiempo t cuenta las ocasiones de transmisión de RIM-RS. De conformidad con otro aspecto de esta realización, la función del contador de tiempo t es según un parámetro elegido para maximizar una cantidad de secuencias de la RIM-RS únicas. De conformidad con otro aspecto de esta realización, la función del contador de tiempo t es según un parámetro elegido para desplazar la semilla de inicialización. De conformidad con incluso otro aspecto de esta realización, el parámetro elegido para desplazar la semilla de inicialización es un número primo. De conformidad con otro aspecto de esta realización, la combinación lineal es el módulo 2. De conformidad con incluso otro aspecto de esta realización, la semilla de inicialización computada mediante combinación lineal se combina de manera lineal de modo que los bits dependientes de t y los bits dependientes de N_{ID} se ubiquen en partes separadas de un campo de bits de la semilla de inicialización. De conformidad con otro aspecto de esta realización, el método incluye, opcionalmente, la transmisión según o utilizando la secuencia de la RIM-RS generada, una RIM-RS para la recepción por parte de otro nodo de red.

Los siguientes son algunos ejemplos:

Ejemplo A1. Un nodo de red configurado para comunicarse con un dispositivo inalámbrico (WD), el nodo de red configurado para; y/o comprende una interfaz de radio y/o comprende una circuitería de procesamiento para:

generar una semilla de inicialización calculada combinando linealmente, módulo 2, una función de solo un contador de tiempo t y una función de solo un identificador de aleatorización, N_{ID} ; y

generar una señal de referencia, RS, de mitigación de interferencias de radio, RIM, basada al menos en parte en la semilla de inicialización.

Ejemplo A2. El nodo de red del Ejemplo A1, donde la semilla de inicialización se calcula como:

$$c_{init} = 2^A \cdot \text{mod}(t \cdot Z, 2^C) + 2^B \cdot N_{ID},$$

donde Z es un número primo y A, B y C son constantes seleccionadas para colocar bits dependientes de t y bits dependientes de N_{ID} en partes separadas de un campo de bits de C_{init} .

Ejemplo A3. El nodo de red del Ejemplo A1, donde la semilla de inicialización encaja en un registro de secuencia de retroalimentación lineal de 31 bits asociado con un generador de secuencia de 31 Gold de longitud.

Ejemplo B1. Un método implementado en un nodo de red, el método comprende:

generar una semilla de inicialización calculada combinando linealmente, módulo 2, una función de solo un contador de tiempo t y una función de solo un identificador de aleatorización, N_{ID} ; y

generar una señal de referencia, RS, de mitigación de interferencias de radio, RIM, basada al menos en parte en la semilla de inicialización.

Ejemplo B2. El método del Ejemplo B1, donde la semilla de inicialización se calcula como:

$$c_{init} = 2^A \cdot \text{mod}(t \cdot Z, 2^C) + 2^B \cdot N_{ID},$$

donde Z es un número primo y A, B y C son constantes seleccionadas para colocar bits dependientes de t y bits dependientes de N_{ID} en partes separadas de un campo de bits de C_{init} .

Ejemplo B3. El método del Ejemplo B1, donde la semilla de inicialización encaja en un registro de secuencia de retroalimentación lineal de 31 bits asociado con un generador de secuencia de 31 Gold de longitud.

Como lo podrán apreciar los expertos en la técnica, los conceptos que se describen en el presente documento pueden realizarse como un método, un sistema de procesamiento de datos, un producto de un programa informático y/o un medio de almacenamiento por computadora que almacena un programa de

computadora ejecutable. Así mismo, los conceptos que se describen en el presente documento pueden tomar la forma de una realización completamente de *hardware*, una realización completamente de *software* o una realización que combine todos los aspectos del *hardware* con los del *software* comúnmente llamadas “circuito” o “módulo” en el presente documento. Cualquier proceso, paso, acción y/o función descrita en el presente documento puede realizarse mediante y/o asociarse a un módulo correspondiente, que puede implementarse en el *software* y/o el *firmware* y/o el *hardware*. Además, la divulgación puede tomar la forma de un producto para programas informáticos en un medio de almacenamiento utilizable en computadora tangible que tienen códigos de programa informático realizados en el medio que la computadora puede ejecutar. Cualquier medio de lectura de una computadora tangible apropiada puede ser usada, incluidos los discos duros, los CD-ROM, dispositivos de almacenamiento electrónico, dispositivos de almacenamiento óptico o dispositivos de almacenamiento magnéticos.

Algunas realizaciones se describen en el presente documento con referencia a ilustraciones de esquema de operaciones y/o métodos de diagramas en bloque, sistemas y productos de programas informáticos. Debe entenderse que cada bloque de la ilustración del diagrama de flujo y/o diagramas de bloque y combinaciones de bloques en las ilustraciones del esquema de operaciones y/o diagrama de bloque puede ser implementada por las instrucciones de un programa informático. Estas instrucciones de programa informático se pueden brindar a un procesador de una computadora para todo uso (para así crear una computadora para usos especiales), computadora para usos especiales u otro aparato de procesamiento de datos programable para producir una máquina, para que las instrucciones, que se ejecutan a través del procesador de una computadora u otro aparato de procesamiento de datos programable creen medios de implementación de las funciones/los actos específicos en el esquema de operaciones y/o bloque o bloques del diagrama de bloques.

Estas instrucciones de programa informático también pueden almacenarse en una memoria o medio de almacenamiento legible por computadora que puede hacer que una computadora u otro aparato de procesamiento de datos programable funcione de una manera particular, de modo que las instrucciones almacenadas en la memoria legible por computadora produzcan un artículo de fabricación que incluya instrucciones que implementan las funciones/los actos especificados en el esquema de operaciones y/o bloque o bloques del diagrama de bloques.

El programa informático también puede cargarse a una computadora u otro aparato de procesamiento de datos para hacer que se ejecuten una serie de pasos operacionales en la computadora u otro aparato programable para ejecutar un proceso implementado por computadora u otro aparato programable produzca los pasos para implementar las funciones/los actos específicos en el esquema de operaciones y/o bloque o bloques del diagrama de bloques.

También se debe tener en cuenta que, las funciones/los actos observados en los bloques pueden ocurrir fuera del orden observado en los diagramas de flujo. Por ejemplo, dos bloques mostrados en sucesión pueden de hecho ejecutarse de manera sustancialmente concurrente o los bloques, a veces, pueden ejecutarse en orden inverso, dependiendo de la funcionalidad/los actos involucrados. Aunque algunos de los diagramas incluyen flechas en las vías de comunicación para mostrar una dirección primaria de comunicación, debe entenderse que la comunicación puede ocurrir en la dirección opuesta a las flechas representadas.

El código del programa informático para ejecutar operaciones de los conceptos descritos en el presente documento puede escribirse en un lenguaje de programación orientada a objetos tal como Java® o C++. Sin embargo, el código del programa informático para ejecutar operaciones de la divulgación también puede escribirse en lenguajes de programación procesales convencionales, tal como el lenguaje de programación "C". El código del

programa puede ejecutarse completamente o parcialmente en la computadora del usuario, como un paquete informático separado, parcialmente en la computadora del usuario y parcialmente en una computadora remota o completamente en la computadora remota. En un escenario posterior, la computadora remota puede conectarse a la computadora del usuario a través de una red de área local (LAN) o una red de área amplia (WAN) o se puede realizar la conexión a una computadora externa (por ejemplo, a través de Internet usando un proveedor de servicios de Internet).

Muchas realizaciones diferentes se han divulgado en el presente documento en relación con la descripción y a los dibujos anteriores. Debe entenderse que sería excesivamente repetitivo y confuso describir e ilustrar literalmente cada combinación y subcombinación de estas realizaciones. Todas las realizaciones se pueden combinar de cualquier forma y/o combinación, y la presente memoria, incluidos los dibujos, deben interpretarse para constituir una descripción escrita completa de todas las combinaciones y subcombinaciones de las realizaciones que se describen en el presente documento, de los procesos y formas en las que deben usarse, y soportarán las reivindicaciones de cualquier combinación o subcombinación.

Las abreviaciones que se mencionan en la descripción anterior incluyen:

Abreviaciones	Explicaciones
CP	Prefijo Cíclico
CRS	RS común
CSI-RS	RS de información del estado del canal
DM-RS	RS de demodulación
ID	Identificador
LFSR	Registro de desplazamiento de retroalimentación lineal
NR	Radio nueva
PRBS	Secuencia binaria pseudoaleatoria
RS	Señal de referencia

SCS Espaciador del subportador

TRS RS de seguimiento

Se apreciará por personas expertas en el tema, que las realizaciones que se describen en el presente documento no se limitan a las que se muestran y describen particularmente en el presente documento. Además, sin perjuicio de ninguna disposición del presente que indique lo contrario, se debe tener en cuenta que los dibujos adjuntos no están hechos a escala. Uno o más de una serie de modificaciones y variaciones son posibles a la luz de las enseñanzas anteriores sin desviarse del alcance de las siguientes reivindicaciones.