

EQUIPO DE USUARIO Y ESTACIÓN BASE INVOLUCRADOS EN EL INFORME DE RESULTADOS DE PREDICCIÓN

CAMPO DE LA INVENCION

5

La presente divulgación está dirigida a métodos, dispositivos y artículos en sistemas de comunicación, tales como los sistemas de comunicación 3GPP.

ANTECEDENTES DE LA INVENCION

10

Actualmente, el Proyecto de Asociación de Tercera Generación (3GPP) trabaja en las especificaciones técnicas de la nueva tecnología de acceso radioeléctrico - 5G NR (Nueva Radio), que también es llamada de quinta generación (5G) o NR y utilizada indistintamente en el presente documento.

15

Uno de los objetivos es proporcionar un marco técnico único que aborde todos los escenarios de uso, requisitos y escenarios de despliegue (véase, por ejemplo, la sección 6 de 3GPP TR 38.913, por ejemplo, la versión 16.0.0 o la versión 17.0.0), incluidas por lo menos la banda ancha móvil mejorada (eMBB), las comunicaciones ultra confiables de baja latencia (URLLC) y la comunicación masiva de tipo máquina (mMTC). Por ejemplo, los escenarios de despliegue de eMBB pueden incluir puntos de acceso en interiores, zonas urbanas densas, zonas rurales, zonas macrouurbanas y de alta velocidad; los escenarios de despliegue de URLLC pueden incluir sistemas de control industrial, asistencia sanitaria móvil (monitorización, diagnóstico y tratamiento a distancia), control de vehículos en tiempo real, sistemas de monitorización y control de área amplia para redes inteligentes; los escenarios de despliegue de mMTC pueden incluir escenarios con un gran número de dispositivos con transferencias de datos no críticas en el tiempo, tales como portables inteligentes y redes de sensores. Los servicios eMBB y URLLC son similares en que ambos exigen un ancho de banda muy amplio, mientras que se diferencian en que el servicio URLLC puede requerir preferiblemente latencias ultra bajas.

20

25

30

Un segundo objetivo es lograr una compatibilidad avanzada, lo que facilita un diseño de sistemas completamente nuevo y/o la introducción de características novedosas.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LA INVENCION

35

Una modalidad no limitante y a modo de ejemplo facilita la provisión de procedimientos para que un UE realice procedimientos mejorados de informe de resultados de predicción.

En una modalidad, las técnicas divulgadas en el presente documento presentan un equipo de usuario, UE, que comprende lo siguiente. Un receptor del UE recibe, desde una estación base, información de configuración dedicada al informe de predicción y no al informe de medición. La información de configuración dedicada a la predicción recibida configura uno o más de:

- 5 - características de predicción de un haz que serán informadas desde el UE a la estación base, y
- un conjunto de haces de informe que identifica los haces cuyas características previstas serán informadas desde el UE a la estación base.

Un procesador del UE prevé las características de un primer conjunto de haces, en
 10 función de la información de configuración dedicada a la predicción recibida. Un transmisor del UE transmite a la estación base un informe de predicción que incluye las características previstas de uno o más haces. Cabe señalar que las modalidades generales o específicas se pueden implementar como un sistema, un método, un circuito integrado, un programa informático, un medio de almacenamiento o cualquier combinación selectiva de los mismos. Por ejemplo, un circuito integrado puede controlar
 15 un proceso de un UE o de una estación base.

Beneficios y ventajas adicionales de las modalidades divulgadas y de las diferentes implementaciones serán evidentes a partir de la especificación y las figuras. Los beneficios y/o ventajas se pueden obtener individualmente mediante las diversas modalidades y características de la especificación y los dibujos, las cuales no necesitan proporcionarse en su totalidad con el fin de obtener
 20 uno o más de tales beneficios y/o ventajas.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

A continuación, las modalidades a modo de ejemplo se describen más a detalle con
 25 referencia a las figuras y dibujos adjuntos.

La **Fig. 1** muestra una arquitectura a modo de ejemplo de un sistema 3GPP NR al que se pueden aplicar los procedimientos mejorados de la presente divulgación;

La **Fig. 2** es un dibujo esquemático que muestra la división funcional entre la Red de Acceso Radioeléctrico NG (NG-RAN) y la Red Central 5G (5GC), a las que se pueden aplicar los
 30 procedimientos mejorados de la presente divulgación,

La **Fig. 3** es un diagrama secuencial de los procedimientos de configuración/reconfiguración de conexiones de Control de Recursos Radioeléctricos (RRC) a los que se pueden aplicar los procedimientos mejorados de la presente divulgación,

La **Fig. 4** es un dibujo esquemático que muestra los escenarios de uso de eMBB, mMTC y URLLC a los que se pueden aplicar los procedimientos mejorados de la presente divulgación,
 35

La **Fig. 5** es un diagrama de bloques que muestra una arquitectura de sistema 3GPP NR a modo de ejemplo para un escenario sin itineración,

La **Fig. 6** ilustra una implementación simplificada y a modo de ejemplo de un conjunto de bloques de señales de sincronización distribuidos en una media trama,

5 La **Fig. 7** ilustra varios haces y el índice SSB correspondiente, SSB1-SSB8, y cómo los haces son transmitidos por el gNB de una forma de barrido de haces,

La **Fig. 8** ilustra un diagrama de señalización para la medición e informes CSI,

La **Fig. 9** ilustra un ejemplo de relación espacial entre múltiples haces, en donde un segundo conjunto de haces (Conjunto B) es un subconjunto de un primer conjunto de haces (Conjunto A),
10 A),

La **Fig. 10** ilustra un ejemplo de relación espacial entre múltiples haces, en donde un primer conjunto de haces (Conjunto A) es diferente de un segundo conjunto de haces (Conjunto B),

La **Fig. 11** ilustra una estructura simplificada y a modo de ejemplo de un UE y un gNB,
15

La **Fig. 12** ilustra una estructura del UE de conformidad con una implementación a modo de ejemplo del procedimiento mejorado de informe de resultados de predicción,

La **Fig. 13** ilustra un diagrama de flujo para el comportamiento de UE de conformidad con una implementación a modo de ejemplo del procedimiento mejorado de informe de resultados de predicción,
20

La **Fig. 14** ilustra una estructura de la estación base de conformidad con una implementación a modo de ejemplo del procedimiento mejorado de información de resultados de predicción,

La **Fig. 15** ilustra un diagrama de flujo para el comportamiento de estación base de conformidad con una implementación a modo de ejemplo del procedimiento mejorado de informe de resultados de predicción, y
25

La **Fig. 16** es un diagrama de señalización que ilustra un intercambio de ejemplo entre el UE y el gNB para una implementación a modo de ejemplo del procedimiento mejorado de informe de resultados de predicción.

30 **DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LA INVENCION**

Arquitectura del sistema 5G NR y pilas de protocolos

El 3GPP ha estado trabajando en la próxima versión de la tecnología celular de quinta generación, denominada simplemente 5G, incluido el desarrollo de una nueva tecnología de acceso
35 radioeléctrico que funcione en frecuencias de hasta 100 GHz. La primera versión del estándar 5G se

completó a finales de 2017, lo que permite proceder a pruebas y despliegues comerciales de teléfonos inteligentes compatibles con el estándar 5G NR.

Entre otras cosas, la arquitectura general del sistema supone una NG-RAN (Red de Acceso Radioeléctrico de Próxima Generación) que comprende los gNB, que proporcionan las terminaciones de protocolo del plano de usuario (SDAP/PDCP/RLC/MAC/PHY) y del plano de control (RRC) del acceso radioeléctrico NG hacia el UE. Los gNB están interconectados entre sí por medio de la interfaz Xn. Los gNB también están conectados por medio de la interfaz de Próxima Generación (NG) a la 5GC, más en específico, a la AMF (Función de Gestión de Acceso y Movilidad) (por ejemplo, una entidad central particular que realiza la AMF) por medio de la interfaz NG-C y a la UPF (Función de Plano de Usuario) (por ejemplo, una entidad central particular que realiza la UPF) por medio de la interfaz NG-U. La arquitectura NG-RAN se ilustra en la **Fig. 1** (véase, por ejemplo, 3GPP TS 38.300 por ejemplo, v17.2.0, sección 4).

La pila de protocolos del plano de usuario para NR (véase, por ejemplo, la sección 4.4.1 de 3GPP TS 38.300) comprende las subcapas PDCP (Protocolo de Convergencia de Datos en Paquetes, véase la sección 6.4 de 3GPP TS 38.300), RLC (Control de Enlace Radioeléctrico, véase la sección 6.3 de TS 38.300) y MAC (Control de Acceso al Medio, véase la sección 6.2 de TS 38.300), que terminan en el gNB en el lado red. Además, una nueva subcapa de estrato de acceso (AS) (SDAP, Protocolo de Adaptación de Datos de Servicio) se introduce por encima de PDCP (véase, por ejemplo, subcláusula 6.5 de TS 38.300). También se define una pila de protocolos del plano de control para NR (véase, por ejemplo, la sección 4.4.2 de TS 38.300). Una visión general de las funciones de la Capa 2 se da en la subcláusula 6 de TS 38.300. Las funciones de la capa RRC se enumeran en la subcláusula 7 de TS 38.300.

Por ejemplo, la capa de Control de Acceso al Medio gestiona la multiplexación de canales lógicos y la programación y las funciones relacionadas con la programación, incluida la gestión de diferentes numerologías.

La capa física (PHY) es responsable, por ejemplo, de la codificación, el procesamiento PHY HARQ, la modulación, el procesamiento multiantena y la correlación de la señal con los recursos físicos de tiempo-frecuencia adecuados. También gestiona la correlación de canales de transporte con canales físicos. La capa física proporciona servicios a la capa MAC en la forma de canales de transporte. Un canal físico corresponde al conjunto de recursos de tiempo-frecuencia utilizados para la transmisión de un canal de transporte particular, y cada canal de transporte se correlaciona con un canal físico correspondiente. Por ejemplo, los canales físicos son PRACH (Canal Físico de Acceso Aleatorio), PUSCH (Canal Físico Compartido de Enlace Ascendente) y PUCCH (Canal Físico de Control de Enlace Ascendente) para el enlace ascendente y PDSCH (Canal Físico Compartido de Enlace Descendente), PDCCH (Canal Físico de Control de Enlace Descendente) y PBCH (Canal Físico de Radiodifusión) para

el enlace descendente.

Los casos de uso / escenarios de despliegue de la NR pueden incluir la banda ancha móvil mejorada (eMBB), las comunicaciones ultra confiables de baja latencia (URLLC) y la comunicación masiva de tipo máquina (mMTC), que tienen diversos requisitos en términos de tasas de datos, latencia y cobertura. Por ejemplo, se espera que la eMBB admita tasas de datos máximas (20 Gbps para el enlace descendente y 10 Gbps para el enlace ascendente) y tasas de datos experimentadas por el usuario del orden de tres veces lo que ofrecen las IMT-Avanzadas. Por otro lado, en el caso de las URLLC, los requisitos más estrictos se imponen en la latencia ultra baja (0.5 ms para UL y DL cada una para la latencia del plano de usuario) y la alta confiabilidad ($1-10^{-5}$ en 1 ms). Por último, la mMTC puede requerir preferiblemente una alta densidad de conexión (1,000,000 de dispositivos/km² en un entorno urbano), una gran cobertura en entornos difíciles y baterías de muy larga duración para dispositivos de bajo costo (15 años).

Por lo tanto, la numerología OFDM (por ejemplo, espaciado entre subportadoras, duración de símbolo OFDM, duración de prefijo cíclico (CP), número de símbolos por intervalo de programación) que es adecuada para un caso de uso podría no funcionar bien para otro. Por ejemplo, los servicios de baja latencia pueden requerir preferiblemente una duración de símbolo más corta (y de esta manera un mayor espaciado entre subportadoras) y/o menos símbolos por intervalo de programación (también conocido como TTI) que un servicio mMTC. Además, los escenarios de despliegue con grandes extensiones de retardo de canal pueden requerir preferiblemente una duración de CP más larga que los escenarios con extensiones de retardo cortas. El espaciado entre subportadoras se debe optimizar en consecuencia para mantener una tasa de CP similar. La NR puede admitir más de un valor de espaciado entre subportadoras. En consecuencia, actualmente se están considerando espaciados entre subportadoras de 15 kHz, 30 kHz, 60 kHz... La duración de símbolo T_u y el espaciado entre subportadoras Δf están directamente relacionados mediante la fórmula $\Delta f = 1 / T_u$. De forma similar a los sistemas LTE, el término "elemento de recurso" se puede utilizar para denotar una unidad de recurso mínima que está compuesta por una subportadora para la longitud de un símbolo OFDM/SC-FDMA.

En el sistema de nueva radio 5G-NR, para cada numerología y portadora se define una rejilla de recursos de subportadoras y símbolos OFDM, respectivamente, para el enlace ascendente y el enlace descendente. Cada elemento en la rejilla de recursos se denomina elemento de recurso y se identifica en función del índice de frecuencia en el dominio de la frecuencia y de la posición de símbolo en el dominio del tiempo (véase 3GPP TS 38.211, por ejemplo, v17.4.0, por ejemplo, sección 4). Por ejemplo, las transmisiones de enlace descendente y de enlace ascendente se organizan en tramas con una duración de 10 ms, cada trama consistiendo en diez subtramas con una duración de 1 ms, respectivamente. En las implementaciones de 5g NR, el número de símbolos OFDM consecutivos por

subtrama depende de la configuración del espaciamiento entre subportadoras. Por ejemplo, para un espaciamiento entre subportadoras de 15 kHz, una subtrama tiene 14 símbolos OFDM (similar a una implementación conforme con LTE, suponiendo un prefijo cíclico normal). Por otro lado, para un espaciamiento entre subportadoras de 30 kHz, una subtrama tiene dos ranuras, cada ranura comprendiendo 14 símbolos OFDM.

División funcional de 5G NR entre NG-RAN y 5GC

La **Fig. 2** ilustra la división funcional entre NG-RAN y 5GC. El nodo lógico de NG-RAN es un gNB o ng-eNB. La 5GC tiene los nodos lógicos AMF, UPF y SMF.

- En particular, el gNB y el ng-eNB albergan las siguientes funciones principales:
- Funciones de Gestión de Recursos Radioeléctricos, tales como Control de Portador Radioeléctrico, Control de Admisión Radioeléctrico, Control de Movilidad de Conexión, asignación dinámica de recursos a los UE tanto en el enlace ascendente como en el enlace descendente (programación);
 - Compresión de encabezado IP, cifrado y protección de la integridad de los datos;
 - Selección de una AMF en la conexión de UE cuando no se puede determinar el enrutamiento a una AMF a partir de la información proporcionada por el UE;
 - Enrutamiento de datos de Plano de Usuario hacia UPF(s);
 - Enrutamiento de información de Plano de Control hacia el AMF;
 - Configuración y liberación de la conexión;
 - Programación y transmisión de mensajes de radiobúsqueda;
 - Programación y transmisión de la información de difusión de sistema (originada de la AMF o el OAM);
 - Medición y configuración de informes de medición para movilidad y programación;
 - Marcado de paquetes a nivel de transporte en el enlace ascendente;
 - Gestión de sesiones;
 - Soporte de la Segmentación de Red;
 - Gestión de Flujo QoS y correlación con portadores radioeléctricos de datos;
 - Soporte de los UE en estado RRC_INACTIVE;
 - Función de distribución de mensajes NAS;
 - Compartición de la red de acceso radioeléctrico;
 - Doble conectividad;
 - Interfuncionamiento estrecho entre NR y E-UTRA.
- La Función de Gestión de Acceso y Movilidad (AMF) alberga las siguientes funciones principales:

- Terminación de la señalización del Estrato Sin Acceso, NAS;
 - Seguridad de la señalización del NAS;
 - Control de la seguridad del Estrato de Acceso, AS;
 - Señalización de nodos entre Redes Centrales, CN, para la movilidad entre redes de acceso 3GPP;
 - Capacidad de conexión de UE en modo libre (incluidos el control y la ejecución de la retransmisión de radiobúsqueda);
 - Gestión del área de registro;
 - Soporte de la movilidad intrasistema e intersistema;
 - Autenticación de Acceso;
 - Autorización de Acceso, incluida la comprobación de los derechos de itineración;
 - Control de gestión de movilidad (suscripción y políticas);
 - Soporte de Segmentación de Red;
 - Selección de la Función de Gestión de Sesión, SMF.
- Además, la Función de Plano de Usuario, UPF, alberga las siguientes funciones principales:
- Punto de anclaje para la movilidad Intra-/Inter-RAT (cuando proceda);
 - Punto de interconexión de la sesión PDU externa a la Red de Datos;
 - Enrutamiento y reenvío de paquetes;
 - Inspección de paquetes y parte de plano de usuario de la aplicación de reglas de políticas;
 - Informes sobre el uso de tráfico;
 - Clasificador de enlace ascendente para admitir el enrutamiento de flujos de tráfico a una red de datos;
 - Punto de ramificación para admitir sesiones PDU de múltiples interfaces (multi-homed);
 - Gestión de QoS en el plano de usuario, por ejemplo, filtrado de paquetes, control de paso (gating), aplicación de tarifas UL/DL;
 - Verificación del Tráfico de Enlace Ascendente (correlación del flujo QoS con SDF);
 - Almacenamiento en búfer de paquetes de enlace descendente y activación de notificación de datos de enlace descendente.
- Por último, la Función de Gestión de Sesión, SMF, alberga las siguientes funciones principales:
- Gestión de Sesiones;
 - Asignación y gestión de direcciones IP de UE;

- Selección y control de la función UP;
- Configura la dirección del tráfico en la Función de Plano de Usuario, UPF, para enrutar el tráfico al destino adecuado;
- Parte de control de la aplicación de políticas y QoS;
- Notificación de Datos de Enlace Descendente.

Procedimientos de configuración y reconfiguración de conexiones RRC

La **Fig. 3** ilustra algunas interacciones entre un UE, un gNB y una AMF (una entidad 5GC) en el contexto de una transición del UE de RRC_IDLE a RRC_CONNECTED para la parte NAS (véase 3GPP TS 38.300)

El RRC es un protocolo de señalización de capa superior utilizado para la configuración del UE y el gNB. En particular, esta transición puede implicar que la AMF prepare los datos de contexto de UE (incluidos, por ejemplo, el contexto de sesión PDU, la Clave de Seguridad, la Capacidad de Radio del UE y las Capacidades de Seguridad del UE, etc.) y los envíe al gNB con la SOLICITUD DE CONFIGURACIÓN DE CONTEXTO INICIAL (INITIAL CONTEXT SETUP REQUEST). A continuación, el gNB activa la seguridad AS con el UE, lo que se realiza mediante la transmisión por parte del gNB al UE de un mensaje SecurityModeCommand (ComandoModoSeguridad) y mediante la respuesta por parte del UE al gNB con el mensaje SecurityModeComplete (ModoSeguridadCompleto). Después, el gNB realiza la reconfiguración para configurar el Portador Radioeléctrico de Señalización 2, SRB2, y el/los Portador(es) Radioeléctrico(s) de Datos, DRB(s), mediante la transmisión al UE del mensaje RRCReconfiguration (ReconfiguraciónRRC) y, en respuesta, la recepción por parte del gNB del mensaje RRCReconfigurationComplete (ReconfiguraciónRRCCompleta) procedente del UE. Para una conexión de solo señalización, los pasos relacionados con la RRCReconfiguration se omiten, ya que el SRB2 y los DRB no están configurados. Por último, el gNB informa a la AMF acerca de que el procedimiento de configuración se ha completado con la RESPUESTA DE CONFIGURACIÓN DE CONTEXTO INICIAL (INITIAL CONTEXT SETUP RESPONSE).

En la presente divulgación, de esta manera, se proporciona una entidad (por ejemplo, AMF, SMF, etc.) de una 5GC que comprende circuitería que, en funcionamiento, establece una conexión de Próxima Generación (NG) con un gNodeB; y un transmisor que, en funcionamiento, transmite un mensaje de configuración de contexto inicial, a través de la conexión NG, al gNodeB para provocar una configuración de portador radioeléctrico de señalización entre el gNodeB y un equipo de usuario (UE). En particular, el gNodeB transmite una señalización RRC que contiene un elemento de información (IE) de configuración de asignación de recursos al UE a través del portador radioeléctrico de señalización. A continuación, el UE realiza una transmisión de enlace ascendente o una recepción de enlace descendente en función de la configuración de asignación de recursos.

Escenarios de Uso de IMT para 2020 y años posteriores

La **Fig. 4** ilustra algunos de los casos de uso para 5G NR. En la nueva radio del proyecto de asociación de tercera generación (3GPP NR), están siendo considerados tres casos de uso que han sido previstos para admitir una amplia variedad de servicios y aplicaciones en IMT-2020. Se ha concluido la especificación para la fase 1 de la banda ancha móvil mejorada (eMBB). Además de ampliar aún más el soporte de eMBB, los trabajos actuales y futuros involucrarán la estandarización de las comunicaciones ultra confiables y de baja latencia (URLLC) y las comunicaciones masivas de tipo máquina. La Fig. 4 ilustra algunos ejemplos de los escenarios de uso previstos de IMT para 2020 y años posteriores (véase, por ejemplo, la Fig. 2 de la ITU-R M.20183).

El caso de uso de URLLC tiene requisitos estrictos en cuanto a capacidades tales como caudal, latencia y disponibilidad, y se ha previsto como uno de los habilitadores de futuras aplicaciones verticales tales como el control inalámbrico de procesos industriales de fabricación o producción, la cirugía médica a distancia, la automatización de la distribución en una red inteligente, la seguridad en el transporte, etc. La ultra confiabilidad para URLLC será soportada por la identificación de las técnicas para cumplir los requisitos establecidos por 3GPP TR 38.913. Para NR URLLC en la Versión 15, los requisitos clave incluyen una latencia de plano de usuario objetivo de 0.5 ms para UL (enlace ascendente) y 0.5 ms para DL (enlace descendente). El requisito general de URLLC para una transmisión de un paquete es una BLER (tasa de error de bloque) de $1E-5$ para un tamaño de paquete de 32 bytes con una latencia de plano de usuario de 1 ms.

Desde la perspectiva de la capa física, la confiabilidad se puede mejorar de varias maneras posibles. El alcance actual para mejorar la confiabilidad supone definir tablas CQI independientes para URLLC, formatos DCI más compactos, repetición de PDCCH, etc. Sin embargo, el alcance puede ampliarse para lograr la ultra confiabilidad a medida que la NR se vuelva más estable y esté más desarrollada (para los requisitos clave de NR URLLC). Los casos de uso particulares de NR URLLC en la Ver. 15 incluyen la Realidad Aumentada/Realidad Virtual (AR/VR), la sanidad electrónica, la seguridad electrónica y las aplicaciones de misión crítica.

Además, las mejoras tecnológicas dirigidas por NR URLLC tienen como objetivo mejorar la latencia y mejorar la confiabilidad. Las mejoras tecnológicas para mejorar la latencia incluyen la numerología configurable, la programación no basada en ranuras con correlación flexible, el enlace ascendente de libre concesión (concesión configurada), la repetición a nivel de ranura para canales de datos y la preferencia de enlace descendente. La preferencia significa que una transmisión para la que ya se han asignado recursos se detiene, y los recursos ya asignados se utilizan para otra transmisión que se ha solicitado más tarde, pero que tiene requisitos de menor latencia / mayor prioridad. Por consiguiente, la transmisión ya concedida es interrumpida por una transmisión posterior. La preferencia se aplica independientemente del tipo de servicio en particular. Por ejemplo, una

transmisión para un tipo de servicio A (URLLC) puede ser interrumpida por una transmisión para un tipo de servicio B (tal como eMBB). Las mejoras tecnológicas con respecto a la mejora de la confiabilidad incluyen tablas CQI/MCS dedicadas para el objetivo BLER de $1E-5$.

5 El caso de uso de mMTC (comunicación masiva de tipo máquina) se caracteriza por un número muy grande de dispositivos conectados que generalmente transmiten un volumen relativamente bajo de datos sensibles sin retardo. Se requiere que los dispositivos sean de bajo costo y tengan una batería de muy larga duración. Desde la perspectiva de NR, la utilización de partes de ancho de banda muy estrecho es una posible solución para contar con ahorro de energía desde la perspectiva de UE y permitir una larga duración de la batería.

10 Tal como se ha mencionado anteriormente, se espera que el alcance de la confiabilidad en NR sea cada vez más amplio. Un requisito clave para todos los casos, y especialmente necesario para URLLC y mMTC, es una alta confiabilidad o ultra confiabilidad. Se pueden considerar varios mecanismos para mejorar la confiabilidad desde la perspectiva de la radio y de la red. En general, existen algunas áreas potenciales clave que pueden ayudar a mejorar la confiabilidad. Entre estas
15 áreas se encuentran la información compacta del canal de control, la repetición del canal de datos/control y la diversidad con respecto a la frecuencia, el tiempo y/o el dominio espacial. Estas áreas son aplicables a la confiabilidad en general, independientemente de los escenarios de comunicación particulares.

Para NR URLLC, se han identificado casos de uso adicionales con requisitos más
20 estrictos, tales como la automatización de fábricas, la industria del transporte y la distribución de energía eléctrica. Los requisitos más estrictos son una mayor confiabilidad (hasta un nivel 10^6), una mayor disponibilidad, tamaños de paquete de hasta 256 bytes, una sincronización de tiempo hasta el orden de unos pocos μs , donde el valor puede ser uno o unos pocos μs dependiendo del rango de frecuencias, y una latencia corta del orden de 0.5 a 1 ms, en particular una latencia de plano de usuario
25 objetivo de 0.5 ms, dependiendo de los casos de uso.

Además, para NR URLLC, se han identificado varias mejoras tecnológicas desde la perspectiva de la capa física. Entre ellas están las mejoras del PDCCH (Canal Físico de Control de Enlace Descendente) relacionadas con la DCI compacta, la repetición de PDCCH y una mayor monitorización de PDCCH. Además, las mejoras de la UCI (Información de Control de Enlace
30 Ascendente) están relacionadas con una HARQ (Solicitud de Repetición Automática Híbrida) mejorada y mejoras de retroalimentación de CSI. También se han identificado mejoras del PUSCH relacionadas con el salto a nivel de minirranura y mejoras de retransmisión/repetición. El término "minirranura" se refiere a un Intervalo de Tiempo de Transmisión (TTI) que incluye un número menor de símbolos que una ranura (una ranura que comprende catorce símbolos).

Control de QoS

El modelo 5G QoS (Calidad de Servicio) se basa en los flujos QoS y admite tanto flujos QoS que requieren una tasa de bits de flujo garantizada (flujos QoS GBR) como flujos QoS que no requieren una tasa de bits de flujo garantizada (flujos QoS sin GBR). En el nivel NAS, el flujo QoS es, de esta manera, la granularidad más fina de diferenciación de QoS en una sesión PDU. Un flujo QoS se identifica dentro de una sesión PDU mediante un ID de flujo QoS (QFI) que se lleva en un encabezado de encapsulación a través de la interfaz NG-U.

Para cada UE, la 5GC establece una o más Sesiones PDU. Para cada UE, la NG-RAN establece por lo menos un Portador Radioeléctrico de Datos (DRB) junto con la Sesión PDU, y posteriormente se pueden configurar el/los DRB(s) adicional(es) para el/los flujo(s) QoS de esa sesión PDU (depende de cuándo la NG-RAN decide hacerlo), por ejemplo, tal como se ha mostrado anteriormente con referencia a la Fig. 3. La NG-RAN correlaciona paquetes pertenecientes a diferentes sesiones PDU con diferentes DRB. Los filtros de paquetes a nivel NAS en el UE y en la 5GC asocian los paquetes UL y DL con Flujos QoS, mientras que las reglas de correlación a nivel AS en el UE y en la NG-RAN asocian los Flujos QoS UL y DL con los DRB.

La **Fig. 5** ilustra una arquitectura de referencia 5G NR sin itineración (véase, por ejemplo, 3GPP TS 23.501, por ejemplo, v16.9.0, sección 4.2.3, véase también v17.5.0 o v18.0.0). Una Función de Aplicación (AF), por ejemplo, un servidor de aplicaciones externo que alberga servicios 5G, descritos a modo de ejemplo en la Fig. 4, interactúa con la Red Central 3GPP con el fin de prestar servicios, por ejemplo, para admitir la influencia de la aplicación en el enrutamiento de tráfico, accediendo a la Función de Exposición de Red (NEF) o interactuando con el marco de Políticas para el control de políticas (véase Función de Control de Políticas, PCF), por ejemplo, el control de QoS. En función del despliegue del operador, las Funciones de Aplicación consideradas de confianza por el operador pueden ser autorizadas para interactuar directamente con las Funciones de Red pertinentes. Las Funciones de Aplicación a las que el operador no permite acceder directamente a las Funciones de Red utilizan el marco de exposición externo a través de la NEF para interactuar con las Funciones de Red pertinentes.

La Fig. 5 muestra unidades funcionales adicionales de la arquitectura 5G, a saber, la Función de Selección de Segmento de Red (NSSF), la Función de Repositorio de Red (NRF), la Gestión Unificada de Datos (UDM), la Función de Servidor de Autenticación (AUSF), la Función de Gestión de Acceso y Movilidad (AMF), la Función de Gestión de Sesión (SMF) y la Red de Datos (DN), por ejemplo, servicios de operador, acceso a Internet o servicios de terceros. Todas o parte de las funciones de la red central y los servicios de aplicación se pueden desplegar y ejecutar en entornos de computación en la nube.

En la presente divulgación, de esta manera, se proporciona un servidor de aplicaciones

(por ejemplo, AF de la arquitectura 5G), que comprende un transmisor, que, en funcionamiento, transmite una solicitud que contiene un requisito de QoS para por lo menos uno de los servicios URLLC, eMBB y mMTC a por lo menos una de las funciones (por ejemplo NEF, AMF, SMF, PCF,UPF, etc.) de la 5GC para establecer una sesión PDU que incluya un portador radioeléctrico entre un gNodeB y un UE
 5 de acuerdo con el requisito de QoS y circuitería, que, en funcionamiento, realizan los servicios utilizando la sesión PDU establecida.

Múltiples puntos de transmisión y recepción

Se espera que las redes inalámbricas 5G admitan conectividad masiva, alta capacidad,
 10 ultra confiabilidad y baja latencia. Tal diversidad de escenarios de casos de uso requiere enfoques innovadores para la realización de los futuros sistemas 5G. Se prevé que los múltiples puntos de transmisión y recepción (multi-TRP) serán vitales en 5G con el fin de mejorar la confiabilidad, la cobertura y el rendimiento de la capacidad a través de escenarios de despliegue flexibles.

Los usuarios en un borde de la célula normalmente reciben una baja calidad de servicio
 15 (QoS) debido a la distancia comparativamente larga que los separa de la estación base y a las condiciones desfavorables del canal (por ejemplo, interferencia entre células (ICI) de las estaciones base vecinas). Multi-TRP es una tecnología que se ha estudiado en la comunicación móvil de cuarta generación para aliviar la ICI mediante la coordinación dinámica entre los multi-TRP, para proporcionar programación y transmisiones/recepciones conjuntas. De este modo, un dispositivo inalámbrico en el
 20 borde de la célula puede ser atendido por los multi-TRP para mejorar su transmisión/recepción de señales, lo que tiene como resultado un mayor rendimiento.

Los Multi-TRP son una característica que permite a un gNB utilizar más de un TRP para comunicarse con un UE. Hay un par de maneras diferentes para este tipo de comunicación, y se puede resumir como en las siguientes situaciones. Un primer TRP y un segundo TRP pueden transmitir
 25 dos PDSCH diferentes, pero una señal de control (PDCCH/DCI) para los dos PDSCH es transmitida únicamente por el primer TRP. En este caso, si hay algún problema en el enlace radioeléctrico con el primer TRP y falla la recepción de PDCCH, la comunicación a través del segundo TRP también se ve afectada. Además, cuando el primer TRP y el segundo TRP están transmitiendo dos PDSCH diferentes y cada TRP está transmitiendo su propio PDCCH/DCI correspondiente, si hay algún problema en el
 30 enlace radioeléctrico con uno de los TRP, la comunicación a través del otro TRP puede estar intacta. Además, el primer TRP y el segundo TRP pueden procesar conjuntamente una señal DL y UL.

Las altas frecuencias portadoras (por ejemplo, las ondas milimétricas) en 5G facilitan el despliegue de un gran número de antenas (por ejemplo, las denominadas MIMO masivas) en la estación base, lo que requiere procedimientos de gestión de haces para la tecnología multi-TRP.

Estados de Indicador de Configuración de Transmisión y Cuasi-Co-Ubicación

Según 3GPP TS 38.214: "Physical layer procedures for data (Versión 17)", v. 17.3.0, septiembre de 2022, dos señales de referencia pueden tener una relación cuasi-co-ubicada, QCL. Se dice que dos puertos de antena están cuasi-co-ubicados si las propiedades del canal por el que se transmite un símbolo en un puerto de antena se pueden inferir a partir del canal por el que se transmite un símbolo en el otro puerto de antena.

En los sistemas 5G NR, se utiliza un estado de indicación de configuración de transmisión (TCI) para establecer la conexión de cuasi-co-ubicación (QCL) entre una señal de referencia (RS) de destino y una RS de origen. A continuación se definen los tipos de QCL de los puertos de antena:

Tipo	Descripción
QCL-TipoA	Desplazamiento Doppler, dispersión Doppler, retardo medio, dispersión de retardo
QCL-TipoB	Desplazamiento Doppler, dispersión Doppler
QCL-TipoC	Desplazamiento Doppler, retardo medio
QCL-TipoD	Parámetro Rx espacial

Los estados de TCI se configuran para PDCCH, PDSCH y señales de referencia de información de estado de canal (CSI-RS) con el fin de transmitir la indicación de QCL para la RS respectiva. En el rango de frecuencias 1 (FR1, por debajo de 7-125 GHz) son aplicables los Tipos A-C de QCL y en el rango de frecuencias 2 (FR2, por encima de 24.250 GHz) son aplicables los Tipos A-D de QCL. El Tipo D de QCL para FR2 indica que PDCCH/PDSCH/CSI-RS se transmite con el mismo filtro espacial que la señal de referencia asociada a esa TCI. En FR2, la red puede indicar un cambio de haz de transmisión para PDSCH o PDCCH al conmutar el estado de TCI.

Cada estado de TCI puede incluir un identificador de estado de TCI, ID de estado de TCI, y un conjunto de RS, o una o más RS individuales, que se utilizan para la referencia de QCL. Cada RS dentro de un estado de TCI se puede asociar a un conjunto de uno o más haces Tx (transmisión) y/o Rx (recepción).

Configuración de temporización de medición del Bloque de Señales de Sincronización - SMTTC - PSS/SSS, PBCH

La NR ha introducido el denominado bloque de señales de sincronización, bloque SS (SSB), que comprende una Señal de Sincronización Primaria (PSS), una Señal de Sincronización Secundaria (SSS) y un Canal Físico de Radiodifusión (PBCH) (de hecho, DMRS de PBCH y datos de PBCH). La PSS y la SSS pueden ser utilizadas por los UE para encontrar, sincronizarse e identificar una red. El PBCH lleva una cantidad mínima de información del sistema que incluye una indicación de dónde se transmite el resto de la información del sistema de difusión.

En LTE, también se utilizaron estas tres señales, la PSS, la SSS y el PBCH, aunque no como parte de un SSB. Los tres componentes de SSB se transmiten siempre juntos en la NR, por ejemplo, tienen la misma periodicidad. Un SSB dado se puede repetir dentro de un conjunto de ráfagas SS, que se puede utilizar potencialmente para una transmisión de barrido de haces por parte del gNB.

5 El conjunto de ráfagas SS se puede limitar a un período de tiempo particular, tal como una ventana de 5 ms (media trama). Para la selección inicial de célula, el UE puede asumir una periodicidad de conjunto de ráfagas SS por defecto de 20 ms.

La PSS de 5G NR es una señal específica de la Capa Física para identificar el límite de trama radioeléctrica y es del tipo de una secuencia m. La SSS de 5G NR también es una señal específica

10 de la Capa Física para identificar el límite de subtrama y también es una secuencia m. La secuencia PSS/SSS se compone de valores complejos utilizados por cada elemento/muestra de la secuencia. En las secciones 7.4.2.2 y 7.4.2.3 de 3GPP TS 38.211 v17.4.0 está disponible información sobre la implementación 5G de ejemplo actual de la PSS y la SSS, incluidas la generación de secuencias respectivas y la correlación con recursos físicos.

15 La estructura tiempo-frecuencia de un bloque SS/PBCH, que lleva la SSS, se describe en la sección 7.4.3.1 de TS 38.211. En tal implementación 5G a modo de ejemplo, en el dominio del tiempo, un bloque SS/PBCH consiste en 4 símbolos OFDM, numerados en orden creciente de 0 a 3. La distribución de las señales PSS, SSS y PBCH dentro del bloque SS/PBCH se define en el Cuadro 7.4.3.1-1.

20 En el dominio de la frecuencia, un bloque SS/PBCH consiste en 240 subportadoras contiguas, indexadas con 0 a 239. Las subportadoras exactas que se utilizarán para cada señal PSS, SSS y PBCH dentro del bloque SS/PBCH también se definen en el Cuadro 7.4.3.1-1.

Una ilustración simplificada y a modo de ejemplo del SSB de conformidad con las definiciones anteriores se muestra en la **Fig. 6**, que muestra en la parte inferior la PSS, la SSS y el

25 PBCH en el dominio del tiempo y de la frecuencia.

La temporización (símbolos OFDM) en la que los bloques SS (véase la Fig. 6) son transmitidos por el gNB se puede definir de forma diferente. En particular, los primeros índices de símbolos (dentro de cada media trama con un SSB) con los que inicia un SSB candidato se determinan de conformidad con la sección 4.1 de 3GPP 38.213 v17.4.0 "Cell search". En la Fig. 6 se ilustra un

30 conjunto de SSB a modo de ejemplo, suponiendo símbolos OFDM de inicio de 2, 8, 16, 22, 30, 36, 44 y 50 (caso de SCS=30 kHz y frecuencia > 3 GHz), en donde la numeración de símbolos OFDM pertinente inicia en 0 en una media trama. El número de los SSB en un conjunto de SSB también se puede limitar a un L_{max} máximo. En un ejemplo, el conjunto de SSB puede comprender 4, 8 o 64 SSB.

35 Los bloques SS/PBCH candidatos en una media trama (por ejemplo, denominados

conjunto de SSB) se indexan en un orden ascendente en el tiempo de 0 a $L_{max} - 1$. En consecuencia, a cada SSB dentro de un conjunto de SSB se le asigna un número único (empezando en 0 y aumentando en 1).

El conjunto de SSB ilustrado en la Fig. 6 muestra un caso en el que todos los SSB candidatos posibles son realmente transmitidos por la estación base. Sin embargo, no es necesario transmitir todos los SSB. Más bien, el gNB, en función de algunos requisitos, puede seleccionar solo algunos de esos SSB dentro de un conjunto de SSB y transmitirlos. Los SSB que son realmente transmitidos por el SSB pueden denominarse patrón de SSB. El patrón de SSB tiene básicamente las mismas características que el conjunto correspondiente de SSB, incluida la periodicidad.

El gNB informa al UE sobre el patrón de SSB, por ejemplo, cuáles SSB se transmiten de hecho y cuáles no. Esto puede hacerse, por ejemplo, mediante la transmisión por parte del gNB de un mapa de bits de SSB, que define el patrón de SSB, en donde cada bit del mapa de bits de SSB se refiere a un SSB e identifica si dicho SSB se transmite o no. La longitud del mapa de bits de SSB depende del conjunto de SSB aplicable, por ejemplo, 4, 8 o 64 bits.

En resumen, un conjunto de SSB candidatos se configura para su uso por el gNB en la célula. Además, entre el conjunto de SSB candidatos, el gNB puede seleccionar entonces todos o menos SSB candidatos para transmitir realmente, lo que se denomina un patrón de SSB.

Todos los SSB se pueden transmitir con todos los haces en el sistema. Alternativamente, los SSB se pueden transmitir en haces diferentes, por ejemplo, cuando se habilita la conformación de haces SSB. En ese caso, cada SSB se transmite en un haz espacial diferente, tal como se ilustra en la **Fig. 7**. De forma similar al supuesto de ejemplo de la Fig. 6, hay 8 SSB (0-7) que se pueden transmitir, respectivamente, en un haz diferente, cada haz siendo transmitido en una dirección de haz diferente. Por lo tanto, se consigue una forma de transmisión de barrido de haces de los SSB; dicho de otro modo, la transmisión de barrido de los haces (y los SSB) se multiplexa por división en el tiempo y se produce en momentos diferentes. Los dos UE, UE1 y UE2, recibirán un SSB diferente en momentos diferentes. Cada haz tiene un índice de haz, por ejemplo, donde el índice de haz corresponde al índice de SSB que se transmite a través de dicho haz.

El UE utiliza los SSB, y en particular las señales de SSB (por ejemplo, la PSS, la SSS, el PBCH) en diferentes mecanismos, tales como para las mediciones de célula de servicio, la sincronización de tiempo / frecuencia, etc.

Gestión de haces

La gestión de haces es un conjunto de procedimientos de Capa 1 (PHY) y Capa 2 (MAC) para establecer y mantener un par de haces óptimo para una buena conectividad. Un par de haces consiste, por ejemplo, en un haz de transmisión y un correspondiente haz de recepción en una

dirección de enlace.

Antes de que un UE pueda comunicarse con la red, debe realizar procedimientos de búsqueda y selección de célula y obtener la sincronización de célula inicial y la información del sistema. Los primeros pasos en ese proceso son adquirir la sincronización de trama, averiguar la identidad de célula y descodificar el MIB y el SIB1.

En el caso de un sistema multiantena que transmite múltiples haces, la detección de los haces desde el gNB también forma parte del procedimiento inicial (por ejemplo, cuando el UE normalmente detecta todos los haces en el espacio de búsqueda).

La gestión de haces se puede clasificar en tres procedimientos principales:

- establecimiento de haces inicial,
- ajuste de haces (también llamado seguimiento y refinamiento de haces), y
- recuperación de fallos del haz, cuyos detalles se describirán más adelante.

A continuación se explicarán brevemente estos procedimientos.

Establecimiento de haces inicial

El establecimiento de haces inicial incluye los procedimientos y funciones mediante los cuales se establece inicialmente un par de haces en las direcciones de transmisión de enlace descendente (DL) y enlace ascendente (UL), por ejemplo, cuando se establece una conexión. En el estándar 5G NR actual, esto se realiza mediante barrido de haces, donde diferentes SSB que están asociados a diferentes haces de transmisión, Tx, se transmiten en diferentes símbolos OFDM.

Durante el barrido de haces, un gNB transmite haces en todas direcciones en una ráfaga a intervalos definidos con regularidad. Cada vez que un UE se sincroniza con la red, lee el bloque de señal de sincronización, SSB, y extrae la señal de sincronización primaria, PSS, la señal de sincronización secundaria, SSS, el canal físico de radiodifusión, PBCH, y la señal de referencia de demodulación, DMRS.

Un solo bloque SS abarca cuatro símbolos OFDM en el tiempo y 240 subportadoras en la frecuencia (20 bloques de recursos) (véase la Fig. 6). Cada bloque SS corresponde a un haz específico, conformado en una dirección diferente. Un grupo de bloques SS forma un conjunto de ráfagas SS que abarca una ventana de 5 ms. La ráfaga SS se repite periódicamente con un período de 20 ms, en donde el número máximo de bloques SS en un conjunto de ráfagas SS depende del rango de frecuencias de funcionamiento.

A continuación, el UE puede buscar el haz Tx DL más potente, por ejemplo, también mediante el ajuste del correspondiente haz de recepción, Rx, DL en el lado UE, y después informar de la selección a través de una ocasión RACH y un preámbulo correspondientes al gNB. De este modo, se establece el par de haces inicial, que puede seguir siendo válido después de que se configure una

conexión hasta que una nueva indicación de haz sea recibida por el UE.

Ajuste de haces

Después de que se ha establecido el par de haces inicial, el par de haces se puede
 5 ajustar constantemente con el fin de tener en cuenta un movimiento del UE y/o un cambio del entorno. Esto se puede denominar ajuste de haces. Además, la gestión de haces también puede incluir el refinamiento de la forma del haz, por ejemplo, utilizando un haz CSI-RS más estrecho en comparación con un haz SSB relativamente más ancho utilizado para el establecimiento de haces inicial.

El UE mide la intensidad del haz mediante la medición de la potencia de señal recibida.
 10 En el modo libre, se basa en las señales de sincronización, y en el modo conectado, se puede basar en la señal de referencia de información de estado de canal, CSI-RS, en DL y en la señal de referencia de sondeo, SRS, en UL. El UE busca el mejor haz periódicamente utilizando criterios de umbral predefinidos que son definidos por el gNB e identifica el haz que tiene la mayor potencia recibida de señal de referencia, RSRP. A continuación, el UE puede llevar a cabo un procedimiento de informe de
 15 haces.

Como el ajuste de haces no ocurre simultáneamente en el gNB y en el UE, un haz por
 procedimiento - identificado por su índice - es el resultado que se puede utilizar para la comunicación UL o DL. El gNB puede utilizar información y recomendaciones del UE para mejorar el ajuste de haces. La transmisión de la señalización de control y de los datos puede beneficiarse de los haces
 20 seleccionados en el proceso, ya que el ajuste de haces tiene como objetivo mejorar la calidad del enlace en función de las condiciones de canal radioeléctrico siempre cambiantes. El gNB es el encargado de decidir qué haces Rx UL y Tx DL va a utilizar y de indicárselo al UE. Tras conocer los haces que está utilizando el gNB, el UE puede seleccionar sus propios haces Tx UL y Rx DL.

Recuperación de fallos del haz

El fallo del haz puede ocurrir si el haz no puede ser rastreado por el procedimiento de
 ajuste de haces descrito anteriormente. Este puede ser el caso, por ejemplo, cuando el par de haces
 actual de repente se bloquea inesperadamente y la función de seguimiento de haces no puede
 reaccionar con la suficiente rapidez. Una vez que se ha producido un fallo del haz, la recuperación del
 30 haz típicamente requiere los siguientes pasos:

- detección de fallo del haz,
- identificación de haz candidato,
- transmisión de solicitud de recuperación, y
- respuesta de la red a la solicitud de recuperación del haz.

35 Por ejemplo, en caso de fallo del haz debido a una mala condición del canal, se activa

el proceso de recuperación del haz para recuperar un nuevo haz. El UE monitoriza la(s) señal(es) de referencia e identifica el fallo del haz una vez que se cumplen las condiciones de activación del fallo. El UE elige el siguiente mejor haz para enviarlo en un preámbulo de acceso aleatorio (RA) cuando ocurre el fallo del haz. Si fracasa un primer intento del RA, se desplaza a otro haz para otro procedimiento de RA. El preámbulo de RA se envía en el PRACH. Por último, el UE recibe una asignación de recursos de enlace descendente y una concesión de enlace ascendente en el canal físico de control de enlace descendente, PDCCH.

Medición e informe de haces

Las operaciones generales realizadas durante uno o más de dichos procedimientos principales pueden involucrar uno o más de:

- *barrido de haces*, es decir, cubrir un área espacial con un conjunto de haces transmitidos y recibidos de conformidad con intervalos y direcciones preespecificados,
- *medición de haces*, es decir, la evaluación de la calidad de la señal recibida en el Gnb o en el UE,
- *determinación de haces*, es decir, la selección del haz o haces adecuados, ya sea en el Gnb o en el UE, de conformidad con las mediciones obtenidas con el procedimiento de medición de haces, e
- *informe de haces*, es decir, un procedimiento utilizado por el UE para enviar información de calidad del haz y decisión del haz al Gnb.

En resumen, el informe de haces implica que el UE mida un conjunto de señales de referencia (por ejemplo, SSB o CSI-RS), correspondientes a diferentes haces Tx de enlace descendente. A continuación, el UE informa de estas mediciones a la red (por ejemplo, al Gnb de servicio). En función de las mediciones recibidas, a continuación la red puede, por ejemplo, decidir un haz Tx de enlace descendente adecuado para el UE.

La medición y los informes se pueden basar, por ejemplo, en el marco de informes CSI, que en general se puede considerar que consta de dos partes, una para la configuración y otra para la activación de los informes CSI.

Hay dos tipos de señales de referencia que se pueden utilizar para las mediciones, el SSB y la CSI-RS. El SSB siempre es transmitido por la red y no es específico de un UE, por lo que no es flexible. Por ejemplo, el SSB se puede utilizar en relación con un haz comparativamente ancho. Por otra parte, la CSI-RS se puede configurar específicamente para un UE y es bastante flexible en cuanto a cuándo y con qué frecuencia se transmite (dominio del tiempo) y en cuanto a los recursos en el dominio de la frecuencia. La CSI-RS se puede utilizar en relación con un haz comparativamente

estrecho, ya que se puede configurar para solo uno o unos cuantos UE.

Hay varios componentes de CSI en NR (es decir, varios tipos diferentes de CSI), por ejemplo, con base en 3GPP TS 38.214 – sección 5.2.1 del mismo:

- CQI (Información de Calidad de Canal)
- 5 • PMI (Indicador de Matriz de Precodificación)
- CRI (Indicador de Recursos CSI-RS)
- SSBRI (Indicador de Bloque de Recursos SS/PBCH)
- LI (Indicador de Capa)
- RI (Indicador de Rango)
- 10 • L1-RSRP, e/o
- Índice de capacidad

Una o más métricas diferentes, o una combinación de ellas pueden ser informadas por el UE. En general, las métricas se pueden agrupar en dos tipos:

- Cantidades relacionadas con L1-RSRP (por ejemplo, cri-RSRP y ssb-Index-RSRP, véase más adelante el IE *CSI-Report Config*)
- 15 - Cantidades relacionadas con CSI (por ejemplo, el resto del IE *CSI-Report Config*)

Las cantidades relacionadas con L1-RSRP son nuevas y se introducen por primera vez en NR (Ver-15) y un objetivo es facilitar la gestión de haces. En cambio, las cantidades relacionadas con CSI (tal como la CQI) son tradicionales y ya existen en LTE. Estas cantidades tradicionales relacionadas con CSI son utilizadas por la estación base para elegir, por ejemplo, la precodificación MIMO adecuada, el tamaño de modulación y codificación, etc. Para adaptarse a la condición del canal.

Entre los diversos IE para la configuración, el IE *CSI-ReportConfig* se utiliza para configurar los informes CSI. En términos generales, cada configuración de informe CSI describe/indica:

- La cantidad o un conjunto de cantidades que serán informadas. Una posible cantidad informada está relacionada con L1-RSRP (tal como la "*cri-RSRP*" o la "*ssb-Index-RSRP*"; véase 3GPP TS 38.214, v17.4.0, sección 5.2.1.4.2 del mismo).
- 25 • Los recursos de enlace descendente sobre los que se deben realizar mediciones con el fin de derivar la cantidad o cantidades que serán informadas.
- Cómo se va a llevar a cabo el informe real, por ejemplo, el momento de informe y el canal de enlace ascendente que se va a utilizar para el informe.
- 30 •

Un dispositivo se puede configurar con uno o varios conjuntos de recursos (por ejemplo, CSI-RS, por ejemplo, NZP-CSI-RS-ResourceSets). Cada uno de dichos conjuntos de recursos incluye referencias a una o varias CSI-RS configuradas. El Gnb también configura si las señales de referencia en los recursos del conjunto de recursos se transmiten de forma periódica, aperiódica o semipersistente.

35

A continuación, el conjunto de recursos se puede utilizar como parte de las configuraciones de informes que describen las mediciones y los informes correspondientes que serán realizados por un dispositivo. En un ejemplo conforme con 5G, los conjuntos de recursos sobre los que se realizan las mediciones se definen en función de uno o más de los siguientes IE derivados de 3GPP

5 TS 38.331:

- *CSI-ResourceConfigID*, que está incluido en el IE *CSI-ReportConfig*, identifica un IE *CSI-ResourceConfig* que será utilizado,
- IE *CSI-ResourceConfig* define a su vez un grupo de uno o más conjuntos de recursos, incluidos *NZP-CSI-RS-ResourceSet*, *CSI-IM-ResourceSet* y/o *CSI-SSB-ResourceSet*, identificados respectivamente por los ID adecuados (véase, por ejemplo, *NZP-CSI-RS-ResourceSetId*, *CSI-IM-ResourceSetId* y/o *CSI-SSB-ResourceSetId*).
- Los conjuntos de recursos definen respectivamente los recursos, por ejemplo, en función de los IE *NZP-CSI-RS-Resource*, *CSI-IM-Resource* y/o *SSB-Index*.

10

15

Las mediciones y los informes se pueden llevar a cabo de forma periódica, semiperiódica o aperiódica.

El UE informa de los resultados de las mediciones al Gnb, por ejemplo, como información de control de enlace ascendente en el PUCCH o en el PUSCH. En un ejemplo conforme con 5G, los informes CSI son realizados por el UE en función de las definiciones que figuran en la sección 6.3 de 3GPP TS 38.212 v17.4.0. Más a detalle, para el informe CSI para la gestión de haces (por ejemplo, que contiene las métricas relacionadas con L1-RSRP), los cuadros 6.3.1.1.2-6, 6.3.1.1.2-8 y 6.3.1.1.2-8B de 3GPP TS 38.212 son los más pertinentes.

20

La siguiente definición a modo de ejemplo del IE *CSI-ReportConfig* se obtiene del 3GPP TS 38.331:

25

- *CSI-ReportConfig*

El IE *CSI-ReportConfig* se utiliza para configurar un informe periódico o semipersistente enviado en PUCCH en la célula en la que está incluido el *CSI-ReportConfig*, o para configurar un informe semipersistente o aperiódico enviado en PUSCH activado por la DCI recibida en la célula en la que está incluido el *CSI-ReportConfig* (en este caso, la célula en la que se envía el informe está determinada por la DCI recibida). Véase TS 38.214 [19], cláusula 5.2.1.

30

Elemento de información *CSI-ReportConfig*

35

```
-- ASN1START
```

```
-- TAG-CSI-REPORTCONFIG-START
```

```
CSI-ReportConfig ::=
    reportConfigId
```

```
SEQUENCE {
    CSI-ReportConfigId,
```

	carrier	ServCellIndex OPTIONAL, -- Need S
	resourcesForChannelMeasurement	CSI-ResourceConfigId,
	csi-IM-ResourcesForInterference	CSI-ResourceConfigId OPTIONAL, --
5	Need R nzp-CSI-RS-ResourcesForInterference	CSI-ResourceConfigId OPTIONAL, --
	Need R reportConfigType	CHOICE {
	periodic	SEQUENCE {
	reportSlotConfig	CSI-ReportPeriodicityAndOffset,
10	pucch-CSI-ResourceList	SEQUENCE (SIZE
	(1..maxNrofBWPs)) OF PUCCH-CSI-Resource	
	},	
	semiPersistentOnPUCCH	SEQUENCE {
	reportSlotConfig	CSI-ReportPeriodicityAndOffset,
15	pucch-CSI-ResourceList	SEQUENCE (SIZE
	(1..maxNrofBWPs)) OF PUCCH-CSI-Resource	
	},	
	semiPersistentOnPUSCH	SEQUENCE {
	reportSlotConfig	ENUMERATED {s15, s110, s120,
20	s140, s180, s1160, s1320},	
	reportSlotOffsetList	SEQUENCE (SIZE (1.. maxNrofUL-
	Allocations)) OF INTEGER(0..32),	
	p0alpha	P0-PUSCH-AlphaSetId
	},	
25	aperiodic	SEQUENCE {
	reportSlotOffsetList	SEQUENCE (SIZE (1..maxNrofUL-
	Allocations)) OF INTEGER(0..32)	
	}	
	},	
30	reportQuantity	CHOICE {
	none	NULL,
	cri-RI-PMI-CQI	NULL,
	cri-RI-il	NULL,
	cri-RI-il-CQI	SEQUENCE {
35	pdsch-BundleSizeForCSI	ENUMERATED {n2, n4} OPTIONAL--
	Need S	
	},	
	cri-RI-CQI	NULL,
	cri-RSRP	NULL,
40	ssb-Index-RSRP	NULL,
	cri-RI-LI-PMI-CQI	NULL
	},	
	reportFreqConfiguration	SEQUENCE {
	cqi-FormatIndicator	ENUMERATED { widebandCQI,
45	subbandCQI } OPTIONAL, -- Need R	
	pmi-FormatIndicator	ENUMERATED { widebandPMI,
	subbandPMI } OPTIONAL, -- Need R	
	csi-ReportingBand	CHOICE {
	subbands3	BIT STRING(SIZE(3)),
50	subbands4	BIT STRING(SIZE(4)),
	subbands5	BIT STRING(SIZE(5)),
	subbands6	BIT STRING(SIZE(6)),
	subbands7	BIT STRING(SIZE(7)),
	subbands8	BIT STRING(SIZE(8)),
55	subbands9	BIT STRING(SIZE(9)),
	subbands10	BIT STRING(SIZE(10)),

```

subbands11 BIT STRING(SIZE(11)),
subbands12 BIT STRING(SIZE(12)),
subbands13 BIT STRING(SIZE(13)),
subbands14 BIT STRING(SIZE(14)),
5 subbands15 BIT STRING(SIZE(15)),
subbands16 BIT STRING(SIZE(16)),
subbands17 BIT STRING(SIZE(17)),
subbands18 BIT STRING(SIZE(18)),
...
10 subbands19-v1530 BIT STRING(SIZE(19))
} OPTIONAL -- Need S

} OPTIONAL, -- Need R
timeRestrictionForChannelMeasurements ENUMERATED {configured,
15 notConfigured},
timeRestrictionForInterferenceMeasurements ENUMERATED {configured,
notConfigured},
codebookConfig CodebookConfig OPTIONAL,
-- Need R
20 dummy ENUMERATED {n1, n2}
OPTIONAL, -- Need R
groupBasedBeamReporting CHOICE {
enabled NULL,
disabled SEQUENCE {
25 nrofReportedRS ENUMERATED {n1, n2, n3,
n4} OPTIONAL -- Need S
}
},
cqi-Table ENUMERATED {table1, table2, table3, table4-
30 r17} OPTIONAL, -- Need R
subbandSize ENUMERATED {value1, value2},
non-PMI-PortIndication SEQUENCE (SIZE (1..maxNrofNZP-CSI-RS-
ResourcesPerConfig)) OF PortIndexFor8Ranks OPTIONAL, -- Need R
...
35 [[
semiPersistentOnPUSCH-v1530 SEQUENCE {
reportSlotConfig-v1530 ENUMERATED {s14, s18, s116}
} OPTIONAL -- Need R
]],
40 [[
semiPersistentOnPUSCH-v1610 SEQUENCE {
reportSlotOffsetListDCI-0-2-r16 SEQUENCE (SIZE (1.. maxNrofUL-
Allocations-r16)) OF INTEGER(0..32) OPTIONAL, -- Need R
reportSlotOffsetListDCI-0-1-r16 SEQUENCE (SIZE (1.. maxNrofUL-
45 Allocations-r16)) OF INTEGER(0..32) OPTIONAL -- Need R
} OPTIONAL, -- Need R
aperiodic-v1610 SEQUENCE {
reportSlotOffsetListDCI-0-2-r16 SEQUENCE (SIZE (1.. maxNrofUL-
Allocations-r16)) OF INTEGER(0..32) OPTIONAL, -- Need R
50 reportSlotOffsetListDCI-0-1-r16 SEQUENCE (SIZE (1.. maxNrofUL-
Allocations-r16)) OF INTEGER(0..32) OPTIONAL -- Need R
} OPTIONAL, -- Need R
reportQuantity-r16 CHOICE {
cri-SINR-r16 NULL,
55 ssb-Index-SINR-r16 NULL
} OPTIONAL, -- Need R

```

```

    codebookConfig-r16                                CodebookConfig-r16  OPTIONAL
-- Need R
    ]],
    [[
5      cqi-BitsPerSubband-r17                          ENUMERATED {bits4} OPTIONAL, -- Need R
      groupBasedBeamReporting-v1710                   SEQUENCE {
        nrofReportedGroups-r17                       ENUMERATED {n1, n2, n3, n4}
                                                    OPTIONAL, -- Need R
      }
      codebookConfig-r17                              CodebookConfig-r17  OPTIONAL, -- Need R
10     sharedCMR-r17                                    ENUMERATED {enable} OPTIONAL, --Need R
      csi-ReportMode-r17                             ENUMERATED {model1, mode2} OPTIONAL,
-- Need R
      numberOfSingleTRP-CSI-Model1-r17               ENUMERATED {n0, n1, n2}  OPTIONAL,
-- Need R
15     reportQuantity-r17                             CHOICE {
      cri-RSRP-Index-r17                             NULL,
      ssb-Index-RSRP-Index-r17                       NULL,
      cri-SINR-Index-r17                             NULL,
      ssb-Index-SINR-Index-r17                       NULL
20   }                                                 OPTIONAL  -- Need R
    ]],
    [[
      semiPersistentOnPUSCH-v1720                     SEQUENCE {
25     reportSlotOffsetList-r17                      SEQUENCE (SIZE (1.. maxNrofUL-
Allocations-r16)) OF INTEGER(0..128)  OPTIONAL, -- Need R
      reportSlotOffsetListDCI-0-2-r17                SEQUENCE (SIZE (1.. maxNrofUL-
Allocations-r16)) OF INTEGER(0..128)  OPTIONAL, -- Need R
      reportSlotOffsetListDCI-0-1-r17                SEQUENCE (SIZE (1.. maxNrofUL-
Allocations-r16)) OF INTEGER(0..128)  OPTIONAL  -- Need R
30   }                                                 OPTIONAL, -- Need R
      aperiodic-v1720                                SEQUENCE {
      reportSlotOffsetList-r17                      SEQUENCE (SIZE (1.. maxNrofUL-
Allocations-r16)) OF INTEGER(0..128)  OPTIONAL, -- Need R
      reportSlotOffsetListDCI-0-2-r17                SEQUENCE (SIZE (1.. maxNrofUL-
35   Allocations-r16)) OF INTEGER(0..128)  OPTIONAL, -- Need R
      reportSlotOffsetListDCI-0-1-r17                SEQUENCE (SIZE (1.. maxNrofUL-
Allocations-r16)) OF INTEGER(0..128)  OPTIONAL  -- Need R
40   }                                                 OPTIONAL  -- Need R
    ]],
  }

CSI-ReportPeriodicityAndOffset ::= CHOICE {
  slots4                                INTEGER(0..3),
  slots5                                INTEGER(0..4),
45   slots8                              INTEGER(0..7),
  slots10                               INTEGER(0..9),
  slots16                               INTEGER(0..15),
  slots20                               INTEGER(0..19),
  slots40                               INTEGER(0..39),
50   slots80                             INTEGER(0..79),
  slots160                              INTEGER(0..159),
  slots320                              INTEGER(0..319)
}

55   PUCCH-CSI-Resource ::=
      uplinkBandwidthPartId              SEQUENCE {
                                          BWP-Id,

```

```

    pucch-Resource
  }

  PortIndexFor8Ranks ::=
5    portIndex8
    rank1-8
    rank2-8
  OPTIONAL, -- Need R
10   rank3-8
  OPTIONAL, -- Need R
    rank4-8
  OPTIONAL, -- Need R
    rank5-8
15   rank6-8
  OPTIONAL, -- Need R
    rank7-8
  OPTIONAL, -- Need R
    rank8-8
20   OPTIONAL -- Need R
    },
    portIndex4
    rank1-4
    rank2-4
25   OPTIONAL, -- Need R
    rank3-4
  OPTIONAL, -- Need R
    rank4-4
  OPTIONAL -- Need R
30   },
    portIndex2
    rank1-2
    rank2-2
  OPTIONAL -- Need R
35   },
    portIndex1
  }

  PortIndex8 ::=
40   PortIndex4 ::=
  PortIndex2 ::=

  -- TAG-CSI-REPORTCONFIG-STOP
  -- ASN1STOP
45

```

```

PUCCH-ResourceId

CHOICE {
  SEQUENCE{
    PortIndex8 OPTIONAL, -- Need R
    SEQUENCE(SIZE(2)) OF PortIndex8
    SEQUENCE(SIZE(3)) OF PortIndex8
    SEQUENCE(SIZE(4)) OF PortIndex8
    SEQUENCE(SIZE(5)) OF PortIndex8
    SEQUENCE(SIZE(6)) OF PortIndex8
    SEQUENCE(SIZE(7)) OF PortIndex8
    SEQUENCE(SIZE(8)) OF PortIndex8
  }
  SEQUENCE{
    PortIndex4 OPTIONAL, -- Need R
    SEQUENCE(SIZE(2)) OF PortIndex4
    SEQUENCE(SIZE(3)) OF PortIndex4
    SEQUENCE(SIZE(4)) OF PortIndex4
  }
  SEQUENCE{
    PortIndex2 OPTIONAL, -- Need R
    SEQUENCE(SIZE(2)) OF PortIndex2
  }
  NULL
}

INTEGER (0..7)
INTEGER (0..3)
INTEGER (0..1)

```

Descripción de los campos de <i>CSI-ReportConfig</i>	
<i>carrier</i>	Indica en qué célula de servicio se encuentran los <i>CSI-ResourceConfig</i> indicados a continuación. Si el campo está ausente, los recursos están en la misma célula de servicio que esta configuración de informe.
<i>codebookConfig</i>	

Configuración del libro de códigos para Tipo-1 o Tipo-2, incluida la restricción del subconjunto del libro de códigos. La red solo puede configurar uno de <i>codebookConfig</i> , <i>codebookConfig-r16</i> o <i>codebookConfig-r17</i> para un UE.
<i>cqi-BitsPerSubband</i> Este campo solo puede estar presente si <i>cqi-FormatIndicator</i> tiene el valor <i>subbandCQI</i>. Si el campo está configurado con <i>bits4</i>, el UE utiliza CQI de sub-banda de 4 bits. Si el campo no está presente y <i>cqi-FormatIndicator</i> tiene el valor <i>subbandCQI</i>, el UE utiliza CQI diferencial de sub-banda de 2 bits.
<i>cqi-FormatIndicator</i> Indica si el UE notificará una CQI única (banda ancha) o múltiple (sub-banda) (véase TS 38.214 [19], cláusula 5.2.1.4).
<i>cqi-Table</i> Qué tabla CQI utilizar para el cálculo de CQI (véase TS 38.214 [19], cláusula 5.2.2.1). Para un UE RedCap, la tabla CQI 2 solo se admite si el UE indica que admite 256QAM para PDSCH.
<i>csi-IM-ResourcesForInterference</i> Recursos CSI-IM para la medición de interferencias. <i>csi-ResourceConfigId</i> de un <i>CSI-ResourceConfig</i> incluido en la configuración de la célula de servicio indicada anteriormente con el campo "carrier". El <i>CSI-ResourceConfig</i> indicado aquí contiene únicamente recursos CSI-IM. El <i>bwp-Id</i> en ese <i>CSI-ResourceConfig</i> es el mismo valor que el <i>bwp-Id</i> en el <i>CSI-ResourceConfig</i> indicado por <i>resourcesForChannelMeasurement</i>.
<i>csi-ReportingBand</i> Indica un subconjunto contiguo o no contiguo de sub-bandas en la parte de ancho de banda para el que se informará de la CSI. Cada bit en la cadena de bits representa una sub-banda. El bit situado más a la derecha en la cadena de bits representa la sub-banda más baja en la BWP. La elección determina el número de sub-bandas (<i>subbands3</i> para 3 sub-bandas, <i>subbands4</i> para 4 sub-bandas, etc.) (véase TS 38.214 [19], cláusula 5.2.1.4). Este campo está ausente si hay menos de 24 PRB (ninguna sub-banda) y presente en caso contrario (véase TS 38.214 [19], cláusula 5.2.1.4).
<i>csi-ReportMode</i> Configura los modos de informe CSI Mode1 o Mode2 (véase TS 38.214 [19], cláusula 5.2.1.4.2)
<i>dummy</i> Este campo no se utiliza en la especificación. Si se recibe, será ignorado por el UE.
<i>groupBasedBeamReporting</i> Activación/desactivación de los informes basados en haces de grupo (véase TS 38.214 [19], cláusula 5.2.1.4). Si <i>groupBasedBeamReporting</i> (sin sufijo) se establece en deshabilitado, <i>groupBasedBeamReporting-v1710</i> está ausente.
<i>no-PMI-PortIndication</i> Indicación de puerto para el cálculo de RI/CQI. Para cada recurso CSI-RS en el <i>ResourceConfig</i> vinculado para la medición de canal, una indicación de puerto para cada rango R, que indica qué puertos R utilizar. Aplicable únicamente para la retroalimentación sin PMI (véase TS 38.214 [19], cláusula 5.2.1.4.2). La primera entrada en <i>non-PMI-PortIndication</i> corresponde al Recurso NZP-CSI-RS indicado por la primera entrada en <i>nzp-CSI-RS-Resources</i> en el <i>NZP-CSI-RS-ResourceSet</i> indicado en la primera entrada de <i>nzp-CSI-</i>

<i>RS-ResourceSetList</i> del <i>CSI-ResourceConfig</i> cuyo <i>CSI-ResourceConfigId</i> se indica en un <i>CSI-MeasId</i> junto con el <i>CSI-ReportConfigId</i> anterior; la segunda entrada en <i>non-PMI-PortIndication</i> corresponde al Recurso NZP-CSI-RS indicado por la segunda entrada en <i>nzp-CSI-RS-Resources</i> en el <i>NZP-CSI-RS-ResourceSet</i> indicado en la primera entrada de <i>nzp-CSI-RS-ResourceSetList</i> del mismo <i>CSI-ResourceConfig</i>, y así sucesivamente hasta el Recurso NZP-CSI-RS indicado por la última entrada en <i>nzp-CSI-RS-Resources</i> en el <i>NZP-CSI-RS-ResourceSet</i> indicado en la primera entrada de <i>nzp-CSI-RS-ResourceSetList</i> del mismo <i>CSI-ResourceConfig</i>. A continuación, la siguiente entrada corresponde al Recurso NZP-CSI-RS indicado por la primera entrada en <i>nzp-CSI-RS-Resources</i> en el <i>NZP-CSI-RS-ResourceSet</i> indicado en la segunda entrada de <i>nzp-CSI-RS-ResourceSetList</i> del mismo <i>CSI-ResourceConfig</i> y así sucesivamente.
<i>nrofReportedGroups</i> Número de grupos de recursos informados por informe CSI. El valor <i>n1</i> significa un grupo de recursos, <i>n2</i> significa 2 grupos de recursos, y así sucesivamente. Si se configura <i>nrofReportedGroups</i>, el UE ignora <i>groupBasedBeamReporting</i> (sin sufijo).
<i>nrofReportedRS</i> El número (N) de recursos RS medidos que serán informados por ajuste de informe en un informe no basado en grupos. $N \leq N_{\max}$, donde $N_{\max}$ es 2 o 4 en función de la capacidad del UE. (véase TS 38.214 [19], cláusula 5.2.1.4) Cuando el campo está ausente, el UE aplica el valor 1.
<i>numberOfSingleTRP-CSI-Mode1</i> Configura el número de X CSI informados cuando <i>csi-ReportMode</i> se establece en 'Mode 1', tal como se describe en TS 38.214 [19], cláusula 5.2.1.4.2. El campo está presente únicamente si <i>csi-ReportMode</i> configura el Mode 1.
<i>nzp-CSI-RS-ResourcesForInterference</i> Recursos NZP CSI RS para la medición de interferencias. <i>csi-ResourceConfigId</i> de un <i>CSI-ResourceConfig</i> incluido en la configuración de la célula de servicio indicada anteriormente con el campo "carrier". El <i>CSI-ResourceConfig</i> indicado aquí contiene únicamente recursos NZP-CSI-RS. El <i>bwp-Id</i> en ese <i>CSI-ResourceConfig</i> es el mismo valor que el <i>bwp-Id</i> en el <i>CSI-ResourceConfig</i> indicado por <i>resourcesForChannelMeasurement</i>.
<i>p0alpha</i> Índice del conjunto p0-alfa que determina el control de potencia para esta transmisión de informe CSI (véase TS 38.214 [19], cláusula 6.2.1.2).
<i>pdsch-BundleSizeForCSI</i> Tamaño de agrupamiento de PRB a asumir para el cálculo de CQI cuando <i>reportQuantity</i> es CRI/RI/i1/CQI. Si el campo está ausente, el UE asume que no se aplica ningún agrupamiento de PRB (véase TS 38.214 [19], cláusula 5.2.1.4.2).
<i>pmi-FormatIndicator</i> Indica si el UE informará de un PMI único (banda ancha) o múltiple (sub-banda). (véase TS 38.214 [19], cláusula 5.2.1.4).
<i>pucch-CSI-ResourceList</i> Indica qué recurso PUCCH utilizar para informar en PUCCH.
<i>reportConfigType</i>

Comportamiento en el dominio del tiempo de la configuración de informes.
<i>reportFreqConfiguration</i> Configuración de informes en el dominio de la frecuencia. (véase TS 38.214 [19], cláusula 5.2.1.4).
<i>reportQuantity</i> Las cantidades relacionadas con CSI que serán informadas, véase TS 38.214 [19], cláusula 5.2.1. Si el campo <i>reportQuantity-r16</i> está presente, el UE ignorará <i>reportQuantity</i> (sin sufijo).
<i>reportSlotConfig</i> Periodicidad y desplazamiento de ranura (véase TS 38.214 [19], cláusula 5.2.1.4). Si el campo <i>reportSlotConfig-v1530</i> está presente, el UE ignorará el valor proporcionado en <i>reportSlotConfig</i> (sin sufijo).
<i>reportSlotOffsetList, reportSlotOffsetListDCI-0-1, reportSlotOffsetListDCI-0-2</i> Desplazamiento de temporización Y para los informes semipersistentes que utilizan PUSCH. Este campo enumera los valores de desplazamiento permitidos. Esta lista debe tener el mismo número de entradas que el <i>pusch-TimeDomainAllocationList</i> en <i>PUSCH-Config</i>. Un valor particular se indica en DCI. La red indica en el campo DCI de la concesión UL cuál de los desplazamientos de ranura de informes configurados aplicará el UE. El valor DCI 0 corresponde al desplazamiento de ranura de primer informe en esta lista, el valor DCI 1 corresponde al desplazamiento de ranura de segundo informe en esta lista, y así sucesivamente. El primer informe se transmite en la ranura $n+Y$, el segundo informe en $n+Y+P$, donde P es la periodicidad configurada. Desplazamiento de temporización Y para los informes aperiódicos que utilizan PUSCH. Este campo enumera los valores de desplazamiento permitidos. Esta lista debe tener el mismo número de entradas que el <i>pusch-TimeDomainAllocationList</i> en <i>PUSCH-Config</i>. Un valor particular se indica en DCI. La red indica en el campo DCI de la concesión UL cuál de los desplazamientos de ranura de informes configurados aplicará el UE. El valor DCI 0 corresponde al desplazamiento de ranura de primer informe en esta lista, el valor DCI 1 corresponde al desplazamiento de ranura de segundo informe en esta lista, y así sucesivamente (véase TS 38.214 [19], cláusula 6.1.2.1). El campo <i>reportSlotOffsetListDCI-0-1</i> se aplica al formato DCI 0_1 y el campo <i>reportSlotOffsetListDCI-0-2</i> se aplica al formato DCI 0_2 (véase TS 38.214 [19], cláusula 6.1.2.1). Los campos <i>reportSlotOffsetList-r17</i>, <i>reportSlotOffsetListDCI-0-1-r17</i> y <i>reportSlotOffsetListDCI-0-2-r17</i> solo son aplicables para SCS 480 kHz y 960 kHz y, si están configurados, el UE ignorará los campos <i>reportSlotOffsetList</i> (sin sufijo), <i>reportSlotOffsetListDCI-0-1</i> (sin sufijo) y <i>reportSlotOffsetListDCI-0-2</i> (sin sufijo) para SCS 480 kHz y 960 kHz.
<i>resourcesForChannelMeasurement</i> Recursos para la medición del canal. <i>csi-ResourceConfigId</i> de un <i>CSI-ResourceConfig</i> incluido en la configuración de la célula de servicio indicada anteriormente con el campo "Carrier". El <i>CSI-ResourceConfig</i> indicado aquí contiene únicamente recursos NZP-CSI-RS y/o recursos SSB. Este <i>CSI-ReportConfig</i> está asociado a la DL BWP indicada por <i>bwp-Id</i> en ese <i>CSI-ResourceConfig</i>.
<i>sharedCMR</i> Permite la compartición de los recursos de medición del canal entre diferentes hipótesis de medición CSI cuando: (1) <i>csi-ReportMode</i> se establece en 'Mode1' y <i>numberOfSingleTRP-CSI-Mode1</i> se establece en 1 o 2; o (2) <i>csi-ReportMode</i> se establece en 'Mode2' (véase TS 38.214 [19], cláusula 5.2.1.4.2).

<i>subbandSize</i>
Indica uno de los dos posibles valores dependientes de la BWP para el tamaño de la sub-banda, tal como se indica en TS 38.214 [19], tabla 5.2.1.4-2. Si <i>csi-ReportingBand</i> está ausente, el UE ignorará este campo.
<i>timeRestrictionForChannelMeasurements</i>
Restricción de medición en el dominio del tiempo para las mediciones del canal (señal) (véase TS 38.214 [19], cláusula 5.2.1.1).
<i>timeRestrictionForInterferenceMeasurements</i>
Restricción de medición en el dominio del tiempo para mediciones de interferencias (véase TS 38.214 [19], cláusula 5.2.1.1).

Descripciones de los campos de <i>PortIndexFor8Ranks</i>
<i>portIndex8</i>
Configuración del Índice del Puerto hasta el rango 8. Si está presente, la red configura índices de puerto para por lo menos uno de los rangos.
<i>portIndex4</i>
Configuración del Índice del Puerto hasta el rango 4. Si está presente, la red configura índices de puerto para por lo menos uno de los rangos.
<i>portIndex2</i>
Configuración del Índice del Puerto para hasta el rango 2. Si está presente, la red configura índices de puerto para por lo menos uno de los rangos.
<i>portIndex1</i>
Configuración del Índice del Puerto para el rango 1.

Descripciones del campo de <i>PUCCH-CSI-Resource</i>
<i>pucch-Resource</i>
Recurso PUCCH para la BWP de enlace ascendente asociada. Solo se admiten recursos PUCCH de formato 2, 3 y 4. El PUCCH-Resource real se configura en <i>PUCCH-Config</i> y se hace referencia a él por su ID. Cuando se configuran dos <i>PUCCH-Config</i> dentro de <i>PUCCH-ConfigurationList</i> , el <i>PUCCH-ResourceId</i> en un <i>PUCCH-CSI-Resource</i> se refiere a un PUCCH-Resource en el <i>PUCCH-Config</i> utilizado para HARQ-ACK con prioridad baja.

Como se desprende del *CSI-ReportConfig* anterior, los parámetros *reportquantity*,
5 *reportQuantity-r16* y *reportQuantity-r17* se pueden utilizar para definir las cantidades de informe que
serán informadas por el UE.

La **Fig. 8** ilustra un intercambio de señalización simplificado y a modo de ejemplo para
un informe de medición, suponiendo una transmisión periódica de las señales de referencia y del
informe. Como se desprende de la misma, el gNB configura el UE para la medición y el informe (por
10 ejemplo, tal como se ha descrito anteriormente). El UE sigue esta configuración para el procesamiento

de la medición y el informe. El gNB transmite las señales de referencia, y el UE realiza las mediciones configuradas en las señales de referencia recibidas y genera el informe CSI, que después se transmite al gNB. Esto se puede realizar de forma repetida, por ejemplo, periódicamente según se haya configurado.

5

Inteligencia artificial/aprendizaje automático para la gestión de haces

En la práctica, la gestión de haces se enfrenta a diversas fuentes de no linealidad. Para facilitar su manejo, los métodos matemáticos convencionales por lo general simplifican los escenarios del mundo real al ignorar estos factores no lineales. En cambio, la inteligencia artificial/aprendizaje automático, AI/ML, son capaces de modelizar con precisión estas complejas relaciones no lineales y pueden facilitar una gestión eficaz de los haces.

10

En un punto de estudio en curso de 3GPP Ver-18 "study on AI/ML for NR air interface", se discuten algoritmos de inteligencia artificial/aprendizaje automático que se pueden utilizar para prever el mejor haz o haces u otras cantidades/características tales como la RSRP de un primer conjunto de haces (por ejemplo, el Conjunto A) en función de las mediciones de un segundo conjunto de haces (por ejemplo, el Conjunto B). Los detalles se pueden encontrar, por ejemplo, en "*Discussion on sub use cases of beam management*", 3GPP TSG-RAN WG1 #109-e Meeting, 9-20 de mayo de 2022, R1-2204078, y "*Discussion on sub use cases of beam management*", 3GPP TSG-RAN WG1 #110 Meeting, 9-20 de mayo de 2022, R1-2207506.

15

En un primer caso de uso de gestión de haces (Caso BM 1), la predicción de haces DL en el dominio espacial se realiza para un Conjunto A de haces (primer conjunto de haces) en función de los resultados de medición de un Conjunto B (un segundo conjunto de haces). En un ejemplo, el Conjunto B puede ser un subconjunto del Conjunto A, y tener de esta manera uno o más haces en común. Alternativamente, el Conjunto A y el Conjunto B pueden no tener un haz en común entre sí.

20

En un segundo caso de uso de gestión de haces (Caso BM 2), una predicción de haces DL temporal se puede realizar para el Conjunto A (un primer conjunto de haces) de haces en función de los resultados de medición anteriores para el Conjunto B (un segundo conjunto de haces). En este caso, el Conjunto B puede ser un subconjunto del Conjunto A, o puede ser diferente del Conjunto A, en el sentido de que el Conjunto A y el Conjunto B no presentan un haz en común. Por otra parte, el Conjunto A y el Conjunto B pueden ser iguales, es decir, pueden incluir los mismos haces.

25

30

Por ejemplo, para evitar realizar repetidamente una búsqueda exhaustiva y para reducir la sobrecarga de comunicación, se puede aplicar el aprendizaje automático a un procedimiento de selección de haces. El procedimiento de selección de haces puede incluir una tarea de clasificación, en la que el resultado objetivo es el mejor índice de pares de haces. Un modelo AI/ML entrenado puede recomendar un conjunto de pares de haces. En lugar de una búsqueda exhaustiva de todos los

35

pares de haces, la sobrecarga de barrido de haces se puede reducir al buscar únicamente entre los pares de haces recomendados.

Uno de tales escenarios en un procedimiento de establecimiento de haces inicial, en lugar de medir todos los haces SSB, el UE puede medir únicamente un subconjunto de haces SSB. A
 5 continuación, el modelo AI/ML en el UE puede determinar el mejor haz SSB en función de las mediciones parciales del conjunto de haces, en donde se puede informar del mejor haz SSB determinado a la estación base.

Además, en un procedimiento de ajuste de haces, mediante el uso de AI/ML, un conjunto de haces SSB se puede considerar como Conjunto B para la medición, y un conjunto de haces
 10 CSI-RS se puede considerar como Conjunto A para la predicción. En función de los resultados de medición para los haces del conjunto B, un módulo AI/ML en el UE (y/o en el gNB) puede prever los parámetros relacionados con los haces del conjunto A. De esta manera, el UE puede prever de manera óptima un haz CSI-RS refinado para el UE en cuestión. Esto puede reducir significativamente el esfuerzo de medición del UE en comparación con la medición de un gran conjunto de haces CSI-RS
 15 con el fin de encontrar el haz refinado más potente. Al mismo tiempo, se puede optimizar la tara de RS.

Además, cuando se prevé con antelación el fallo del haz mediante el uso de AI/ML, el evento de fallo se puede evitar al conmutar proactivamente a otro haz.

La latencia, por ejemplo, para conmutar a otro haz, se puede reducir. También se
 20 puede mejorar la precisión de la selección de haces.

Es posible introducir diferentes datos para el modelo AI/ML, tal como uno o una combinación de:

- las mediciones L1-RSRP basadas en el Conjunto B y potencialmente el ID de haz Tx y/o Rx DL correspondiente,
- 25 • información de asistencia, por ejemplo, información sobre la forma del haz Tx y/o Rx (por ejemplo, patrón del haz, dirección de puntería, anchura del haz de 3 dB, etc.)
- haz Tx y/o Rx esperado para la predicción (por ejemplo, ángulo Tx y/o Rx esperado, ID del haz Tx y/o Rx para la predicción),
- 30 • Información de posición de UE,
- Información de dirección de UE,
- Información de uso del haz Tx,
- Información de orientación de UE,
- CIR basada en el Conjunto B.

35 Es posible obtener diferentes resultados del modelo AI/ML, tal como uno o una

combinación de:

- ID del haz Tx y/o Rx,
- L1-RSRP prevista de los N haces Tx y/o Rx DL previstos (por ejemplo, de los N haces previstos superiores),
- Probabilidad de que el haz sea el mejor haz,
- confianza asociada,
- tiempo de aplicación/tiempo de residencia del haz,
- fallo del haz previsto,
- ángulos del haz Tx y/o Rx.

La **Fig. 9** ilustra un ejemplo de una relación espacial entre múltiples haces, en donde un segundo conjunto de haces (Conjunto B) es un subconjunto de un primer conjunto de haces (Conjunto A). En específico, la pluralidad de haces incluye 6 haces (haz#1 a haz#6), que se extienden en una pluralidad de direcciones diferentes, y que no están cuasi co-ubicados (QCLed). En la figura, el Conjunto A incluye del haz#1 al haz#6, mientras que el Conjunto B incluye los haces #1, #3 y #5. Es decir, el Conjunto A = {#1, #2, #3, #4, #5, #6} y el Conjunto B = {#1, #3, #5}. Por lo tanto, en el ejemplo ilustrado, el Conjunto B es un subconjunto del Conjunto A, y un UE puede realizar, en función de los resultados de medición de los haces del Conjunto B, un procedimiento de gestión de haces. Por ejemplo, el UE puede determinar, utilizando un módulo AI/ML, una primera característica de un haz incluido en el Conjunto A utilizando los resultados de medición de una segunda característica de los haces incluidos en el Conjunto B. La primera y la segunda característica pueden ser iguales o diferentes entre sí. Por ejemplo, dichas características pueden referirse a una intensidad de señal, una relación señal/ruido, etc. En otro ejemplo, el módulo AI/ML puede determinar el mejor haz de entre los haces incluidos en el Conjunto A.

La **Fig. 10** ilustra otro ejemplo de una relación espacial entre múltiples haces, en donde un primer conjunto de haces (Conjunto A) es diferente de un segundo conjunto de haces (Conjunto B). En específico, el Conjunto A incluye del haz#1 al haz#6, mientras que el Conjunto B incluye los haces #7 y #8. Es decir, el Conjunto A = {#1, #2, #3, #4, #5, #6} y el Conjunto B = {#7, #8}. El Conjunto A y el Conjunto B no comparten un haz en común. En el ejemplo ilustrado, los haces #7 y #8 presentan un perfil de haz más amplio, solapándose cada uno de ellos con una pluralidad de haces incluidos en el Conjunto A. Es decir, el haz #7 está casi co-ubicado con los haces #1 a #3, y el haz #8 está casi co-ubicado con los haces #4 a #6. Utilizando un módulo AI/ML con resultados de medición relativos a los haces #7 y #8, el UE puede determinar las características de los haces #1 a #6, por ejemplo. Alternativa o adicionalmente, el módulo AI/ML puede determinar el mejor haz de entre los haces del Conjunto A.

Cuando se utiliza un módulo AI/ML para los procedimientos de gestión de haces, es

deseable proporcionar al módulo AI/ML información como entrada, que permita al módulo AI/ML proporcionar resultados de predicción precisos y confiables.

Mejoras adicionales

5 En lo anterior, se ha discutido el uso de modelos AI/ML en diferentes procesos, incluidos el establecimiento de haces inicial, el ajuste de haces y la predicción de fallos del haz. El uso de modelos AI/ML puede implicar, de esta manera, que los resultados de las predicciones de haces sean informados a la red, por ejemplo al gNB, de tal manera que la red pueda realizar adecuadamente una acción de seguimiento basada en dicha información prevista.

10 Sin embargo, los inventores han identificado el problema de que los procedimientos de informe existentes para los haces solo permiten al UE informar acerca de información sobre haces que se mide realmente. Tal como se ha expuesto anteriormente, el informe de haces se basa en el procedimiento de informe CSI y se puede configurar, por ejemplo, con base en el IE *CSI-ReportConfig*.

Por ejemplo, las cantidades de informes definidas para los informes CSI (véase el IE *CSI-ReportConfig* y el parámetro *reportQuantity*, TS 38.331) se definen actualmente únicamente para las mediciones. Por ejemplo, las mediciones L1-RSRP para informes se definen en la sección 9.5 de 3GPP TS 38.133 v17.7.0:

20 *"Cuando sea configurado por la red, el UE será capaz de realizar mediciones L1-RSRP de los recursos CSI-RS, SSB o CSI-RS y SSB configurados para L1-RSRP. Las mediciones serán realizadas para una célula de servicio, incluidas PCell, PSCell o SCell, en los recursos configurados para las mediciones L1-RSRP dentro de la BWP activa.*

El UE será capaz de medir todos los recursos CSI-RS y/o recursos SSB del nzp-CSI-RS-ResourceSet y/o csi-SSB-ResourceSet dentro de los ajustes de CSI-ResourceConfig configurados para L1-RSRP para la BWP activa, siempre que el número de recursos, incluido el número de recursos SSB de la célula con PCI diferente de la célula de servicio configurada para las mediciones L1-RSRP en 9.13, no supere la capacidad del UE indicada por beamManagementSSB-CSI-RS.

25 *El UE informará de la cantidad de medición (reportQuantity) y enviará informes periódicos, semipersistentes o aperiódicos, de conformidad con el reportConfigType de acuerdo con la configuración o configuraciones de informes CSI (CSI-ReportConfig) para la BWP activa."*

Además, en las secciones 10.1.19.2 y 10.1.20.2 de 38.133, se define la precisión de la medición L1-RSRP.

35 Como se desprende de lo anterior, por lo menos algunas de las cantidades de informes

definidas actualmente no son utilizables o adecuadas para informar los resultados de predicción, ya que están definidas específicamente para las mediciones. Además, el gNB, como destinatario de los resultados de medición/predicción, espera que se hayan medido las cantidades informadas.

Además, podría ser beneficioso para el gNB saber si las cantidades informadas han sido determinadas por el UE en función de mediciones o en función de predicciones. De conformidad con las definiciones actuales del 3GPP, no parece que sea posible hacer una distinción de este tipo fácilmente.

De esta manera, los inventores identificaron la posibilidad de definir un procedimiento mejorado de informe de resultados de predicción para que sea fácil evitar una o más de las desventajas descritas anteriormente. La presente invención se refiere a diferentes soluciones y variantes para dicho procedimiento mejorado de informe de resultados de predicción.

Modalidades

A continuación, se describirán los UE, las estaciones base y los respectivos procedimientos para satisfacer estas necesidades para la nueva tecnología de acceso radioeléctrico prevista para los sistemas de comunicaciones móviles 5G, pero que también se pueden utilizar en los anteriores sistemas de comunicaciones móviles basados en LTE o en futuros sistemas de comunicaciones móviles (por ejemplo, 6G). También se explicarán diferentes implementaciones y variantes. La siguiente divulgación se ha visto facilitada por las discusiones y descubrimientos descritos anteriormente y puede, por ejemplo, basarse por lo menos en parte, en los mismos.

En general, cabe señalar que se han hecho y se hacen muchas suposiciones a fin de poder explicar los principios subyacentes a la presente divulgación de forma clara, concisa y comprensible. Sin embargo, estas suposiciones se deben entender simplemente como ejemplos realizados en el presente documento a efectos ilustrativos, que no son necesariamente esenciales para la invención y que, de esta manera, no deben limitar el alcance de la divulgación. Un experto será consciente de que los principios de la siguiente divulgación y tal como se exponen en las reivindicaciones se pueden aplicar a diferentes escenarios y de formas que no se describen explícitamente en el presente documento.

Además, algunos de los términos de los procedimientos, entidades, capas, etc. que se utilizan a continuación están estrechamente relacionados con los sistemas LTE/LTE-A o con la terminología utilizada en la actual estandarización 3GPP 5G, aunque la terminología específica que se utilizará en el contexto de la nueva tecnología de acceso radioeléctrico para los próximos sistemas de comunicación aún no está totalmente decidida o podría cambiar finalmente. De esta manera, los términos se podrían modificar en el futuro, sin afectar al funcionamiento de las características y soluciones respectivas. En consecuencia, un experto es consciente de que las soluciones y su alcance

de protección no se deben restringir a términos particulares utilizados a modo de ejemplo en el presente documento por falta de una terminología más reciente o finalmente acordada, sino que se deben entender de forma más amplia en términos de funciones y conceptos que subyacen a las soluciones explicadas en la presente divulgación.

5 Por ejemplo, una **estación móvil o nodo móvil o terminal de usuario o equipo de usuario (UE)** es una entidad física (nodo físico) dentro de una red de comunicaciones. Un solo nodo puede tener varias entidades funcionales. Una entidad funcional se refiere a un módulo de software o hardware que implementa y/u ofrece un conjunto predeterminado de funciones a otras entidades funcionales del mismo u otro nodo o de la red. Los nodos pueden tener una o más interfaces
10 que conectan el nodo a una instalación o medio de comunicación a través del cual los nodos pueden comunicarse. Del mismo modo, una entidad de red puede tener una interfaz lógica que conecte la entidad funcional a una instalación o medio de comunicación a través del cual pueda comunicarse con otras entidades funcionales o nodos correspondientes.

El término **"estación base"** o **"estación base radioeléctrica"** se refiere en este
15 documento a una entidad física dentro de una red de comunicaciones. Al igual que la estación móvil, la estación base puede tener varias entidades funcionales. Una entidad funcional se refiere a un módulo de software o hardware que implementa y/u ofrece un conjunto predeterminado de funciones a otras entidades funcionales del mismo u otro nodo o de la red. La entidad física realiza algunas tareas de control con respecto al dispositivo de comunicación, incluidas una o más de programación y
20 configuración. Cabe señalar que la funcionalidad de la estación base y la funcionalidad del dispositivo de comunicación también pueden estar integradas en un único dispositivo. Por ejemplo, una terminal móvil puede implementar también la funcionalidad de una estación base para otras terminales. La terminología utilizada en LTE es eNB (o eNodeB), mientras que la terminología utilizada actualmente para 5G NR es gNB. Además, la estación base también puede ser gNB en un sistema NR de Red No
25 Terrestre (NTN).

La comunicación entre el UE y la estación base normalmente está estandarizada y puede estar definida por diferentes capas, tales como PHY, MAC, RRC, etc. (véase la discusión de antecedentes anterior).

Los términos **"predicción"** y **"prever"** (y términos similares) utilizados en el presente
30 documento pretenden describir un proceso que es diferente del proceso de **"medición"**. En un ejemplo, el proceso de **"predicción"** se lleva a cabo sobre la base de un modelo adecuado que se basa en Inteligencia Artificial / Aprendizaje Automático, tal como el discutido en 3GPP (véase la discusión anterior).

En un ejemplo, la expresión **"característica de un haz"** (y expresiones similares)
35 utilizada en el presente documento pretende referirse a parámetros relacionados con un haz, algunos

de los cuales pueden ser informados posteriormente. En un ejemplo, las características de un haz pueden corresponder a las "cantidades de informes" ya conocidas en 3GPP 5G NR. Las características se pueden medir o prever.

La **Fig. 11** ilustra un diagrama de bloques general, simplificado y a modo de ejemplo de un equipo de usuario (también denominado dispositivo de comunicación) y un dispositivo de programación (aquí se supone a modo de ejemplo que está ubicado en la estación base, por ejemplo, el eNB en LTE (alternativamente denominado ng-eNB) o el gNB en 5G NR). El UE y el eNB/gNB se comunican entre sí a través de un canal físico (inalámbrico) respectivamente utilizando el transceptor.

El dispositivo de comunicación puede comprender un transceptor y circuitería de procesamiento. A su vez, el transceptor puede comprender y/o funcionar como receptor y transmisor. La circuitería de procesamiento puede ser una o más piezas de hardware tales como uno o más procesadores o cualquier LSI. Entre el transceptor y la circuitería de procesamiento hay un punto de entrada/salida (o nodo) sobre el cual la circuitería de procesamiento, cuando está en funcionamiento, puede controlar el transceptor, es decir, controlar el receptor y/o el transmisor e intercambiar datos de recepción/transmisión. El transceptor, como el transmisor y el receptor, puede incluir el frente de RF (radiofrecuencia) que incluye una o más antenas, amplificadores, moduladores/demoduladores de RF y similares. La circuitería de procesamiento puede implementar tareas de control tales como controlar el transceptor para transmitir datos de usuario y datos de control proporcionados por la circuitería de procesamiento y/o recibir datos de usuario y datos de control, que son procesados aún más por la circuitería de procesamiento. La circuitería de procesamiento también puede ser responsable de llevar a cabo otros procesos tales como determinar, decidir, calcular, medir, etc. El transmisor puede ser responsable de llevar a cabo el proceso de transmisión y otros procesos relacionados con el mismo. El receptor puede ser responsable de llevar a cabo el proceso de recepción y otros procesos relacionados con el mismo, tal como la monitorización de un canal.

A continuación se describirán diferentes soluciones de procedimientos mejorados de informe de resultados de predicción. A este respecto, se presentan UE mejorados, estaciones base mejoradas y circuitos integrados mejorados, que participan por separado o conjuntamente en los procedimientos mejorados de informe de resultados de predicción. También se proporcionan los métodos correspondientes para el comportamiento de UE y el comportamiento de estación base. Los circuitos integrados pueden corresponder al UE y a la estación base, y respectivamente, a su comportamiento.

Las presentes soluciones de los procedimientos mejorados de informe de resultados de predicción se pueden basar en algunos o en una combinación de los diferentes mecanismos descritos anteriormente en el contexto de las implementaciones a modo de ejemplo de 3GPP 5G-NR, incluidos, por ejemplo, el uso de los mecanismos de señalización (por ejemplo, en particular los

elementos de información para la configuración e informe de medición de haces) o el uso de un modelo de predicción (modelo AI/ML) tal como se discute actualmente en 3GPP.

La **Fig. 12** ilustra una estructura de UE simplificada y a modo de ejemplo de conformidad con una implementación de ejemplo del procedimiento mejorado de informe de resultados de predicción, que se puede implementar con base en la estructura general de UE explicada en relación con la Fig. 11. Los diversos elementos estructurales del UE ilustrados en dicha Fig. 12 se pueden interconectar entre sí, por ejemplo, con los correspondientes nodos de entrada/salida (no mostrados), por ejemplo, con el fin de intercambiar datos de control y de usuario y otras señales. Aunque no se muestra a efectos ilustrativos, el UE puede incluir elementos estructurales adicionales.

Como se desprende de la Fig. 12, el UE puede incluir un receptor de información de configuración dedicada a la predicción, un procesador de predicción y un transmisor de informe de predicción.

En el presente caso, de esta manera, el receptor del UE se puede configurar a modo de ejemplo para realizar, por lo menos en parte, una o más de las funciones de recibir información de configuración dedicada a la predicción, información de configuración relacionada con la medición, etc.

En el presente caso, como se hará evidente a partir de la siguiente divulgación, de esta manera, la circuitería de procesamiento del UE se puede configurar a modo de ejemplo para realizar, por lo menos en parte, una o más de las funciones de prever las características de los haces y determinar cuál de los informes de medición y de predicción será transmitido, etc.

En el presente caso, como se hará evidente a partir de la siguiente divulgación, de esta manera, el transmisor del UE se puede configurar a modo de ejemplo para realizar, por lo menos en parte, una o más de las funciones de transmitir el informe de predicción y transmitir el informe de medición, etc.

Un procedimiento a modo de ejemplo, que se describirá más a detalle a continuación, es implementado por un UE que incluye lo siguiente. Un receptor del UE recibe, desde una estación base, información de configuración dedicada al informe de predicción y no al informe de medición. La información de configuración dedicada a la predicción recibida configura uno o más de:

- características de predicción de un haz que serán informadas desde el UE a la estación base, y
- un conjunto de haces de informe que identifica los haces cuyas características previstas serán informadas desde el UE a la estación base.

Un procesador del UE prevé las características de un primer conjunto de haces, en función de la información de configuración dedicada a la predicción recibida. Un transmisor del UE transmite a la estación base un informe de predicción que incluye las características previstas de uno o más haces.

De conformidad con una implementación opcional y a modo de ejemplo del UE anterior, la información de configuración dedicada a la predicción permite al UE prever e informar las características de un haz de acuerdo con la configuración y permite al gNB, al recibir dicho informe de predicción, interpretar adecuadamente el informe recibido.

5 Un método correspondiente a modo de ejemplo comprende los siguientes pasos realizados por un UE:

 recibir, desde una estación base, información de configuración dedicada al informe de predicción y no al informe de medición, en donde la información de configuración dedicada a la predicción recibida configura uno o más de:

- 10 - características de predicción de un haz que serán informadas desde el UE a la estación base, y
- un conjunto de haces de informe que identifica los haces cuyas características previstas serán informadas desde el UE a la estación base,

 prever las características de un primer conjunto de haces, en función de la información de configuración dedicada a la predicción recibida, y

15 transmitir a la estación base un informe de predicción que incluye las características previstas de uno o más haces.

 En la **Fig. 13** se ilustra un diagrama secuencial correspondiente para un comportamiento de UE a modo de ejemplo conforme al UE y al método de UE discutidos anteriormente.

20 De esta manera, el procedimiento de informe de resultados de predicción descrito anteriormente logra el objetivo y supera algunos de los inconvenientes explicados anteriormente

 Por ejemplo, la información de configuración dedicada a la predicción recién presentada, transmitida desde la estación base al UE, facilita la introducción de un procedimiento para informar sobre los resultados de predicción para uno o más haces, en lugar de o además del informe de los resultados de medición para los haces.

25 La configuración dedicada a la predicción se dedica a (por ejemplo, se utiliza únicamente para) informar sobre los resultados de predicción, y en particular no se utiliza para realizar e informar sobre las mediciones, de tal manera que es posible configurar específicamente cómo se va a realizar la predicción y el informe de predicción.

30 Además, al indicar, en la información de configuración dedicada a la predicción, las características de predicción (dedicadas únicamente a la predicción), es posible que las características de predicción informadas puedan ser identificadas fácilmente por el destinatario (en este caso la estación base) como el resultado de un proceso de predicción en la entidad informante (en este caso el UE) y no como el resultado de mediciones.

35 Del mismo modo, al indicar, en la información de configuración dedicada a la

predicción, un conjunto de haces de informe, es posible que el destinatario (en este caso la estación base) pueda identificar fácilmente que los resultados informados para uno de los haces del conjunto de haces de informe configurado se han obtenido mediante un proceso de predicción en la entidad informante (en este caso el UE) en lugar de haberse obtenido mediante mediciones.

5 Puesto que el procedimiento mejorado de informe de resultados de predicción facilita la implementación del uso de predicciones en lugar de mediciones, es posible obtener los beneficios correspondientes al uso de predicciones, tales como la reducción del esfuerzo de medición, la reducción de la latencia (por ejemplo, cuando se conmuta a otro haz), al tiempo que se mejora la precisión de selección de haces, etc.

10 Algunas implementaciones a modo de ejemplo del procedimiento mejorado de informe de resultados de predicción también involucran estaciones base mejoradas. En consecuencia, el procedimiento mejorado de informe de resultados de predicción también proporciona estaciones base mejoradas que participan en el mismo, tal como se explicará a continuación.

15 La **Fig. 14** ilustra una estructura de estación base simplificada y a modo de ejemplo de conformidad con una implementación de ejemplo del procedimiento mejorado de informe de resultados de predicción, que se puede implementar con base en la estructura general de estación base explicada en relación con la Fig. 11. Los diversos elementos estructurales de la estación base ilustrados en dicha Fig. 14 se pueden interconectar entre sí, por ejemplo, con los correspondientes nodos de entrada/salida (no mostrados), por ejemplo, con el fin de intercambiar datos de control y de
20 usuario y otras señales. Aunque no se muestra a efectos ilustrativos, la estación base puede incluir elementos estructurales adicionales.

 Como se desprende de lo anterior, la estación base comprende una circuitería de determinación de configuración dedicada a la predicción, un transmisor de configuración dedicada a la predicción y un receptor de informe de predicción.

25 En el presente caso, como se hará evidente a partir de la siguiente divulgación, de esta manera, el receptor de la estación base se puede configurar a modo de ejemplo para realizar, por lo menos en parte, una o más de las funciones de recibir el informe de predicción y recibir un informe de medición, desde un UE, etc.

30 En el presente caso, como se hará evidente a partir de la siguiente divulgación, la circuitería de procesamiento de la estación base, de esta manera, se puede configurar a modo de ejemplo para realizar, por lo menos en parte, una o más de las funciones de determinar una configuración dedicada a la predicción y determinar una configuración relacionada con la medición, etc.

35 En el presente caso, como se hará evidente a partir de la siguiente divulgación, el transmisor de la estación base, de esta manera, se puede configurar a modo de ejemplo para realizar,

por lo menos en parte, una o más de las funciones de transmitir una configuración dedicada a la predicción y una configuración relacionada con la medición al UE, etc.

Un procedimiento a modo de ejemplo, que se describirá más a detalle a continuación, se implementa mediante una estación base que incluye lo siguiente. Un procesador de la estación base
 5 determina información de configuración dedicada al informe de predicción y no al informe de medición. La información de configuración dedicada a la predicción configura uno o más de:

- características de predicción de un haz que serán informadas desde el UE a la estación base, y
- un conjunto de haces de informe que identifica los haces cuyas características
 10 previstas serán informadas desde el UE a la estación base.

Un transmisor de la estación base transmite la información de configuración dedicada a la predicción al UE. Un receptor de la estación base recibe desde el UE un informe de predicción que incluye las características de uno o más haces, previstas por el UE en función de la información de configuración dedicada a la predicción.

Una posibilidad a modo de ejemplo es que la estación base pueda utilizar los resultados de predicción del informe de predicción para la gestión de haces o células. Por ejemplo, la estación base puede decidir conmutar el haz o haces de servicio de enlace descendente del UE al haz o haces informados por el UE mientras mantiene la célula de servicio actual. Como otro ejemplo, la estación base puede decidir cambiar la(s) célula(s) de servicio actual(es) del UE a otra(s) célula(s). Por otra
 20 parte, la estación base puede decidir alternativamente no conmutar el haz o haces de servicio o la(s) célula(s) de servicio del UE siempre y cuando los actuales sean suficientemente buenos. Como un ejemplo adicional, después de recibir el informe de predicción, la estación base puede solicitar al UE que realice más mediciones y, a continuación, informe acerca de los resultados de medición. Esto podría ocurrir, por ejemplo, cuando el resultado de predicción esté asociado a un bajo nivel de
 25 confianza, o la estación base tenga ciertas razones para dudar de los resultados de predicción informados por el UE.

Un método correspondiente comprende los siguientes pasos realizados por la estación base:

determinar información de configuración dedicada al informe de predicción y no al
 30 informe de medición, en donde la información de configuración dedicada a la predicción configura uno o más de:

- características de predicción de un haz que serán informadas desde el UE a la estación base, y
- un conjunto de haces de informe que identifica los haces cuyas características
 35 previstas serán informadas desde el UE a la estación base,

transmitir la información de configuración dedicada a la predicción al UE, y recibir desde el UE un informe de predicción que incluye características de uno o más haces, previstas por el UE en función de la información de configuración dedicada a la predicción.

En la **Fig. 15** se ilustra un diagrama secuencial correspondiente para un comportamiento de estación base a modo de ejemplo conforme a la estación base y el método correspondiente discutidos anteriormente. El diagrama secuencial ilustra una implementación simplificada y a modo de ejemplo del método de estación base presentado anteriormente.

De conformidad con una posibilidad a modo de ejemplo, la estación base puede utilizar los resultados de predicción del informe de predicción para la gestión de haces o células.

La **Fig. 16** es un diagrama de señalización de una implementación simplificada y a modo de ejemplo del procedimiento mejorado de informe de resultados de predicción, que ilustra el intercambio de mensajes entre las diferentes entidades participantes (en este caso, el UE y el gNB) y los pasos realizados en estas entidades.

El comportamiento de UE y el comportamiento de gNB siguen lo que se ha descrito anteriormente para el UE y la estación base y los respectivos métodos. Además, la Fig. 16 ilustra cómo el gNB puede utilizar el informe de predicción recibido, por ejemplo, para la gestión de haces. En ejemplos adicionales, la información de configuración dedicada a la predicción anterior puede incluir parámetros de configuración adicionales que son necesarios o útiles para que el UE pueda realizar la predicción e informar acerca de los resultados de predicción a la estación base. Dependiendo del escenario real (por ejemplo, el modelo AI/ML, o las características que serán previstas e informadas), tales parámetros adicionales podrían ser, por ejemplo, información sobre los recursos radioeléctricos en los que se transmiten las señales de referencia para un haz (utilizados de otro modo para realizar mediciones en las mismas). La información sobre los haces para los cuales será realizado el informe de predicción se puede definir por separado mediante la información de configuración antes mencionada en el conjunto de haces de informe. Como otro ejemplo, la información de configuración dedicada a la predicción también podría incluir información adicional relativa a cómo y cuándo se van a informar los resultados de predicción.

De conformidad con un ejemplo del procedimiento mejorado de informe de resultados de predicción anterior, el UE también se puede configurar con información de configuración relacionada con la medición, para configurar parámetros en relación con la realización de mediciones y el informe de resultados de estas mediciones. La información de configuración relacionada con la medición configura, por ejemplo:

- características de medición de un haz que serán informadas desde el UE a la estación base (tales como las cantidades definidas en el parámetro *reportquantity* del IE *CSI-ReportConfig* de TS 38.331, véase más arriba), y

- para cada haz de un segundo conjunto de haces, recursos radioeléctricos para medir las características de medición (tales como los conjuntos de recursos radioeléctricos del *CSI-ResourceConfig* del IE *CSI-ReportConfig* de TS 38.331, véase más arriba),
- 5 - parámetros que definen cómo y cuándo se van a informar los resultados de las mediciones, por ejemplo, el momento de informe (periódico, semipersistente, aperiódico) y el canal de enlace ascendente a utilizar.

De acuerdo con la información de configuración relacionada con la medición recibida, el UE puede realizar las mediciones en los recursos radioeléctricos de los haces a fin de determinar las características de medición configuradas. A continuación, el UE transmite un informe de medición
10 adecuado, que incluye las características de medición medidas de los haces, a la estación base, siguiendo también lo que la configuración de medición configuró para el informe.

En tal ejemplo, la información de configuración relacionada con la medición está separada de la información de configuración dedicada a la predicción, permitiendo de ese modo una
15 configuración separada para la predicción y la medición.

Por consiguiente, el UE se puede configurar para realizar e informar acerca de los resultados de mediciones y/o predicciones, siguiendo la información de configuración correspondiente.

En un ejemplo, el UE puede seguir la configuración de predicción en lugar de la configuración de medición. Por ejemplo, cuando un UE está configurado para informar acerca de las características de predicción de un haz, el UE, en lugar de realizar mediciones e informar acerca de las
20 características de medición de dicho haz, prevé las características de predicción configuradas y, a continuación, las informa a la estación base. Esto se puede realizar, por ejemplo, para cada haz entre los haces para los que el UE está configurado para informar mediciones.

Como otro ejemplo, cuando un UE está configurado con un conjunto de haces de informe (pero no está configurado con características de predicción), el UE, en lugar de realizar mediciones para dichos haces entre el conjunto de haces de informe, prevé las características de medición para dicho conjunto de haces de informe e informa acerca de las características de medición previstas a la estación base. Por otra parte, en el caso de los haces para los que el UE está configurado para informar mediciones pero que no se encuentran entre el conjunto de haces de informe
25 configurado, el UE todavía puede realizar la medición de las características de medición configuradas e informar acerca de las características de medición medidas de esos haces a la estación base.
30

De conformidad con ejemplos adicionales de dicho procedimiento mejorado de informe de resultados de predicción, la información de configuración dedicada a la predicción puede configurar solo una parte de lo que se necesita para que el UE realice la predicción e informe acerca de los
35 resultados de predicción a la estación base. Más a detalle, la predicción de las características de un

haz puede requerir una entrada determinada, aunque no esté definida por la propia información de configuración dedicada a la predicción. A modo de ejemplo, lo que se puede requerir además es información sobre las características de un haz que serán previstas e informadas (en caso de que la información de configuración dedicada a la predicción no configure las características de predicción específicas). Como un ejemplo adicional, también podría ser necesario introducir información sobre los recursos radioeléctricos en los que se transmiten las señales de referencia para un haz (utilizados de otro modo para realizar mediciones en las mismas); la información sobre dichos recursos radioeléctricos también podría proporcionar información acerca de los haces para los que será realizada la predicción de características (pero no incluida en la información de configuración dedicada a la predicción).

Del mismo modo, después de haber obtenido el resultado de la predicción (por ejemplo, la característica prevista de un haz), el informe de dichos resultados de predicción puede requerir ciertos parámetros que no están necesariamente incluidos en la información de configuración dedicada a la predicción, tales como cómo y cuándo informar acerca de los resultados de predicción a la estación base. A modo de ejemplo, lo que se puede requerir además es el momento de informe (por ejemplo, periódico, semipersistente, aperiódico) y el canal de enlace ascendente a utilizar.

En tales casos, el procedimiento mejorado de informe de resultados de predicción se podría realizar de tal manera que la parte restante de lo que es necesario para la predicción y el informe de resultados de predicción se obtuviera de la configuración relacionada con la medición. Tal como se ha expuesto anteriormente, un UE por lo general ya está configurado para realizar mediciones e informar acerca de los resultados de medición. El procedimiento mejorado de informe de resultados de predicción es independiente y adicional, y puede reutilizar determinados parámetros de la configuración relacionada con la medición. Por ejemplo, se pueden reutilizar las características de medición definidas de un haz, de tal manera que dichas características de medición de un haz se prevén en lugar de medirse. Este podría ser el caso, cuando la configuración dedicada a la predicción no define las características de predicción.

Además, los recursos radioeléctricos de uno o más haces destinados a realizar las mediciones se podrían reutilizar igualmente para los procesos de predicción en el UE. Como otro ejemplo, la definición de cómo y cuándo se van a informar las mediciones puede aplicarse igualmente a cómo y cuándo informar acerca de los resultados de predicción.

Tal reutilización de los parámetros de configuración relacionada con la medición permite obtener efectos sinérgicos y reduce la sobrecarga de señalización necesaria para la configuración de la predicción y el informe de predicción. Además, la configuración del informe de resultados de predicción sigue siendo flexible, ya que permite que el gNB defina parámetros dedicados únicamente a la predicción según sea necesario, mientras que recurre a otros parámetros ya definidos

para el informe de medición cuando no es necesario definir específicamente parámetros únicamente para la predicción.

A este respecto, se explican soluciones diferentes y a modo de ejemplo. Para la explicación de las soluciones diferentes, se hacen algunas suposiciones simplificadoras y a modo de ejemplo. Las soluciones descritas en el presente documento involucran la predicción de, por ejemplo, las características de los haces. Sin embargo, el enfoque de la solución no es la predicción en sí, y de esta manera solo proporciona información básica sobre cómo se puede implementar el proceso de predicción. En un ejemplo, la predicción se puede implementar con base en un modelo AI/ML adecuado, tal como el mencionado anteriormente con respecto al 3GPP. A este respecto, se supone que dicho modelo AI/ML se ha definido con antelación, por ejemplo, mediante un entrenamiento adecuado. Además, se supone que el modelo AI/ML tiene acceso a los parámetros de entrada necesarios que permiten la predicción de la salida requerida. El proceso de predicción de las características predictivas de un primer conjunto de haces también puede involucrar el uso de los resultados de las mediciones que se realizan en un segundo conjunto de haces, en donde el primer conjunto puede ser un subconjunto del segundo conjunto (por ejemplo, todas los haces del primer conjunto también forman parte del segundo conjunto), pero no es necesario que tengan una o más haces en común. En consecuencia, en las explicaciones se supondrá a modo de ejemplo, que el UE utiliza un modelo de predicción para emitir, por ejemplo, predicciones sobre las características de los haces. El primer conjunto de haces, es decir, para los que se realizará la predicción de haces, puede ser definido por el UE o el gNB.

Además de los aspectos explicados anteriormente del procedimiento mejorado de informe de resultados de predicción, un UE se puede configurar con varias configuraciones dedicadas a la predicción, que pueden, por ejemplo, diferir entre sí en cuanto a las características de predicción y/o el conjunto de haces de informe y/o el momento de informe. Además, el UE se puede configurar con varias configuraciones relacionadas con la medición. Es igualmente posible definir una configuración mixta, en donde una parte de la configuración se refiere a parámetros dedicados a la predicción, mientras que otra parte de dicha configuración se refiere a parámetros relacionados con la medición; en tal caso, es sencillo reutilizar los parámetros relacionados con la medición de dicha configuración para el informe de predicción, cuando los parámetros correspondientes no están definidos por la parte dedicada a la predicción.

Además de lo anterior, en una implementación relacionada con 3GPP de ejemplo, el UE se podría configurar con varios elementos de información *CSI-ReportConfig* (véase la definición anterior en 3GPP), que están dirigidos, respectivamente, únicamente a la medición, únicamente a la predicción o tanto a la medición como a la predicción.

En las implementaciones explicadas anteriormente del procedimiento mejorado de

informe de resultados de predicción, se ha descrito cómo el UE puede tener una configuración mixta para predicción y medición. Se trata de un escenario de ejemplo en el que los informes de resultados de medición y resultados de predicción podrían producirse al mismo tiempo y en el que el informe resultante podría incluir tanto resultados de medición como resultados de predicción para los mismos

5 haces. En particular, esto ocurriría cuando la configuración de predicción reutilizara parámetros relacionados con la medición relativos a cómo y cuándo informar acerca de los resultados de medición.

Además, implementaciones adicionales de los procedimientos mejorados de informe de resultados de predicción, que se pueden combinar con cualquiera de las otras implementaciones descritas, proporcionan posibilidades sobre cómo el procedimiento mejorado de informe de resultados

10 de predicción puede tener esto en cuenta.

Una posibilidad implica que la estación base pueda determinar dinámicamente qué resultados desea recibir, es decir, los resultados de predicción o los resultados de medición o ambos. En consecuencia, la estación base determina dinámicamente y transmite oportunamente una indicación adecuada al UE sobre cuál de los informes de predicción y cuál de los informes de medición

15 serán transmitidos a la estación base. En un ejemplo, para un escenario en el que los resultados de predicción y de medición se transmiten de forma aperiódica tras una activación correspondiente de la estación base, esta indicación dinámica se puede transmitir junto con la activación aperiódica. Por ejemplo, el UE solo transmitiría el informe indicado dinámicamente, ya sea el informe de predicción o el informe de medición o ambos.

Otra posibilidad es que cualquiera de un informe de predicción y un informe de medición, o ambos, incluyan una indicación adecuada para identificar el informe como informe de predicción o informe de medición. De esta manera, el UE puede transmitir ya sea solo uno del informe de predicción y el informe de medición, o ambos. En este caso, el UE puede decidir cuál o cuáles de los informes serán transmitidos a la estación base.

20

Otra posibilidad más es que el UE transmita tanto el informe de predicción como el informe de medición, aunque siguiendo un orden de transmisión predefinido, por ejemplo, el informe de medición antes que el informe de predicción, o viceversa. En consecuencia, la estación base puede distinguir el tipo de informe a partir del orden de recepción. Como una variante adicional del mismo, el orden puede referirse a la característica del haz respectivamente, de tal manera que para una

25 característica dada (por ejemplo, una RSRP), el valor previsto se informa primero, seguido del valor medido (o al revés).

30

De conformidad con otra posibilidad más, el UE puede seguir una regla de priorización a fin de determinar cuál de un informe de predicción y un informe de medición será transmitido. Por ejemplo, la regla de priorización puede definir que un informe de medición tiene mayor prioridad que

35 un informe de predicción, o viceversa. Siguiendo dicha regla de priorización, el UE podría transmitir el

informe de mayor prioridad (por ejemplo, el informe de medición) y podría descartar el informe de menor prioridad (por ejemplo, el informe de predicción).

En las implementaciones explicadas anteriormente del procedimiento mejorado de informe de resultados de predicción, se ha descrito cómo el UE puede informar acerca de los resultados de predicción a la estación base, por ejemplo, siguiendo un momento de informe similar al del informe de medición (por ejemplo, aperiódico, periódico o semipersistente). En una implementación relacionada con 3GPP, el momento de informe del informe de medición / predicción se podría definir mediante el parámetro reportConfigType:

```

10  reportConfigType                               CHOICE {
      periodic                                     SEQUENCE {
          reportSlotConfig                        CSI-ReportPeriodicityAndOffset,
          pucch-CSI-ResourceList                 SEQUENCE (SIZE
(1..maxNrofBWPs)) OF PUCCH-CSI-Resource
      },
15      semiPersistentOnPUCCH                     SEQUENCE {
          reportSlotConfig                        CSI-ReportPeriodicityAndOffset,
          pucch-CSI-ResourceList                 SEQUENCE (SIZE
(1..maxNrofBWPs)) OF PUCCH-CSI-Resource
      },
20      semiPersistentOnPUSCH                     SEQUENCE {
          reportSlotConfig                        ENUMERATED {s15, s110, s120,
s140, s180, s1160, s1320},
          reportSlotOffsetList                  SEQUENCE (SIZE (1.. maxNrofUL-
Allocations)) OF INTEGER(0..32),
25      p0alpha                                  P0-PUSCH-AlphaSetId
      },
      aperiodic                                  SEQUENCE {
          reportSlotOffsetList                  SEQUENCE (SIZE (1..maxNrofUL-
Allocations)) OF INTEGER(0..32)
30  }
  }

```

Además, implementaciones adicionales del procedimiento mejorado de informe de resultados de predicción, que se pueden combinar con cualquiera de las otras implementaciones descritas, proporcionan un nuevo momento de informe para el informe de predicción basado en un activador de evento de predicción. La configuración dedicada a la predicción puede configurar adicionalmente uno o más eventos de predicción para activar la transmisión del informe de predicción

Por ejemplo, el evento de predicción define una o más condiciones tales como:

- un haz de servicio que sirve al UE que es predictivamente peor que un umbral,
- un haz no de servicio que es predictivamente mejor que un haz de servicio que sirve al UE, y
- un fallo del haz se producirá predictivamente en una futura instancia de tiempo.

En consecuencia, el UE puede prever las características del haz, tal como se ha explicado en cualquiera de las implementaciones del procedimiento mejorado de informe de resultados

de predicción, y puede entonces determinar si se cumple alguno de estos eventos de informe de predicción (en particular las condiciones definidas para el evento), en función de las características del haz previstas pertinentes.

5 Cuando se determina que se cumple un evento de predicción, el UE activa la preparación y transmisión del informe de predicción.

En una implementación relacionada con 3GPP, el nuevo evento de predicción puede formar parte del Elemento de Información *CSI-ReportConfig*:

```

reportConfigType-rxx ::= CHOICE {
    eventTriggered          PredictionEventTriggerConfig,
10    ...
    }

```

En la definición anterior, rxx significa la versión del estándar técnico, por ejemplo, r18 para la Versión 18, r19 para la Versión 19, etc. El parámetro "PredictionEventTriggerConfig" proporciona la configuración detallada del evento basado en la predicción, por ejemplo, incluidas las condiciones de activación, tales como que el haz de servicio es predictivamente peor que un umbral (con o sin desplazamiento), que el haz no de servicio es predictivamente mejor que el haz de servicio (con o sin desplazamiento), que el fallo del haz se producirá predictivamente en un momento futuro, etc.

En función de la nueva activación de evento de predicción anterior, implementaciones adicionales del procedimiento mejorado de informe de resultados de predicción involucran una operación de filtrado adicional cuando se determina si se cumple un evento de predicción. Una desventaja conocida de este tipo de activación de eventos es que, en determinados escenarios, se activan informes de predicción innecesarios, por ejemplo, debido a situaciones de desvanecimiento rápido y debido a un valor atípico de la predicción.

De conformidad con la presente implementación mejorada, el UE, después de haber obtenido los resultados de predicción para las características del haz, puede realizar primero una operación de filtrado sobre dichas características del haz previstas, a fin de facilitar la reducción del número de activaciones de transmisión de informes de predicción innecesarios. Esto permite reducir la sobrecarga de informes al evitar la activación de informes innecesarios.

La operación de filtrado se puede implementar de varias maneras diferentes, por ejemplo, en el dominio del tiempo o en el dominio espacial. El filtrado en el dominio del tiempo puede involucrar, por ejemplo, promediar las características previstas pertinentes de un haz a través de múltiples instancias de tiempo, por ejemplo, símbolos OFDM, ranuras, subtramas. El filtrado en el dominio espacial puede involucrar, por ejemplo, promediar las características previstas pertinentes de

un haz a través de múltiples haces. El filtrado en el dominio espacial se puede utilizar para obtener un valor representativo de la calidad de la célula y, de esta manera, también se puede utilizar para activar un evento a nivel de célula.

En las implementaciones explicadas anteriormente del procedimiento mejorado de informe de resultados de predicción, se describió cómo el UE puede informar los resultados de predicción a la estación base, por ejemplo, siguiendo un momento de informe como para el informe de medición (por ejemplo, aperiódico, periódico o semipersistente). En consecuencia, el tiempo de informe para transmitir los resultados de predicción es controlado por la estación base.

Además, implementaciones adicionales del procedimiento mejorado de informe de resultados de predicción, que se pueden combinar con cualquiera de las otras implementaciones descritas, proporcionan una mejora para dicho control del momento de informe. La presente implementación se basa en que el UE es capaz de obtener un momento de informe recomendado para el informe de los resultados de predicción, a partir de la predicción.

Por ejemplo, el momento de informe recomendado puede ser una periodicidad del informe de predicción, o una secuencia aperiódica de instancias de informe.

En un ejemplo, el modelo de predicción para prever las características del haz también puede emitir un momento de informe recomendado. A fin de permitir una predicción de este tipo, el modelo de predicción puede requerir cierta información sobre el UE, el entorno o los haces, incluidas, por ejemplo:

- la velocidad del UE, o
- información sobre la pantalla del UE (por ejemplo, si la pantalla de UE está actualmente encendida o apagada, y/o la duración del estado apagado de la pantalla de UE y/o la duración del estado encendido de la pantalla de UE), o
- información sobre el tráfico (de datos) que se produce en el UE.

Alternativamente, en lugar de transmitir dicho momento de informe recomendado, esta implementación también proporciona la transmisión del tiempo de aplicación previsto de un haz (también conocido como tiempo de permanencia) a la estación base, o una secuencia de haces que tiene asociado el tiempo de aplicación previsto de cada haz. Con dicho tiempo de aplicación del haz previsto, la estación base puede determinar una configuración de momento de informe más adecuada para el UE. Por ejemplo, para el informe periódico, un enfoque de programación conservador podría establecer que la periodicidad sea el valor mínimo del tiempo de aplicación del haz asociado a la secuencia de haces futuros previstos. De esta manera, la estación base puede obtener un informe actualizado siempre que el haz de servicio actual quede obsoleto. Como otro ejemplo, la estación base puede activar el informe aperiódico justo antes de que expire el tiempo de aplicación del haz actual

De conformidad con una opción, este momento de informe recomendado puede ser

una de las características de predicción mencionadas anteriormente, configurada por la información de configuración dedicada a la predicción.

Proporcionar el momento de informe recomendado a la estación base tiene la ventaja de que es posible que el momento de informe de los resultados de predicción se pueda ajustar a la
5 situación en el UE.

Primera Variante - nuevas características de predicción

La primera variante se basa en la descripción anterior del procedimiento mejorado de informe de resultados de predicción (véanse, por ejemplo, las Figs. 12 a 16) y proporciona información
10 adicional y más detallada para el caso de que la información de configuración dedicada a la predicción configure las características de predicción de un haz que serán informadas a la estación base.

De conformidad con una implementación a modo de ejemplo de la primera variante, las características de predicción incluyen una o más de:

- una identificación de haz prevista,
- 15 - una calidad de haz prevista, tal como la potencia recibida de señal de referencia, RSRP, la calidad recibida de señal de referencia, RSRQ, la relación entre señal e interferencia más ruido, SINR, y la relación entre señal y ruido, SNR,
- una marca de tiempo prevista o tiempo de aplicación de un haz,
- un nivel de confianza de las características de predicción previstas, y
- 20 - una calidad prevista de más de un haz.

Las características de predicción son determinadas por el UE, por ejemplo, mediante un modelo AI/ML adecuado, siguiendo la configuración dedicada a la predicción.

Por ejemplo, el ID de haz se puede prever y generar en asociación con otras características de predicción. Como el ID de haz, es posible informar acerca de uno o más de un
25 identificador de bloque de señal de sincronización, SSB ID, un identificador de recurso de señal de referencia (por ejemplo, el CSI-RS-Index), y un identificador de estado de indicación de configuración de transmisión, TCI state ID. Además, también puede introducirse un nuevo identificador de haz a tal efecto.

La calidad de haz prevista puede ser similar a la calidad de haz medida correspondiente
30 conocida a partir de los informes de medición.

La marca de tiempo prevista o el tiempo de aplicación de un haz representa información sobre el momento en que el haz se vuelve adecuado e/o inadecuado para el UE. Depende, por ejemplo, de la velocidad del UE, del entorno de la célula y del haz, del estado de movilidad del UE, etc., todo lo cual se puede tener en cuenta en la predicción. La estación base puede hacer uso de tal
35 información para decidir si conmuta el haz de servicio del UE. Por ejemplo, para el haz informado

asociado a un tiempo de aplicación muy corto, la estación base puede decidir no conmutar el haz de servicio y más bien mantener el haz de servicio actual con el fin de ahorrar sobrecarga de señalización y evitar potencialmente la interrupción de la comunicación en curso debido a la conmutación. Además, la estación base puede utilizar tal información para optimizar la configuración de momento de informe, tal como se ha discutido anteriormente.

El nivel de confianza puede ser configurado por la estación base a fin de obtener un grado de lo buena que se considera la predicción, y puede ser utilizado por la estación base durante la gestión de haces. Por ejemplo, si el nivel de confianza está por debajo de un umbral, la estación base puede no utilizar las características previstas o entonces puede activar mediciones adicionales a fin de obtener resultados de medición reales en lugar de los resultados de predicción o además de ellos.

La calidad prevista de más de un haz se puede obtener, por ejemplo, al prever por separado la calidad de los haces y promediar la calidad prevista. Se puede suponer, por ejemplo, que varios haces pertenecen a la misma célula, de tal manera que es posible así obtener una calidad prevista representativa a nivel de célula, que será más representativa cuantos más haces de la célula se utilicen para el promedio.

La estación base puede determinar qué características de predicción serán previstas e informadas por el UE y, en consecuencia, puede generar la información de configuración dedicada a la predicción mediante la indicación de las características de predicción correspondientes. Esta determinación en la estación base se puede realizar, por ejemplo, teniendo en cuenta qué información es necesaria para la gestión de haces.

En un ejemplo, la configuración de predicción puede configurar el UE para que únicamente informe acerca del ID de haz previsto de un haz, que puede ser el mejor haz (por ejemplo, el que tiene la mejor calidad de haz entre todos los haces previstos) o puede ser el haz recomendado (por ejemplo, puede ser distinto del mejor haz). Esta información es suficiente para permitir a la estación base identificar fácilmente el haz más adecuado a utilizar para el UE y, al mismo tiempo, no crea una gran sobrecarga para el informe de predicción.

Como otro ejemplo, la configuración de predicción puede configurar el UE para que informe, para uno o varios haces, acerca del ID de haz previsto junto con una calidad de haz prevista. Esta información puede ser utilizada por la estación base para la gestión de haces, por ejemplo, para determinar un haz adecuado para el UE (no necesariamente el mejor haz).

Otros ejemplos de combinación de características de predicción son igualmente posibles.

Una implementación dirigida al 3GPP a modo de ejemplo de la primera variante se puede basar en parte en el marco de informes de medición CSI que ya está definido en el 3GPP para

la gestión de haces, por ejemplo, tal como se ha explicado anteriormente. En un ejemplo, la definición de las características de predicción se puede hacer como parte del Elemento de Información *CSI-ReportConfig*, formando parte del marco CSI tal como se ha explicado anteriormente. En particular, se pueden introducir los siguientes parámetros dentro del *CSI-ReportConfig*:

```

5      reportQuantity-rxx ::= CHOICE {
        predicted-beam ID          NULL,
        Predicted-ssb-Index        NULL,
        Predicted-csi-RS-Index      NULL,
        predicted-cri-RSRP          NULL,
10      predicted-ssb-Index-RSRP    NULL,
        predicted-beam-application-timestamp NULL,
        confidence-level            NULL,
        ...
        }

```

15 En la definición anterior, rxx significa la versión del estándar técnico, por ejemplo, r18 para la Versión 18, r19 para la Versión 19, etc.

Los parámetros "*predicted-beam ID*", "*Predicted-ssb-Index*" y "*Predicted-csi-RS-Index*" se pueden utilizar para identificar un haz, y el gNB puede decidir cuál o cuáles de estos parámetros será(n) previsto(s) e informado(s) por el UE.

20 Tal como ya se ha explicado anteriormente, cuando se considera que la información de configuración dedicada a la predicción configura las características de predicción, la primera variante del procedimiento mejorado de informe de resultados de predicción puede involucrar la reutilización de algunos parámetros de la configuración relacionada con la medición, según sea necesario.

25 De conformidad con una implementación dirigida al 3GPP a modo de ejemplo, esto podría incluir la reutilización de los parámetros relacionados con la medición del conjunto de recursos radioeléctricos, incluidos los *CSI-ResourceConfig*, *NZP-CSI-RS-ResourceSet*, *CSI-IM-ResourceSet* y *CSI-SSB-ResourceSet* y los IE *NZP-CSI-RS-Resource*, *CSI-IM-Resource* y/o *SSB-Index* de 3GPP TS 38.331. Estos parámetros de 3GPP también definen los haces para los que se debe realizar la

30 predicción.

Como otro ejemplo, los parámetros reutilizados relacionados con la medición podrían ser aquellos que definan cómo y cuándo informar acerca de las mediciones, tales como los *reportConfigType*, *CSI-ReportPeriodicityAndOffset*, etc.

Segunda Variante - nuevo conjunto de haces de informe

La segunda variante se basa en la descripción anterior del procedimiento mejorado de informe de resultados de predicción (véanse, por ejemplo, las Figs. 12 a 16) y proporciona información adicional y más detallada para el caso de que la información de configuración dedicada a la predicción configure el conjunto de haces de informe.

De conformidad con una implementación a modo de ejemplo de la segunda variante, los haces del conjunto de haces de informe se identifican respectivamente mediante información de identificación adecuada incluida en la información de configuración dedicada a la predicción. Existen varias posibilidades para identificar un haz, por ejemplo, una o más de un identificador de bloque de señal de sincronización, SSB ID, un identificador de recurso de señal de referencia (por ejemplo, el CSI-RS-Index), y un identificador de estado de indicación de configuración de transmisión, TCI state ID. Como otra posibilidad, también se puede introducir un nuevo ID de haz para dicho fin.

Como una posibilidad adicional, la identificación de un haz para la predicción también se puede realizar mediante la definición de un conjunto de recursos separado para la predicción, además del conjunto de recursos que ya podría estar configurado para la medición. En particular, siguiendo conceptualmente una implementación 3GPP, la configuración de un conjunto de recursos también identifica el haz al que se refieren los recursos radioeléctricos de dicho conjunto de recursos. En consecuencia, mediante la definición de un conjunto de recursos dedicado a la predicción para la predicción (por ejemplo, además o en lugar de un conjunto de recursos relacionado con la medición), es posible identificar un haz del conjunto de haces de informe. El conjunto de recursos dedicado a la predicción y el conjunto de recursos relacionado con la medición se pueden identificar mediante diferentes ID de conjunto de recursos, incluso cuando se refieran realmente al mismo haz.

Para dicha posibilidad, se puede introducir una nueva etiqueta o marca en la definición del conjunto de recursos, mediante la cual es posible identificar el conjunto de recursos que será ya sea para la medición o para la predicción. En lugar de utilizar una etiqueta o marca, se puede predefinir un número de ID de conjunto de recursos particular (por ejemplo, ID=0) o un orden en la secuencia de conjuntos de recursos y de esta manera puede permitir implícitamente identificar el conjunto de recursos que será ya sea para la medición o para la predicción.

De esta manera, la configuración dedicada a la predicción identifica claramente para qué haces la estación base espera recibir resultados de predicción, en lugar de resultados de medición.

En las explicaciones anteriores del procedimiento mejorado de informe de resultados de predicción, se ha explicado que la predicción se realiza para un primer conjunto de haces. Cabe señalar que en esta segunda variante, el primer conjunto de haces, utilizado para la predicción en el UE, puede ser el mismo o incluir más haces que los que define el conjunto de haces de informe dedicado a la predicción. A la inversa, el conjunto de haces de informe puede ser un subconjunto del

primer conjunto de haces.

En consecuencia, el UE realiza, si es posible, la predicción por lo menos con respecto a aquellos haces identificados por el parámetro de predicción configurado "conjunto de haces de informe". Sin embargo, por diferentes razones, la predicción se puede realizar también para haces adicionales, aunque el informe de los resultados de predicción se limite entonces a aquellos resultados de predicción relacionados con los haces entre el conjunto de haces de informe configurado.

Como consecuencia de lo anterior, se puede suscitar un escenario en el que el haz recomendado por la predicción se encuentre entre el primer conjunto de haces (utilizado para la predicción), pero no entre el conjunto de haces de informe que serán informados. En consecuencia, el haz realmente recomendado no se puede informar a la estación base porque no se encuentra entre el conjunto de haces de informe configurado. En su lugar, se informa de un haz, entre el conjunto de haces de informe, que es menos óptimo que de conformidad con la predicción. En tal caso, el informe de predicción puede ser ampliado por el UE para indicar también la existencia de un mejor haz que el haz del que se ha informado (y, opcionalmente, puede incluir también o en su lugar el ID de haz previsto de dicho haz). De esta manera, la estación base puede saber que existe un mejor haz que el recomendado y puede utilizar esta información, por ejemplo, para optimizar el conjunto de haces de informe.

La estación base puede determinar para qué haces el UE debe proporcionar resultados de predicción (en lugar de los resultados de medición) y, en consecuencia, puede generar la información de configuración dedicada a la predicción mediante la identificación de los haces determinados. De conformidad con una implementación a modo de ejemplo, incluso si el UE se ha configurado para informar sobre mediciones para un haz, pero el UE recibe la información de configuración dedicada a la predicción que identifica dicho haz para la predicción, el UE no está obligado a realizar las mediciones para dicho haz, sino que puede prever las características del haz y después informar sobre las características del haz previstas a la estación base.

La estación base puede ser capaz de distinguir los resultados de predicción como el resultado de una predicción en lugar del resultado de una medición al tener en cuenta el haz al que se refieren los resultados de predicción recibidos y al saber si un haz fue previamente configurado para la predicción o no.

Como una opción adicional, el informe de predicción puede incluir además una identificación o indicación junto con las características previstas a fin de permitir a la estación base distinguir los resultados de predicción como el resultado de una predicción en lugar del resultado de una medición. Esto facilita la distinción entre los resultados de predicción y los resultados de medición en la estación base.

Una identificación adicional de este tipo puede ser útil cuando no se indica el ID de

haz o cuando el ID de haz, aunque se indique, no permite distinguir inequívocamente entre los resultados de predicción y los resultados de medición para el destinatario del informe. Tal escenario se puede suscitar, por ejemplo, cuando los haces del conjunto de informes para predicción se identifican mediante el uso de una definición de conjunto de recursos y cuando el mismo haz está configurado para el informe de medición y el informe de predicción. En dicho caso, una identificación adicional permite a la estación base distinguir si los resultados recibidos se han determinado por medición o por predicción. En un ejemplo, la identificación adicional puede ser un ID de conjunto de recursos, que permite identificar inequívocamente un conjunto de recursos, incluso en el caso de que dos conjuntos de recursos para el mismo haz se definan para la medición y la predicción, respectivamente.

Una implementación dirigida al 3GPP a modo de ejemplo de la segunda variante se puede basar en parte en el marco de informes de medición CSI que ya está definido en el 3GPP para la gestión de haces, por ejemplo, tal como se ha explicado anteriormente. En un ejemplo, la identificación de los haces de predicción se puede realizar con base en los uno o más conjuntos de recursos definidos por el IE *CSI-ReportConfig*, en particular, por los *CSI-ResourceConfig*, *NZP-CSI-RS-ResourceSet*, *CSI-IM-ResourceSet* y *CSI-SSB-ResourceSet* y los IE *NZP-CSI-RS-Resource*, *CSI-IM-Resource* y/o *SSB-Index* de 3GPP TS 38.331. La definición de los conjuntos de recursos de conformidad con este marco 3GPP no solo identifica los recursos radioeléctricos utilizados por la estación base para transmitir la señal de referencia a través del haz, sino que también identifica el haz.

Tal como ya se ha explicado anteriormente, cuando se considera que la información de configuración dedicada a la predicción configura el conjunto de haces de informe, la segunda variante del procedimiento mejorado de informe de resultados de predicción puede involucrar la reutilización de algunos parámetros de la configuración relacionada con la medición, según sea necesario.

De conformidad con una implementación dirigida al 3GPP a modo de ejemplo, esto podría incluir la reutilización de los parámetros relacionados con la medición del conjunto de recursos radioeléctricos, incluido el parámetro *reportquantity* (por ejemplo, indicando cri-RI-PMI-CQI, cri-RI-i1, cri-R1-i1-CQI, cri-RI-CQI, cri-RSRP, ssb-Index-RSRP, cri-RI-LI-PMI-CQI...).

Como otro ejemplo, los parámetros reutilizados relacionados con la medición podrían ser aquellos que definan cómo y cuándo informar acerca de las mediciones, tales como los *reportConfigType*, *CSI-ReportPeriodicityAndOffset*, etc.

Tercera Variante - Tanto las características de predicción como el conjunto de haces de informe

La primera variante y la segunda variante antes mencionadas del procedimiento

mejorado de informe de resultados de predicción también se pueden combinar, de tal manera que la configuración dedicada a la predicción configure tanto las características de predicción como el conjunto de haces de informe.

5 *Variante Adicional - Predicción de haces entre células*

En la Versión 17 de la mejora 5G NR MIMO, se ha introducido la gestión de haces entre células (ICBM). En consecuencia, el UE puede ser configurado por su célula de servicio para medir los haces Tx DL de las células vecinas. A continuación, el UE informa acerca de las mediciones de haces entre células a la célula de servicio. Estos haces de células vecinas también se pueden asociar a un SSB o a una CSI-RS.

En la actual Versión 18 de 5G NR, se está discutiendo la movilidad activada por L1-L2 (LTM), de conformidad con la cual, el UE se configura en primer lugar con un conjunto de células candidatas y, a continuación, un MAC CE (y/o posiblemente una DCI) activa el UE para que conmute su célula de servicio entre las células candidatas. De forma similar a la ICBM de la Versión 17, el UE puede medir e informar acerca de los haces de un conjunto de células candidatas configuradas. Con base en un informe de este tipo, la estación base puede decidir traspasar el UE a una de las células candidatas.

Con base en la presente variante del procedimiento mejorado de informe de resultados de predicción, el UE se puede configurar para informar acerca de resultados de predicción para haces de una o más células vecinas (es decir, células no de servicio). Más a detalle, la configuración dedicada a la predicción configuraría el conjunto de haces de informe a fin de indicar también uno o más haces de una o más células vecinas, para los que el UE debe prever e informar las características del haz. Por ejemplo, la configuración dedicada a la predicción indicaría un ID de haz, así como un ID de célula para identificar inequívocamente cada haz y la célula correspondiente.

El UE, de acuerdo con esto, no solo es capaz de prever las características de un haz de su célula de servicio, sino que también es capaz de prever e informar las características de un haz de una célula vecina.

El informe de los resultados de predicción para los haces de una célula vecina también podría prever que el informe de predicción incluya una identificación adecuada de la célula vecina/de servicio a la que se refieren los resultados de predicción.

Para la predicción de haces entre células, cualquier resultado de medición que realice el UE para los haces de las células vecinas también se puede utilizar para la predicción de las características del haz, de manera similar a como se hace para la predicción de los haces de la célula de servicio. Además, aunque no es necesario, pero con el fin de mejorar la calidad de la predicción para una célula vecina, el modelo de predicción se podría entrenar de antemano con información sobre

dicha célula vecina, tal como el patrón/configuración de haces o la relación espacial de los haces de la célula vecina, etc. Esto es especialmente útil cuando las configuraciones de la célula vecina, tales como la configuración de antenas de estación base, la configuración de potencia Tx, etc., son muy diferentes de las de la célula de servicio.

5 La estación base, cuando recibe dichas características del haz para una célula vecina, puede utilizarlas, por ejemplo, para la gestión de haces entre células o para la movilidad activada por L1-L2. Por ejemplo, si uno de los haces de la célula vecina es predictivamente mejor que el haz de servicio actual, la estación base puede decidir utilizar el haz de la célula vecina para transmitir la información de control DL y/o los datos DL (por ejemplo, utilizando PDSCH) sin conmutar la célula de servicio e informar al UE para que monitorice el haz en consecuencia. Como otro ejemplo, si múltiples haces (o una métrica derivada de promediar múltiples haces) de una de las células candidatas configuradas para la movilidad activada por L1-L2 son predictivamente mejores que el umbral o umbrales predefinidos, la estación base puede decidir activar el traspaso del UE a la célula candidata.

10 En una implementación dirigida al 3GPP a modo de ejemplo, la configuración dedicada a la predicción puede identificar la célula vecina con base en el siguiente parámetro e información del marco de informes CSI, discutido anteriormente (véase 3GPP TS38.331). En una opción a modo de ejemplo, para los haces SSB, el IE "*CSI-SSB-ResourceSet*" tiene el parámetro "*ServingAdditionalPCIIndex-r17*" que proporciona los ID de célula no de servicio al SSB. En otra opción a modo de ejemplo, para los haces CSI-RS, el UE se configura con una CSI-RS de su célula de servicio que tendría una relación QCL con el haz SSB de una célula vecina. Esto se hace mediante la provisión de una fuente QCL que utiliza el IE "*TCI-State*". Por ejemplo, en el IE "*NZP-CSI-RS-Resource*", se puede indicar un TCI-StateId para una CSI-RS, que apunta a "*additionalPCI-r17*", donde se puede indicar el ID de célula vecina para un SSB que se utilizará como la fuente QCL de la CSI-RS en cuestión.

15 En una implementación dirigida al 3GPP a modo de ejemplo, el informe de predicción puede identificar la célula vecina a la que se refieren las características previstas adjuntas, con base en el siguiente parámetro e información del marco de informes CSI, discutido anteriormente (véase 3GPP TS38.331). En una opción a modo de ejemplo, se informa acerca de CRI o SSBRI tal como se muestra en el Cuadro 6.3.1.1.2-8 de 3GPP TS 38.214, donde SSBRI y CRI se utilizan para señalar un SSB de una célula vecina y una CSI-RS QCLed con SSB de célula vecina, respectivamente, tal como se ha explicado anteriormente.

Variante Adicional - Movilidad L3

25 En las actuales especificaciones 3GPP 5G NR, la movilidad L3 (es decir, el traspaso que es activado por RRC, tal como el mensaje de reconfiguración RRC) requiere que el UE informe acerca de una cantidad de medición a nivel de célula, tal como RSRP, RSRQ, etc. de una célula

completa.

De conformidad con la presente variante del procedimiento mejorado de informe de resultados de predicción, el UE se puede configurar para informar sobre los resultados de predicción a nivel de célula. En particular, una predicción a nivel de célula puede ser determinada por el UE al tener en cuenta varios o todos los haces de una célula, por ejemplo, al promediar los resultados de predicción de diferentes haces de una célula dada. El UE puede utilizar todos los haces o menos de todos los haces de una célula a fin de determinar una predicción a nivel de célula.

Por ejemplo, los resultados de predicción a nivel de célula podrían ser un valor previsto de RSRP, RSRQ, SS-SINR, CSI-SINR, E-UTRA RSRP, E-UTRA RSRQ, E-UTRA SINR, SS-RSRPB, etc. (véase 3GPP TS 38.215 v17.2.0, sección 5.1 y sus subsecciones).

De conformidad con una implementación a modo de ejemplo de esta variante, en lugar de configurar el UE con base en el IE *CSI-ReportConfig* (de TS 38.331), el UE se puede configurar para el informe de predicción a nivel de célula para la movilidad L3 utilizando el IE *ReportConfigNR* de TS 38.331. En la especificación 3GPP actual, el IE *ReportConfigNR* especifica criterios para diferentes eventos de activación. El IE *ReportConfigNR* se podría ampliar, por ejemplo, con un parámetro *MeasReportQuantity-rxx* (rxx identifica la versión, por ejemplo, r18 o r19), que define las características de predicción tales como predicción-rsrp, predicción-rsrq y predicción-sinr.

Las explicaciones anteriores para el procedimiento mejorado de informe de resultados de predicción se basaron en la consideración de métricas a nivel de haz y a nivel de célula. Variantes adicionales del procedimiento mejorado de informe de resultados de predicción podrían permitir la predicción e informe de métricas relacionadas con el enlace lateral, tales como SL RSSI, SL CR, SL CBR, etc. (véase 3GPP TS 38.215, sección 5.1 y sus subsecciones).

El enlace lateral se refiere al enlace directo entre dos UE sin pasar por el gNB. En consecuencia, el UE se puede configurar con la información de configuración dedicada a la predicción a fin de que también prevea e informe, al UE homólogo, las características relacionadas con el enlace lateral hacia el UE homólogo. Por ejemplo, se podrían definir nuevas características de predicción, tales como la predicción-SL RSSI, la predicción-SL CR y la predicción-SL CBR. El informe se puede enviar en la conexión PC5-RRC correspondiente. Ambos UE de la conexión PC5-RRC mantienen una configuración dedicada a la predicción de enlace lateral que define por lo menos las características de predicción.

Aspectos Adicionales

De conformidad con un primer aspecto, se proporciona un equipo de usuario, que incluye lo siguiente. Un receptor del UE recibe, desde una estación base, información de configuración dedicada al informe de predicción y no al informe de medición. La información de configuración

dedicada a la predicción recibida configura uno o más de:

- características de predicción de un haz que serán informadas desde el UE a la estación base, y
- un conjunto de haces de informe que identifica los haces cuyas características previstas serán informadas desde el UE a la estación base.

5

Un procesador del UE prevé características de un primer conjunto de haces, en función de la información de configuración dedicada a la predicción recibida. Un transmisor del UE transmite, a la estación base, un informe de predicción que incluye las características previstas de uno o más haces.

10

De conformidad con un segundo aspecto proporcionado además del primer aspecto, el receptor recibe información de configuración relacionada con la medición, en donde la información de configuración relacionada con la medición recibida configura:

- características de medición de un haz que serán informadas desde el UE a la estación base, y
- para cada haz de un segundo conjunto de haces, recursos radioeléctricos para medir las características de medición.

15

El procesador realiza mediciones en los recursos radioeléctricos del segundo conjunto de haces a fin de determinar las características de medición, en función de la información de configuración relacionada con la medición recibida. En una implementación opcional, el transmisor transmite a la estación base un informe de medición que incluye las características de medición medidas de uno o más haces del segundo conjunto de haces. En otra implementación opcional, la información de configuración relacionada con la medición está separada de la información de configuración dedicada a la predicción. En otra implementación opcional, el procesador, cuando prevé las características del primer conjunto de haces, utiliza resultados de las mediciones realizadas en el segundo conjunto de haces.

20

De conformidad con un tercer aspecto proporcionado además del primer o segundo aspecto, si la información de configuración dedicada a la predicción configura las características de predicción, el procesador prevé las características de predicción configuradas y el informe de predicción incluye las características de predicción previstas de uno o más haces. En una implementación opcional, las características de predicción incluyen una o más de:

30

- una identificación de haz prevista,
- una calidad de haz prevista, tal como la potencia recibida de señal de referencia, RSRP, la calidad recibida de señal de referencia, RSRQ, la relación entre señal e interferencia más ruido, SINR, y la relación entre señal y ruido, SNR,
- una marca de tiempo prevista o tiempo de aplicación de un haz,

35

- un nivel de confianza de las características de predicción previstas, y
- una calidad prevista de más de un haz.

De conformidad con un cuarto aspecto proporcionado además de cualquiera de los aspectos primero a tercero, el procesador, cuando prevé las características de predicción, reutiliza parámetros que están configurados para medir las características de medición de un haz, incluidos uno o más de:

los recursos radioeléctricos para medir las características de medición. En una implementación opcional, los recursos radioeléctricos para medir las características de medición se identifican mediante un ID de conjunto de recursos.

En una implementación opcional, el informe de los resultados de predicción reutiliza uno o más parámetros que están configurados para informar acerca de un informe de medición que incluye características de medición medidas.

En una implementación opcional, los parámetros reutilizados incluyen uno o más de:

- Información sobre los haces cuyas características de medición medidas serán informadas a la estación base,
- el momento de informar acerca de los resultados de medición, por ejemplo, una periodicidad de informe, una asignación de recursos radioeléctricos de informe configurado de forma semipersistente, y
- un formato del informe de medición.

De conformidad con un quinto aspecto, proporcionado además de cualquiera de los aspectos primero a cuarto, los haces del conjunto de haces de informe se identifican en función de información de identificación en la información de configuración dedicada a la predicción recibida. En una implementación opcional, la información de identificación del haz es uno o más de un identificador de bloque de señal de sincronización, SSB ID, un identificador de recurso de señal de referencia y un identificador de estado de indicación de configuración de transmisión, TCI state ID.

En una implementación opcional, el conjunto de haces de informe es un subconjunto del primer conjunto de haces, opcionalmente en donde el número de haces en el conjunto de haces de informe es menor que el número de haces en el primer conjunto de haces.

De conformidad con un sexto aspecto, proporcionado además de cualquiera de los aspectos primero a quinto, si la información de configuración dedicada a la predicción configura el conjunto de haces de informe:

- el informe de predicción incluye las características previstas para el conjunto de haces de informe.

En una implementación opcional, el informe de predicción incluye una identificación junto con las características previstas para el conjunto de haces de informe, a fin de identificar las

características previstas en el informe de predicción como previstas y no medidas. Además, opcionalmente, dicha identificación es un ID de conjunto asignado al conjunto de haces de informe.

En una implementación opcional, en caso de informar acerca de un haz recomendado y en caso de que el haz recomendado se encuentre entre el primer conjunto de haces, pero no entre el conjunto de haces de informe, el informe de predicción indica el haz recomendado entre el conjunto de haces de informe e indica adicionalmente la existencia de un mejor haz que el haz recomendado informado.

De conformidad con un séptimo aspecto, proporcionado además de cualquiera de los aspectos primero a sexto, en caso de que el informe de predicción y el informe de medición sean transmitidos en la misma instancia de tiempo,

- el receptor, en funcionamiento, recibe una indicación, desde la estación base, sobre cuál del informe de predicción y del informe de medición será transmitido por el transmisor (además, opcionalmente, la indicación se recibe junto con un activador aperiódico para activar la notificación del informe de predicción y del informe de medición), o
- uno o ambos informes, el de predicción y el de medición, incluyen una indicación de que el informe respectivo es un informe de predicción o un informe de medición, o
- el informe de predicción y el informe de medición se transmiten en un orden preconfigurado, que define el orden de transmisión de un informe de predicción y un informe de medición, o
- el procesador, en funcionamiento, determina cuál del informe de predicción y del informe de medición será transmitido por el transmisor en función de una regla de prioridad y determina no transmitir ese informe con la menor prioridad.

De conformidad con un octavo aspecto proporcionado además de cualquiera de los aspectos primero a séptimo, la información de configuración dedicada a la predicción configura además:

- uno o más eventos de predicción para activar la transmisión del informe de predicción.

El procesador determina si se cumple uno de los uno o más eventos de predicción, en función de las características previstas. Cuando se cumple un evento de predicción, el procesador determina que un informe de predicción será transmitido.

En una implementación opcional, el evento de predicción define una o más condiciones tales como una o más de:

- un haz de servicio que sirve al UE que es predictivamente peor que un umbral,

- un haz no de servicio que es predictivamente mejor que un haz de servicio que sirve al UE, y
- un fallo del haz se producirá predictivamente en una futura instancia de tiempo.

De conformidad con un noveno aspecto proporcionado además del octavo aspecto, el procesador, cuando determina si se cumple un evento de predicción, realiza primero una operación de filtrado en las características previstas de un haz a fin de reducir el número de activaciones de transmisiones de informe de predicción innecesarias.

En una implementación opcional, la operación de filtrado incluye uno o más de:

- promediar características previstas de un haz en un dominio del tiempo a través de múltiples instancias de tiempo,
- promediar características previstas en un dominio espacial a través de múltiples haces entre el primer conjunto de haces.

De conformidad con un décimo aspecto proporcionado además de cualquiera de los aspectos primero a noveno, el procesador prevé un momento de informe recomendado para transmitir el informe de predicción. El transmisor transmite el momento de informe recomendado a la estación base.

En una implementación opcional, el procesador, cuando prevé el momento de informe recomendado, utiliza una o más de las siguientes:

- velocidad del UE,
- información sobre una pantalla del UE, lo que incluye opcionalmente uno o más de si la pantalla del UE está encendida o apagada y de la duración del estado apagado y/o estado encendido de la pantalla del UE, e
- información sobre el tráfico que se produce en el UE.

En una implementación opcional, un tiempo de aplicación previsto de un haz se prevé como el momento de informe recomendado.

De conformidad con un undécimo aspecto proporcionado además de cualquiera de los aspectos primero a décimo, el conjunto de haces de informe incluye uno o más haces de una célula vecina, que es vecina de una célula de servicio del UE. En una implementación opcional, la configuración dedicada a la predicción identifica la célula vecina cuyas características serán informadas.

De conformidad con un duodécimo aspecto, proporcionado además de cualquiera de los aspectos primero a undécimo, el primer conjunto de haces es un subconjunto del segundo conjunto de haces o no tiene un haz en común con el segundo conjunto de haces.

En una implementación opcional, el procesador aplica un modelo de predicción a fin de prever características del primer conjunto de haces, por ejemplo, un modelo de inteligencia artificial/aprendizaje automático, AI/ML. En una implementación opcional, el primer conjunto de haces

es configurado por el UE o la estación base.

De conformidad con un aspecto decimotercero, se proporciona un método que comprende los siguientes pasos realizados por un equipo de usuario, UE:

5 recibir, desde una estación base, información de configuración dedicada al informe de predicción y no al informe de medición, en donde la información de configuración dedicada a la predicción recibida configura uno o más de:

- características de predicción de un haz que serán informadas desde el UE a la estación base, y
- un conjunto de haces de informe que identifica los haces cuyas características

10 previstas serán informadas desde el UE a la estación base, prever características de un primer conjunto de haces, en función de la información de configuración dedicada a la predicción recibida, y

transmitir, a la estación base, un informe de predicción que incluye las características previstas de uno o más haces.

15 De conformidad con un decimocuarto aspecto, se proporciona una estación base que comprende lo siguiente. Un procesador de la estación base determina información de configuración dedicada al informe de predicción y no al informe de medición. La información de configuración dedicada a la predicción configura uno o más de:

- características de predicción de un haz que serán informadas desde el UE a la
- 20 estación base, y
- un conjunto de haces de informe que identifica los haces cuyas características previstas serán informadas desde el UE a la estación base.

Un transmisor de la estación base transmite la información de configuración dedicada a la predicción al UE. Un receptor recibe desde el UE un informe de predicción que incluye

25 características de uno o más haces, previstas por el UE en función de la información de configuración dedicada a la predicción.

De conformidad con un decimoquinto aspecto, se proporciona un método que comprende los siguientes pasos realizados por una estación base:

30 determinar información de configuración dedicada al informe de predicción y no al informe de medición, en donde la información de configuración dedicada a la predicción configura uno o más de:

- características de predicción de un haz que serán informadas desde el UE a la
- 35 estación base, y
- un conjunto de haces de informe que identifica los haces cuyas características previstas serán informadas desde el UE a la estación base,

transmitir la información de configuración dedicada a la predicción al UE, y
 recibir desde el UE un informe de predicción que incluye características de uno o más
 haces, previstas por el UE en función de la información de configuración dedicada a la predicción.

De conformidad con un decimosexto aspecto, se proporciona un circuito integrado
 5 que, en funcionamiento, controla un proceso de un equipo de usuario, UE, el proceso comprende los
 siguientes pasos realizados por el UE:

recibir, desde una estación base, información de configuración dedicada al informe de
 predicción y no al informe de medición, en donde la información de configuración dedicada a la
 predicción recibida configura uno o más de:

10 - características de predicción de un haz que serán informadas desde el UE a la
 estación base, y
 - un conjunto de haces de informe que identifica los haces cuyas características
 previstas serán informadas desde el UE a la estación base,
 prever características de un primer conjunto de haces, en función de la información
 15 de configuración dedicada a la predicción recibida, y
 transmitir, a la estación base, un informe de predicción que incluye las características
 previstas de uno o más haces.

De conformidad con un aspecto decimoséptimo, se proporciona un circuito integrado
 que, en funcionamiento, controla un proceso de una estación base, el proceso comprende los
 20 siguientes pasos realizados por la estación base:

determinar información de configuración dedicada al informe de predicción y no al
 informe de medición, en donde la información de configuración dedicada a la predicción configura uno
 o más de:

25 - características de predicción de un haz que serán informadas desde el UE a la
 estación base, y
 - un conjunto de haces de informe que identifica los haces cuyas características
 previstas serán informadas desde el UE a la estación base,
 transmitir la información de configuración dedicada a la predicción al UE, y
 recibir desde el UE un informe de predicción que incluye características de uno o más
 30 haces, previstas por el UE en función de la información de configuración dedicada a la predicción.

*Variantes Adicionales, incluida la Implementación de Hardware y Software de la
 presente divulgación*

La presente divulgación se puede realizar mediante software, hardware, o software
 35 en cooperación con hardware. Cada bloque funcional utilizado en la descripción de cada modalidad

descrita anteriormente se puede realizar parcial o totalmente mediante una LSI tal como un circuito integrado, y cada proceso descrito en dicha cada modalidad se puede controlar parcial o totalmente mediante la misma LSI o una combinación de LSI. La LSI puede estar formada individualmente como chips, o un chip puede estar formado de manera que incluya una parte o la totalidad de los bloques funcionales. La LSI puede incluir una entrada y una salida de datos acopladas a ella. Aquí, la LSI se puede denominar un CI (circuito integrado), una LSI de sistema, una super LSI o una ultra LSI, dependiendo de la diferencia en el grado de integración. Sin embargo, la técnica de implementación de un circuito integrado no se limita a la LSI y se puede realizar mediante el uso de un circuito dedicado, un procesador de propósito general o un procesador de propósito especial. Además, se puede utilizar un FPGA (Arreglo de Compuerta Programable en Campo) que pueda programarse después de la fabricación de la LSI o un procesador reconfigurable en el que puedan reconfigurarse las conexiones y los ajustes de las celdas de circuito dispuestas dentro de la LSI. La presente divulgación se puede realizar como procesamiento digital o procesamiento analógico. Si la futura tecnología de circuitos integrados sustituye a las LSI como resultado del avance de la tecnología de semiconductores u otra tecnología derivada, los bloques funcionales se podrían integrar utilizando la futura tecnología de circuitos integrados. También se puede aplicarse la biotecnología.

La presente divulgación se puede realizar mediante cualquier tipo de aparato, dispositivo o sistema que tenga una función de comunicación, que se denomina aparato de comunicación.

El aparato de comunicación puede comprender un transceptor y circuitería de procesamiento/control. El transceptor puede comprender y/o funcionar como receptor y transmisor. El transceptor, como el transmisor y el receptor, puede incluir un módulo de RF (radiofrecuencia) que incluya amplificadores, moduladores/demoduladores de RF y similares, y una o más antenas.

Algunos ejemplos no limitantes de un aparato de comunicación de este tipo incluyen un teléfono (por ejemplo, teléfono móvil (celular), teléfono inteligente), una tableta, una computadora personal (PC) (por ejemplo, portátil, de escritorio, netbook), una cámara (por ejemplo, cámara de fotos/video digital), un reproductor digital (reproductor de audio/video digital), un dispositivo portable (por ejemplo, cámara para llevar puesta, reloj inteligente, dispositivo de rastreo), una consola de juegos, un lector de libros digitales, un dispositivo de telesalud/telemedicina (salud y medicina a distancia) y un vehículo que proporcione funcionalidad de comunicación (por ejemplo, automóvil, avión, barco), y varias combinaciones de los mismos.

El aparato de comunicación no está limitado a ser portátil o móvil, y también puede incluir cualquier tipo de aparato, dispositivo o sistema no portátil o fijo, tal como un dispositivo doméstico inteligente (por ejemplo, un electrodoméstico, iluminación, contador inteligente, panel de control), una máquina expendedora, y cualesquiera otras "cosas" en una red de un "Internet de las

Cosas (IoT)”.

La comunicación puede incluir el intercambio de datos a través de, por ejemplo, un sistema celular, un sistema LAN inalámbrico, un sistema de satélite, etc., y varias combinaciones de los mismos.

5 El aparato de comunicación puede comprender un dispositivo tal como un controlador o un sensor, que está acoplado a un dispositivo de comunicación que realiza una función de comunicación descrita en la presente divulgación. Por ejemplo, el aparato de comunicación puede comprender un controlador o un sensor que genera señales de control o señales de datos, que son utilizadas por un dispositivo de comunicación que realiza una función de comunicación del aparato de
10 comunicación.

El aparato de comunicación también puede incluir una instalación de infraestructura, tal como una estación base, un punto de acceso y cualquier otro aparato, dispositivo o sistema que se comunique con aparatos tales como los de los ejemplos no limitantes anteriores o los controle.

15 (Señales de Control)

En la presente divulgación, la señal (información) de control de enlace descendente relacionada con la presente divulgación puede ser una señal (información) transmitida a través del PDCCH de la capa física o puede ser una señal (información) transmitida a través de un Elemento de Control (CE) MAC de la capa superior o del RRC. La señal de control de enlace descendente puede ser
20 una señal (información) predefinida.

La señal (información) de control de enlace ascendente relacionada con la presente divulgación puede ser una señal (información) transmitida a través del PUCCH de la capa física o puede ser una señal (información) transmitida a través de un MAC CE de la capa superior o del RRC. Además, la señal de control de enlace ascendente puede ser una señal (información) predefinida. La señal de
25 control de enlace ascendente se puede sustituir por información de control de enlace ascendente (UCI), la información de control de enlace lateral (SCI) de la primera etapa o la SCI de la segunda etapa.

(Estación Base)

30 En la presente divulgación, la estación base puede ser un Punto de Recepción/Transmisión (TRP), un cabezal clúster, un punto de acceso, un Cabezal de Radio Remoto (RRH), un eNodeB (eNB), un gNodeB (gNB), una Estación Base (BS), una Estación Transceptora Base (BTS), una unidad base o una pasarela, por ejemplo. Además, en la comunicación de enlace lateral, se puede adoptar una terminal en lugar de una estación base. La estación base puede ser un aparato
35 de retransmisión que retransmite la comunicación entre un nodo superior y una terminal. La estación

base también puede ser una unidad de carretera.

(Enlace Ascendente/Enlace Descendente/Enlace Lateral)

La presente divulgación se puede aplicar a cualquiera de los enlaces ascendente,
5 descendente y lateral.

La presente divulgación se puede aplicar, por ejemplo, a canales de enlace ascendente tales como PUSCH, PUCCH y PRACH, canales de enlace descendente tales como PDSCH, PDCCH y PBCH, y canales de enlace lateral tales como Canal Físico Compartido de Enlace Lateral (PSSCH), Canal Físico de Control de Enlace Lateral (PSCCH) y Canal Físico de Radiodifusión de Enlace Lateral (PSBCH).

10 PDCCH, PDSCH, PUSCH y PUCCH son ejemplos de un canal de control de enlace descendente, un canal de datos de enlace descendente, un canal de datos de enlace ascendente y un canal de control de enlace ascendente, respectivamente. PSCCH y PSSCH son ejemplos de un canal de control de enlace lateral y un canal de datos de enlace lateral, respectivamente. PBCH y PSBCH son ejemplos de canales de radiodifusión, respectivamente, y PRACH es un ejemplo de canal de acceso
15 aleatorio.

(Canales de Datos/Canales de Control)

La presente divulgación se puede aplicar a cualquiera de los canales de datos y canales de control. Los canales en la presente divulgación se pueden sustituir por canales de datos que incluyan
20 PDSCH, PUSCH y PSSCH y/o canales de control que incluyan PDCCH, PUCCH, PBCH, PSCCH y PSBCH.

(Señales de Referencia)

En la presente divulgación, las señales de referencia son señales conocidas tanto por una estación base como por una estación móvil y cada señal de referencia se puede denominar Señal
25 de Referencia (RS) o, en ocasiones, señal piloto. La señal de referencia puede ser una DMRS, una Señal de Referencia de Información de Estado de canal (CSI-RS), una Señal de Referencia de Seguimiento (TRS), una Señal de Referencia de Seguimiento de Fase (PTRS), una Señal de Referencia específica de Célula (CRS) y una Señal de Referencia de Sondeo (SRS).

30 (Intervalos de Tiempo)

En la presente divulgación, las unidades de recursos de tiempo no se limitan a una o una combinación de ranuras y símbolos, y pueden ser unidades de recursos de tiempo, tales como tramas, supertramas, subtramas, ranuras, subranuras de ranuras de tiempo, minirranuras, o unidades de recursos de tiempo, tales como símbolos, símbolos de Multiplexación por División de Frecuencia
35 Ortogonal (OFDM), símbolos de Acceso por Multiplexación por División de Frecuencia de Portadora

Única (SC-FDMA), u otras unidades de recursos de tiempo. El número de símbolos incluidos en una ranura no se limita a cualquier número de símbolos ejemplificados en la(s) modalidad(es) descrita(s) anteriormente, y puede ser otro número de símbolos.

5 (Bandas de Frecuencia)

La presente divulgación se puede aplicar a cualquiera de una banda con licencia y una banda sin licencia.

(Comunicación)

10 La presente divulgación se puede aplicar a cualquiera de la comunicación entre una estación base y una terminal (comunicación Uu-link), la comunicación entre una terminal y una terminal (comunicación Sidelink), y la comunicación Vehículo a Todo (V2X). Los canales en la presente divulgación se pueden sustituir por PSCCH, PSSCH, Canal Físico de Retroalimentación de Enlace Lateral (PSFCH), PSBCH, PDCCH, PUCCH, PDSCH, PUSCH y PBCH.

15 Además, la presente divulgación se puede aplicar a cualquiera de una red terrestre o una red distinta de la terrestre (NTN: Red No Terrestre) que utilice un satélite o un Pseudosatélite de Gran Altitud (HAPS). Además, la presente divulgación se puede aplicar a una red que tenga un tamaño de célula grande y a una red terrestre con un retardo grande en comparación con una longitud de símbolo o una longitud de ranura, tal como una red de transmisión de banda ultra ancha.

20

(Puertos de Antena)

Un puerto de antena se refiere a una antena lógica (grupo de antenas) formada por una o más antenas físicas. Es decir, el puerto de antena no se refiere necesariamente a una antena física y a veces se refiere a un arreglo de antenas formado por múltiples antenas o similares. Por
25 ejemplo, no se define cuántas antenas físicas forman el puerto de antena y, en su lugar, el puerto de antena se define como la unidad mínima a través de la cual se permite a una terminal transmitir una señal de referencia. El puerto de antena también se puede definir como la unidad mínima para la multiplicación de la ponderación de un vector de precodificación.

Además, las diversas modalidades también se pueden implementar mediante módulos
30 de software, que son ejecutados por un procesador o directamente en hardware. También puede ser posible una combinación de módulos de software y una implementación de hardware. Los módulos de software se pueden almacenar en cualquier tipo de medio de almacenamiento legible por computadora, por ejemplo, RAM, EPROM, EEPROM, memoria flash, registros, discos duros, CD-ROM, DVD, etc. Cabe señalar además que las características individuales de las diferentes modalidades
35 pueden individualmente o en combinación arbitraria ser materia objeto de otra modalidad.

Un experto en la materia apreciará que se pueden realizar numerosas variaciones y/o modificaciones a la presente divulgación tal como se muestra en las modalidades específicas. Por lo tanto, las presentes modalidades deben considerarse en todos los aspectos ilustrativas y no restrictivas.