



19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 358 559**

51 Int. Cl.:  
**H04L 1/16** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **08749648 .5**

96 Fecha de presentación : **22.04.2008**

97 Número de publicación de la solicitud: **2145440**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **20.01.2010**

54 Título: **Modulación de datos de un sistema de comunicación.**

30 Prioridad: **30.04.2007 GB 0708344**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:  
**11.05.2011**

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:  
**11.05.2011**

73 Titular/es: **NOKIA SIEMENS NETWORKS Oy**  
**Karaportti 3**  
**02610 Espoo, FI**

72 Inventor/es: **Pajukoski, Kari;**  
**Li, Zhenhong y**  
**Tirola, Esa**

74 Agente: **Zuazo Araluze, Alexander**

ES 2 358 559 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín europeo de patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre concesión de Patentes Europeas).

## DESCRIPCION

Modulación de datos en un sistema de comunicación.

La presente invención se refiere a la comunicación de datos y en particular a la modulación de datos transmitidos entre dos entidades de un sistema de comunicación.

5 Un sistema de comunicación es un servicio que facilita la comunicación entre dos o más entidades tales como dispositivos de comunicación, entidades de red y otros nodos. Un sistema de comunicación puede proporcionarse por una o más redes de interconexión. Se observa que aunque un sistema de comunicación comprende normalmente al menos una red de comunicación, por ejemplo, una red de línea fija o una red móvil o inalámbrica, en su forma más sencilla un sistema de comunicación se proporciona por dos entidades que se comunican entre sí. La comunicación  
10 puede comprender, por ejemplo, comunicación de datos para llevar comunicaciones tales como voz, correo electrónico (*e-mail*), mensaje de texto, multimedia, etc.

Un usuario puede comunicarse por medio de un dispositivo de comunicación adecuado. Un sistema de acceso adecuado permite al dispositivo de comunicación acceder a un sistema de comunicación. Un acceso al sistema de comunicaciones puede proporcionarse por medio de una línea fija o una interfaz de comunicación inalámbrica, o una combinación de éstas. Ejemplos de sistemas de acceso inalámbrico incluyen redes de acceso celular, diversas redes de  
15 área local inalámbricas (WLAN), redes de área personal inalámbricas (WPAN), sistemas de comunicación basados en satélite y diversas combinaciones de éstos.

Un sistema de comunicación funciona normalmente según una norma y/o un conjunto de especificaciones y protocolos que especifican lo que está permitido que realicen los diversos elementos del sistema y cómo debería lograrse. Por  
20 ejemplo, normalmente está definido si el usuario, o más precisamente el dispositivo de usuario, está dotado con una portadora conmutada por circuitos o una portadora conmutada por paquetes, o ambas. También se define normalmente mediante un protocolo de comunicación predefinido la forma en que la comunicación y los diversos aspectos de la misma deberían implementarse entre el dispositivo de usuario y los diversos elementos de la comunicación y sus funciones y responsabilidades.

25 En un sistema inalámbrico o de radio una entidad en forma de una estación base proporciona un nodo para la comunicación con dispositivos de comunicación de usuario, a menudo denominados estaciones móviles. Se considera que las comunicaciones en el sentido desde la estación base al dispositivo de usuario se producen en un "enlace descendente" (DL). Entonces se considera que las comunicaciones en el sentido desde el dispositivo de usuario a la estación base se producen en un "enlace ascendente" (UL). Se observa que en ciertos sistemas una estación base se denomina 'Nodo B'.  
30

La señalización entre diversas entidades puede dividirse entre señalización de datos de control y datos reales. Estos últimos se refieren al contenido de datos que desean comunicar los usuarios. La señalización de control, a su vez, se asocia a la transferencia de información que no está relacionada como tal al contenido de datos que desean transferir los usuarios. A continuación estas dos formas de señalización se separan haciendo referencia a señalización de control y señalización de datos, cuando sea apropiado.  
35

Para garantizar el funcionamiento adecuado del sistema, la señalización de control tiene normalmente requisitos de calidad más elevados que la señalización de datos. Por otro lado, la cantidad de información transportada por la señalización de control tal como por la señalización de acuse de recibo es normalmente sólo de uno o dos bits. Esto es menos de lo que pueden llevar los símbolos con modulación de datos, por ejemplo símbolos modulados por amplitud en cuadratura (QAM). Por ejemplo 16-QAM lleva 4 bits y 64-QAM lleva 6 bits.  
40

Un ejemplo de señalización de control es la transferencia de señalización de información de acuse de recibo negativo y positivo, a menudo denominada señalización ACK/NACK. La señalización de acuse de recibo se usa para proporcionar retroalimentación con respecto a las transmisiones previas, por ejemplo, si se recibe adecuadamente una transmisión de datos previa tal como un paquete de datos.

45 A pesar de las ventajas en las tecnologías de señalización, todavía hay necesidad de optimizar el rendimiento de las comunicaciones entre dos dispositivos, por ejemplo, mediante la reducción de errores en la señalización de control. El uso de un procedimiento de modulación única para señalización de control y señalización de datos podría ser deseable en distintas aplicaciones.

50 El documento de NOKIA: "TDM based Multiplexing Schemes between L1/L2 Control and UL data" 3G@PP TSG RAN WG1 n.º 46BIS, SEÚL, COREA, vol. R1-062840, 9 de octubre de 2006 (09-10-2006), páginas 1-4, XP003022050 describe una multiplexación por división de tiempo de control y datos.

El documento de ERICSSON: "Uplink Non-data-associated Control Signalling" TSG-RAN WG1 LTE ADHOC, CANNES, FRANCIA, vol. R1-061862, 27 de junio de 2006 (27-06-2206), páginas 1-3, XP0003022047 describe la multiplexación de señales de control con datos de usuario.

La patente europea EP-A-1 560 359 (NTT DOCOMO INC [JP]) 3 de agosto de 2005 (03-08-2005) describe un sistema de multiplexación por división de frecuencia ortogonal en el que se multiplexan un canal de control y datos.

Las realizaciones descritas en el presente documento pretenden tratar una o varias de las carencias y/o deseos mencionados anteriormente.

5 Según una realización, se proporciona un modulador para un dispositivo de comunicación, estando configurado el modulador para multiplexar símbolos de control y símbolos de datos para su transmisión en una señal basándose en información de la distancia entre las posiciones de al menos dos símbolos de control en una representación de posiciones de símbolos en la señal.

10 Según otra realización se proporciona un procedimiento de modulación, que comprende multiplexar símbolos de control con símbolos de datos para su transmisión en una señal basándose en información de la distancia entre posiciones de al menos dos símbolos de control en una representación de posiciones de símbolos en la señal.

15 Según aún otra realización se proporciona un sistema de comunicación que comprende un primer dispositivo de comunicación y un segundo dispositivo de comunicación, en el que al menos uno de los dispositivos está configurado para multiplexar símbolos de control y símbolos de datos para su transmisión en una señal al otro dispositivo basándose en información de la distancia entre las posiciones de al menos dos símbolos de control en una representación de posiciones de símbolos en la señal recibida por el primer dispositivo de comunicación durante una transmisión desde el segundo dispositivo de comunicación.

20 Según una realización más específica, los símbolos de control se multiplexan basándose en al menos una distancia euclidiana. Al menos dos símbolos de control pueden correlacionarse en posiciones que tienen la distancia más grande entre las mismas o que de otro modo se ubican al menos a una longitud predeterminada de separación entre sí.

También puede utilizarse información sobre la potencia en al menos una posición en la representación. Pueden seleccionarse las posiciones con la potencia más elevada para su uso por los símbolos de control. Según una realización, las posiciones con una potencia que supera un umbral de potencia predefinido se seleccionan para su uso por los símbolos de control.

25 Los símbolos de control pueden comprender un acuse de recibo por un primer dispositivo de comunicación de una transmisión desde un segundo dispositivo de comunicación, en el que el acuse de recibo se multiplexa con los símbolos de datos en una señal para su transmisión desde el primer dispositivo de comunicación. El acuse de recibo puede comprender símbolos ACK/NACK.

30 La representación puede comprender un diagrama de constelación. La modulación puede comprender al menos una de modulación de amplitud en cuadratura y modulación por desplazamiento de fase.

Los cálculos pueden proporcionarse mediante un programa informático que comprende medios de código de programa adaptados para realizar las etapas necesarias cuando el programa se ejecuta en un procesador. El procesador puede ser para una estación de un sistema de comunicación.

35 Para un mejor entendimiento de la presente invención y la manera en que puede llevarse a cabo, ahora se hará referencia sólo a modo de ejemplo a los dibujos adjuntos en los que:

la figura 1 muestra una presentación esquemática de un sistema de comunicación en el que puede realizarse la invención;

la figura 2 muestra un diagrama de flujo según una realización;

la figura 3 muestra un esquema de correlación;

40 la figura 4 muestra una tabla de valores asociada con el ejemplo de la figura 3,

la figura 5 muestra otro esquema de correlación; y

las figuras 6 y 7 muestran tablas de valores asociadas con el ejemplo de la figura 5.

45 Antes de explicar con detalle algunas realizaciones a modo de ejemplo, se proporciona con referencia a la figura 1 una breve explicación de ciertos principios generales de las comunicaciones inalámbricas en un sistema que comprende una estación base y un dispositivo de comunicación tal como una estación móvil.

50 Un dispositivo de comunicación, por ejemplo un dispositivo de usuario, puede usarse para acceder a diversos servicios y/o aplicaciones previstos por un sistema de comunicaciones. En los sistemas móviles o inalámbricos el acceso se proporciona mediante una interfaz de acceso entre un dispositivo 1 de usuario y un sistema de acceso inalámbrico adecuado. El dispositivo de usuario puede acceder normalmente de manera inalámbrica a un sistema de comunicación a través de al menos una estación 10 base o transmisor inalámbrico similar y/o nodo receptor. Ejemplos no limitativos de nodos de acceso son una estación base de un sistema celular y una estación base de una red de área local

inalámbrica (WLAN). Cada dispositivo de usuario puede tener uno o más canales de radio abiertos al mismo tiempo y puede estar conectado a más de una estación base.

5 La estación base puede conectarse a otros sistemas, por ejemplo, una red de datos. Puede proporcionarse una función de pasarela entre un nodo de estación base y otra red por medio de cualquier nodo de pasarela adecuado, por ejemplo, una pasarela de datos por paquetes y/o una pasarela de acceso.

10 Una estación base se controla normalmente por al menos una entidad controladora adecuada. La entidad controladora puede preverse para la gestión del funcionamiento global de la estación base y las comunicaciones a través de la estación base. La entidad controladora está dotada normalmente con capacidad de memoria y al menos un procesador de datos. En el controlador pueden proporcionarse entidades funcionales por medio de su capacidad de procesamiento de datos. Las entidades funcionales proporcionadas en el controlador de la estación base pueden proporcionar funciones relacionadas con el control de recursos de radio, control de acceso, control de contexto de datos por paquetes y así sucesivamente.

15 Pueden usarse ciertas realizaciones, por ejemplo, para la parte de enlace ascendente (UL) de un sistema de radio de evolución a largo plazo (LTE) para la transmisión de ACK/NACK de enlace descendente (DL) con datos UL. Por tanto el ejemplo no limitativo de la figura 1 muestra el concepto de lo que se conoce como evolución a largo plazo (LTE). Este sistema proporciona un sistema de acceso de radio evolucionado que se conecta a un sistema de datos por paquetes. Un sistema de acceso de este tipo puede proporcionarse, por ejemplo, basándose en la arquitectura que se conoce del acceso de radio terrestre universal evolucionado (E-UTRA) y basándose en el uso de nodos B (eNB) de las redes de acceso de radio terrestre universal evolucionado (E-UTRAN). Una red de acceso de radio terrestre universal evolucionado (E-UTRAN) consiste en nodos B (eNB) de E-UTRAN que están configurados para proporcionar funcionalidades de control y estación base. Por ejemplo, los nodos eNB pueden proporcionar de manera independiente características de red de acceso de radio tales como control de enlace de radio del plano de usuario/control de acceso al medio/protocolo de capa física (RLC/MAC/PHY) y terminaciones de protocolo de control de recursos de radio del plano de control (RRC) hacia los dispositivos de usuario.

25 Se observa que la figura 1 muestra esta arquitectura sólo a modo de ejemplo de un posible sistema de comunicación en el que pueden proporcionarse las realizaciones descritas a continuación y que también son posibles otras disposiciones y arquitecturas. Por ejemplo, el dispositivo de usuario puede comunicarse con un sistema de acceso diferente.

30 El dispositivo 1 de usuario puede usarse para diversas tareas tales como realizar y recibir llamadas de teléfono, para recibir y enviar datos desde y a una red de datos y para experimentar, por ejemplo, multimedia u otro contenido. Por ejemplo, un dispositivo de usuario puede acceder a aplicaciones de datos proporcionadas a través de una red de datos. Por ejemplo, pueden ofrecerse diversas aplicaciones en una red de datos basada en el protocolo de Internet (IP) o cualquier otro protocolo adecuado. Un dispositivo de usuario adecuado puede proporcionarse por cualquier dispositivo que pueda enviar y recibir señales de radio. Ejemplos no limitativos incluyen una estación móvil (MS), un ordenador portátil dotado con una tarjeta de interfaz inalámbrica u otra prestación de interfaz inalámbrica, un asistente de datos personal (PDA) dotado con capacidades de comunicación inalámbrica, o cualquier combinación de los mismos o similares.

35 El dispositivo móvil puede comunicarse a través de una disposición de interfaz de radio adecuada del dispositivo móvil. La disposición de interfaz puede proporcionarse por ejemplo por medio de una parte 7 de radio y una disposición de antena asociada. La disposición de antena puede estar dispuesta interna o externamente respecto al dispositivo móvil.

40 Un dispositivo móvil está dotado normalmente con al menos una entidad 3 de procesamiento de datos y al menos una memoria 4 para su uso en tareas para cuya realización está diseñada. Las entidades de almacenamiento y procesamiento de datos pueden proporcionarse en una placa de circuito impreso adecuada y/o en conjuntos de chips. Esta característica se indica por la referencia 6.

45 La figura 1 muestra además un componente 9 de modulador conectado a los otros elementos. Ejemplos de sus funciones de modulación se describen más adelante en esta memoria descriptiva. Se observa que las funciones del modulador pueden disponerse para proporcionarse por la entidad 3 de procesamiento de datos en lugar de un componente separado.

50 El usuario puede controlar el funcionamiento del dispositivo móvil por medio de una interfaz de usuario apropiada tal como un teclado 2 numérico, comandos de voz, panel o pantalla táctil, combinaciones de los mismos o similares. Normalmente también se proporcionan una pantalla 5, un altavoz y un micrófono. Además, un dispositivo móvil puede comprender conectores adecuados (bien por cable o bien inalámbricos) a otros dispositivos y/o para conectar accesorios externos, por ejemplo un equipo manos libres, al mismo.

55 A continuación se analizan realizaciones de un acuse de recibo de transmisión en un sentido y los datos enviados en otro sentido se multiplexan a un nivel de símbolo, y más particularmente, ciertas realizaciones en las que el ACK/NACK de enlace descendente y los datos de enlace ascendente se multiplexan en el tiempo a nivel de símbolo. En los siguientes ejemplos la señalización ACK/NACK de enlace descendente se modula para su transmisión con datos de enlace ascendente desde una estación móvil a una estación base. Se observa que en lugar de una estación base, la

comunicación puede enviarse por ejemplo a otra estación móvil y que la modulación también puede llevarse a cabo en una estación base.

5 Ahora se describe una realización a modo de ejemplo del procedimiento con referencia al diagrama de flujo de la figura 2. En esta realización los símbolos de control se multiplexan en 102 con símbolos de datos basándose en información de la distancia entre posiciones de al menos dos símbolos de control en una representación de posiciones de símbolos en la señal, tal como se determina en la etapa 100. Los símbolos multiplexados pueden transmitirse entonces en 104.

Según una realización más específica se usa una regla de correlación de bits ACK/NACK particular cuando los símbolos ACK/NACK se multiplexan con símbolos de datos en 102. La multiplexación puede basarse en multiplexación en el tiempo.

10 Los símbolos pueden correlacionarse en un diagrama espacial de señal para ilustrar posiciones ideales de símbolos en una señal. Un ejemplo de tal representación de una señal es un diagrama de constelación, o simplemente constelación. Un diagrama de constelación es un ejemplo de las posibilidades para visualizar posiciones de símbolos en una señal, y su base de que un símbolo transmitido puede representarse como un número complejo. Los símbolos se representan como números complejos y de esta manera pueden visualizarse como puntos en el plano complejo.

15 Puede usarse un diagrama de constelación para proporcionar una representación de una señal modulada por un esquema de modulación digital tal como la modulación de amplitud en cuadratura (QAM) o una modulación por desplazamiento de fase (PSK). Pueden proporcionarse portadoras en cuadratura (Q) modulando una señal portadora seno y coseno con las partes real e imaginaria del número complejo, respectivamente, el símbolo puede enviarse con dos portadoras en una frecuencia única. Los ejes real e imaginario se denominan a menudo eje en fase o eje I y eje en cuadratura o eje Q.

20 El diagrama de constelación puede usarse para visualizar una señal como un diagrama bidimensional en un plano complejo en instantes, o puntos, de muestreo de símbolos. El diagrama de constelación puede usarse por tanto para proporcionar una representación de la posición de los símbolos en el esquema de modulación, y permite una visualización sencilla del proceso de modulación. Ejemplos de diagramas 30 de constelación de 16-QAM rectangulares se muestran en las figuras 3 y 5.

25 Los símbolos ACK/NACK que van a transmitirse pueden correlacionarse en el mismo diagrama de constelación que se usa por los símbolos de datos. Según una realización los puntos de constelación que tienen la distancia euclidiana más grande pueden seleccionarse para la transmisión ACK/NACK. La distancia euclidiana se entiende comúnmente como la distancia entre dos puntos representados como la raíz de la diferencia de cuadrados entre coordenadas de un par de objetos. La distancia euclidiana puede calcularse como

$$\sqrt{(I_k - I_l)^2 + (Q_k - Q_l)^2}$$

donde  $k=[1,2...m]$ ,  $l=[1,2...m]$  presenta los índices de constelaciones de modulación usadas para los símbolos de datos, y  $m$  es el número de constelaciones usadas para los símbolos de datos.

35 Otra posibilidad es usar un umbral predefinido para la distancia. Por ejemplo, puede seleccionarse cualquier punto con una distancia euclidiana más grande que un umbral predefinido. Según aún otra realización la regla de selección permite la selección entre puntos de constelación que proporcionan los candidatos más prometedores, por ejemplo 2 ó 3 distancias euclidianas más grandes, o cualquier otro número predefinido de distancias euclidianas más grandes.

40 Según una realización adicional los niveles de potencia de los puntos de constelaciones también se tienen en cuenta en el proceso de selección. Por ejemplo, se seleccionan los puntos que tienen la distancia euclidiana más grande o una distancia euclidiana suficientemente grande y una potencia suficientemente elevada. Por tanto puede no seleccionarse un punto con una distancia suficientemente grande pero una potencia demasiado baja. Puede emplearse una combinación optimizada de umbrales de distancia y umbrales de potencia. En algunas aplicaciones puede ser deseable seleccionar los puntos con los niveles de mayor potencia incluso si no son los puntos con las distancias más grandes.

45 La figura 3 muestra un ejemplo de una correlación ACK/ NACK de un bit en un diagrama 30 de constelación. Más particularmente, en este ejemplo específico se usa un esquema de modulación de amplitud en cuadratura (QAM) 16 para símbolos de datos. Los puntos 32 negros indican los puntos de constelación propuestos para una transmisión ACK/NACK. Los puntos 34 blancos se dejan entonces para los datos. A continuación se consideran ejemplos más detallados de posibles reglas de correlación considerando también una modulación QAM 64, y una transmisión ACK/NACK de dos bits.

50 La tabla 1 mostrada en la figura 4 es un ejemplo de correlación de constelación de señalización ACK/NACK en símbolos modulados de valores complejos,  $x=l+jQ$ , con diferentes esquemas de modulación de datos. Más particularmente, en los ejemplos mostrados en la tabla 1 se correlacionan símbolos ACK/NACK de un bit con modulaciones de datos QPSK, 16 QAM y 64 QAM. Los valores complejos de este ejemplo se basan en la especificación técnica TS 36.211 "Physical

Channels and Modulation”, versión 1.0.0 del 19 de marzo de 2007 del proyecto de la asociación de tercera generación (3GPP).

5 La figura 5 muestra la correlación de una señalización ACK/NACK de dos bits en un diagrama 30 de constelación. La señalización ACK/NACK de dos bits puede ser necesaria por ejemplo, cuando se usa la transmisión de múltiples entradas y múltiples salidas (MIMO) de palabra de código dual en el enlace descendente.

10 Un ejemplo de correlación de constelación de señalización ACK/NACK de dos bits con modulación 16-QAM se muestra en la tabla 2 y para 64-QAM se muestra en la tabla 3, véanse las figuras 6 y 7, respectivamente. En modulación 16-QAM un par de bits de señalización ACK/NACK se correlacionan en símbolos de modulación de valores complejos,  $x=l+jQ$ , según la tabla 2. En modulación 64-QAM, un par de los bits se correlacionan en símbolos de modulación de valores complejos,  $x=l+jQ$ , según la tabla 3.

15 Las funciones de procesamiento de datos requeridas para la modulación y/o la toma de decisiones relacionadas pueden proporcionarse por medio de uno o más procesadores de datos. El procesamiento de datos puede proporcionarse en una unidad o módulo de procesamiento de una estación, por ejemplo un dispositivo de usuario o una estación base. Las funciones descritas anteriormente pueden proporcionarse por procesadores separados o por un procesador integrado. Puede usarse un producto o productos de código de programa informático adaptado de manera adecuada para implementar las realizaciones, cuando se cargan en un procesador adecuado, por ejemplo en un procesador de un controlador de estación base o un controlador de un dispositivo de usuario. Los medios de código de programa pueden, por ejemplo, realizar la generación e interpretación de información señalizada entre las diversas entidades y controlar diversas operaciones. El producto de código de programa para proporcionar la operación puede almacenarse en y proporcionararse por medio de un medio de soporte tal como un disco, tarjeta o cinta de soporte. Una posibilidad es descargar el producto de código de programa en el dispositivo móvil a través de una red de datos.

25 Una ventaja de los ejemplos descritos anteriormente de correlación de símbolos ACK/NACK, u otros símbolos de señalización de control, en los símbolos de datos en una constelación es que puede obtenerse un rendimiento optimizado. Esto se debe a que las señales de símbolo de control pueden proporcionarse para tener la distancia euclidiana máxima o una distancia euclidiana predefinida entre sí, reduciendo así el riesgo de errores. Puede mejorarse la calidad de señalización de control. Se permite el uso de los puntos de constelación del mismo diagrama de constelación para datos de control y carga útil en modulación. Si se usa una potencia máxima o una potencia suficientemente grande para señalar los símbolos de control puede lograrse una relación señal a ruido (SNR) maximizada sin ningún efecto significativo en la relación pico a valor medio (PAR).

30 Se observa que aunque las realizaciones se han descrito en relación con modulación en dispositivos de usuario tales como estaciones móviles y dispositivos de red tales como estaciones base, las realizaciones de la presente invención pueden aplicarse a cualquier otro tipo de aparato apropiado para comunicación de datos en el que sea necesaria una modulación. Principios similares pueden aplicarse a cualquier tecnología de comunicación en la que pueda utilizarse modulación de símbolos de datos y control.

35 Se observa también que aunque anteriormente se describieron ciertas realizaciones a modo de ejemplo con referencia a ciertas arquitecturas de ejemplo para normas, tecnologías y redes inalámbricas, las realizaciones pueden aplicarse a cualquier otra forma apropiada de sistema de comunicación que la ilustrada y descrita en el presente documento. Se observa también que la expresión sistema de acceso se entiende como haciendo referencia a cualquier sistema de acceso configurado para permitir una comunicación inalámbrica para aplicaciones de acceso de usuario.

40 Se observa también en el presente documento que aunque lo anterior describe realizaciones a modo de ejemplo de la invención, hay muchas variaciones y modificaciones que pueden realizarse en la solución dada a conocer sin alejarse del alcance de la presente invención.

## REIVINDICACIONES

- 5 1. Modulador (9) para un dispositivo (1) de comunicación, estando configurado el modulador para multiplexar símbolos de control y símbolos de datos para su transmisión en una señal basándose en información de la distancia entre las posiciones de al menos dos símbolos de control en una representación de posiciones de símbolos en la señal, caracterizado porque el modulador está configurado para multiplexar los símbolos de control basándose en al menos una distancia euclidiana, y correlacionar los al menos dos símbolos de control en posiciones ubicadas al menos a una longitud predeterminada de separación entre sí.
2. Modulador (9) según la reivindicación 1, en el que el modulador está configurado para correlacionar al menos dos símbolos de control en posiciones que tienen la distancia más grande entre las mismas.
- 10 3. Modulador (9) según cualquier reivindicación anterior, en el que el modulador está configurado para basar la multiplexación también en información sobre la potencia en al menos una posición en la representación.
4. Modulador (9) según la reivindicación 3, en el que el modulador está configurado para seleccionar posiciones con la potencia más elevada para los símbolos de control.
- 15 5. Modulador (9) según la reivindicación 3, en el que el modulador está configurado para seleccionar posiciones con una potencia que supera un umbral de potencia predefinido para los símbolos de control.
6. Modulador (9) según cualquier reivindicación anterior, en el que los símbolos de control comprenden un acuse de recibo por un primer dispositivo de comunicación de una transmisión desde un segundo dispositivo de comunicación y el modulador está configurado para multiplexar el acuse de recibo con los símbolos de datos en una señal para su transmisión desde el primer dispositivo de comunicación.
- 20 7. Modulador (9) según cualquier reivindicación anterior, en el que el modulador está configurado para multiplexar en el tiempo los símbolos.
8. Modulador (9) según cualquier reivindicación anterior, en el que el modulador está configurado para multiplexar símbolos ACK/NACK de enlace descendente con símbolos de datos de enlace ascendente.
- 25 9. Modulador (9) según cualquier reivindicación anterior, en el que la representación comprende un diagrama de constelación.
10. Modulador (9) según cualquier reivindicación anterior, configurado para al menos una de modulación de amplitud en cuadratura y modulación por desplazamiento de fase.
11. Estación para un sistema de comunicación que comprende un modulador (9) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores.
- 30 12. Estación según la reivindicación 11 que comprende uno de un dispositivo de usuario y una estación base.
13. Estación según la reivindicación 11 ó 12, en la que la estación está configurada para un acceso de radio terrestre universal evolucionado, E-UTRA.
14. Procedimiento de modulación, que comprende:
- 35 multiplexar (102) símbolos de control con símbolos de datos para su transmisión en una señal basándose en información de la distancia entre posiciones de al menos dos símbolos de control en una representación de posiciones de símbolos en la señal; caracterizado por
- multiplexar los símbolos de control basándose en al menos una distancia euclidiana,
- y correlacionar al menos los dos símbolos de control en posiciones ubicadas al menos a una longitud predeterminada de separación entre sí.
- 40 15. Procedimiento según la reivindicación 14, que comprende correlacionar al menos dos símbolos de control en posiciones que tienen la distancia más grande entre las mismas.
16. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 14 ó 15, que comprende tener en cuenta también información sobre la potencia en al menos una posición en la representación en la multiplexación.
- 45 17. Procedimiento según la reivindicación 16, que comprende seleccionar posiciones con la potencia más elevada para los símbolos de control.
18. Procedimiento según la reivindicación 16, que comprende seleccionar posiciones con una potencia que supera un umbral de potencia predefinido para los símbolos de control.
19. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 14 a 18, que comprende:

recibir una transmisión por un primer dispositivo de comunicación desde un segundo dispositivo de comunicación;

multiplexar símbolos que representan un acuse de recibo de la transmisión por el primer dispositivo de comunicación con los símbolos de datos en una señal para la transmisión de datos desde el primer dispositivo de comunicación al segundo dispositivo de comunicación.

- 5 20. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 14 a 19, que comprende multiplexación en el tiempo de símbolos.
21. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 14 a 20, que comprende multiplexación de símbolos ACK/NACK de enlace descendente con símbolos de datos de enlace ascendente.
- 10 22. Programa informático que comprende medios de código de programa adaptados para realizar cualquiera de las etapas según cualquiera de las reivindicaciones 14 a 21 cuando el programa se ejecuta en un procesador.
23. Programa informático según la reivindicación 22, en el que el procesador está comprendido en una estación de un sistema de comunicación.
- 15 24. Sistema de comunicación que comprende un primer dispositivo de comunicación y un segundo dispositivo de comunicación, en el que al menos uno de los dispositivos está configurado para multiplexar símbolos de control y símbolos de datos para su transmisión en una señal al otro dispositivo basándose en información de la distancia entre las posiciones de al menos dos símbolos de control en una representación de posiciones de símbolos en la señal recibida por dicho primer dispositivo de comunicación durante una transmisión desde dicho segundo dispositivo de comunicación, y caracterizado porque el dispositivo está configurado para multiplexar los símbolos de control basándose en al menos una distancia euclidiana, y configurado para correlacionar los al menos dos símbolos configurados en posiciones ubicadas al menos a una longitud predeterminada de separación entre sí.
- 20 25. Sistema de comunicación según la reivindicación 24, en el que los símbolos de control representan un acuse de recibo por el primer dispositivo de comunicación de una transmisión por el segundo dispositivo de comunicación, y los símbolos de control se multiplexan con los símbolos de datos en una señal para la transmisión de datos desde el primer dispositivo de comunicación al segundo dispositivo de comunicación.

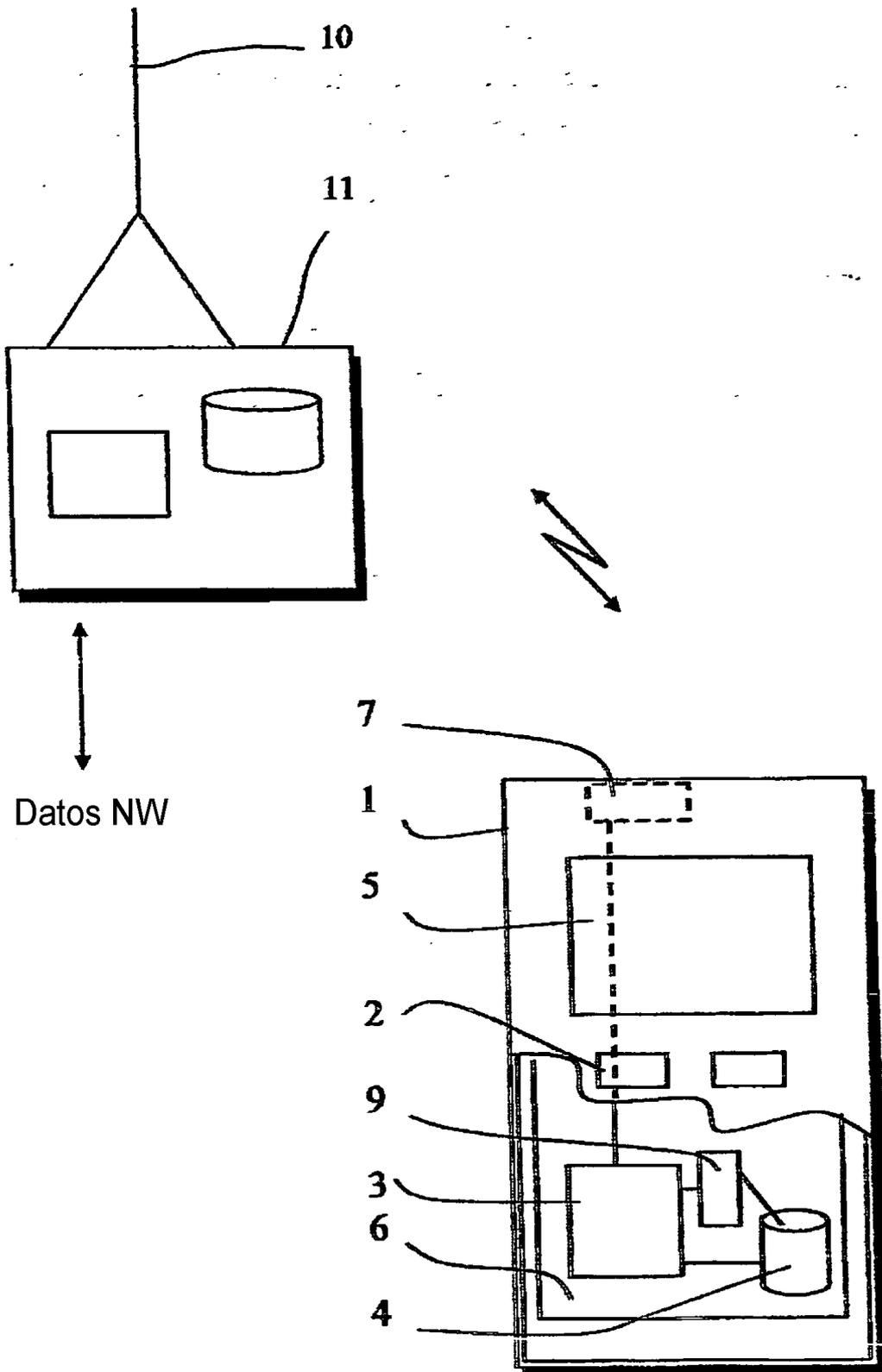


Fig. 1

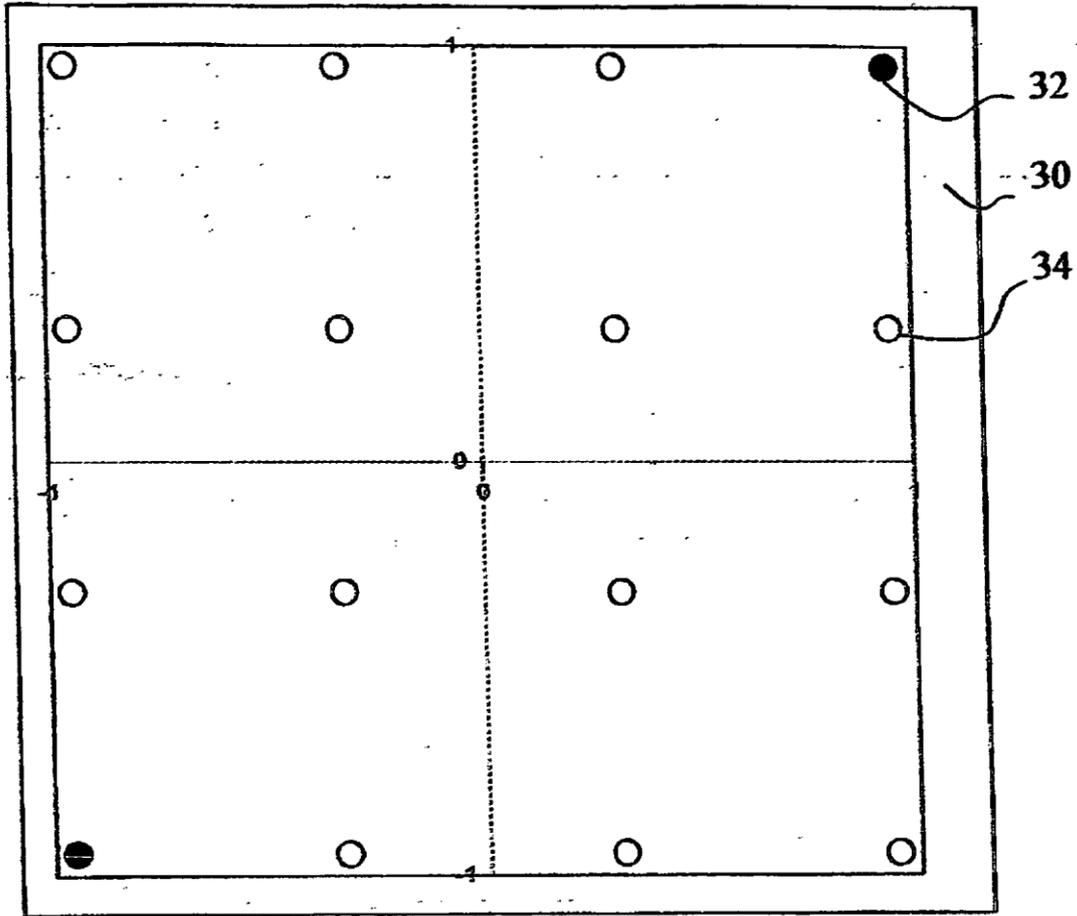
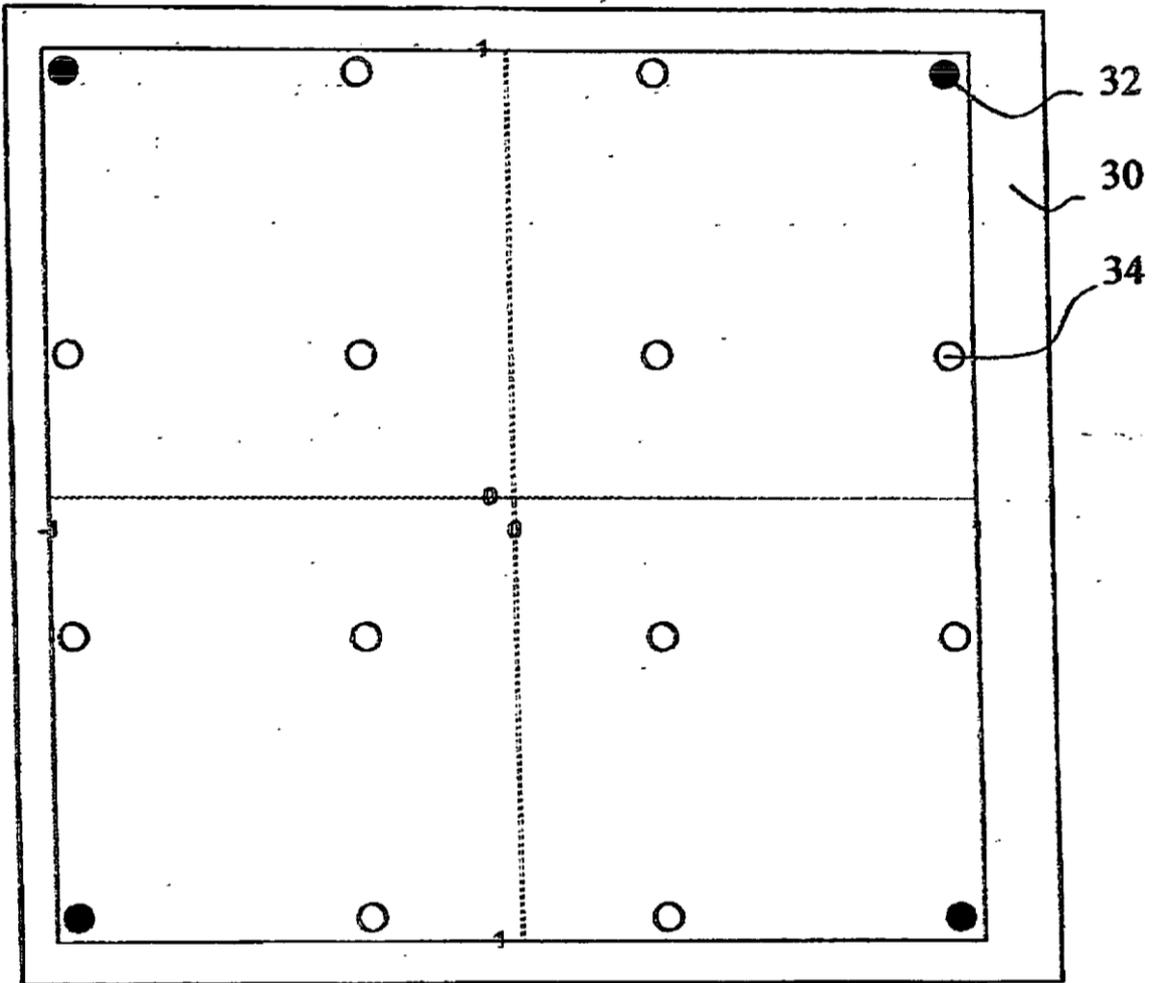


Fig. 3

	QPSK		16 QAM		64 QAM	
	I	Q	I	Q	I	Q
<b>ACK</b>	$1/\sqrt{2}$	$1/\sqrt{2}$	$3/\sqrt{10}$	$3/\sqrt{10}$	$7/\sqrt{42}$	$7/\sqrt{42}$
<b>NACK</b>	$-1/\sqrt{2}$	$-1/\sqrt{2}$	$-3/\sqrt{10}$	$-3/\sqrt{10}$	$-7/\sqrt{42}$	$-7/\sqrt{42}$

Tabla 1

Fig. 4



**Fig. 5**

$b(n), b(n+1)$	$I$	$Q$
<b>00</b>	$-3/\sqrt{10}$	$-3/\sqrt{10}$
<b>01</b>	$-3/\sqrt{10}$	$3/\sqrt{10}$
<b>10</b>	$3/\sqrt{10}$	$-3/\sqrt{10}$
<b>11</b>	$3/\sqrt{10}$	$3/\sqrt{10}$

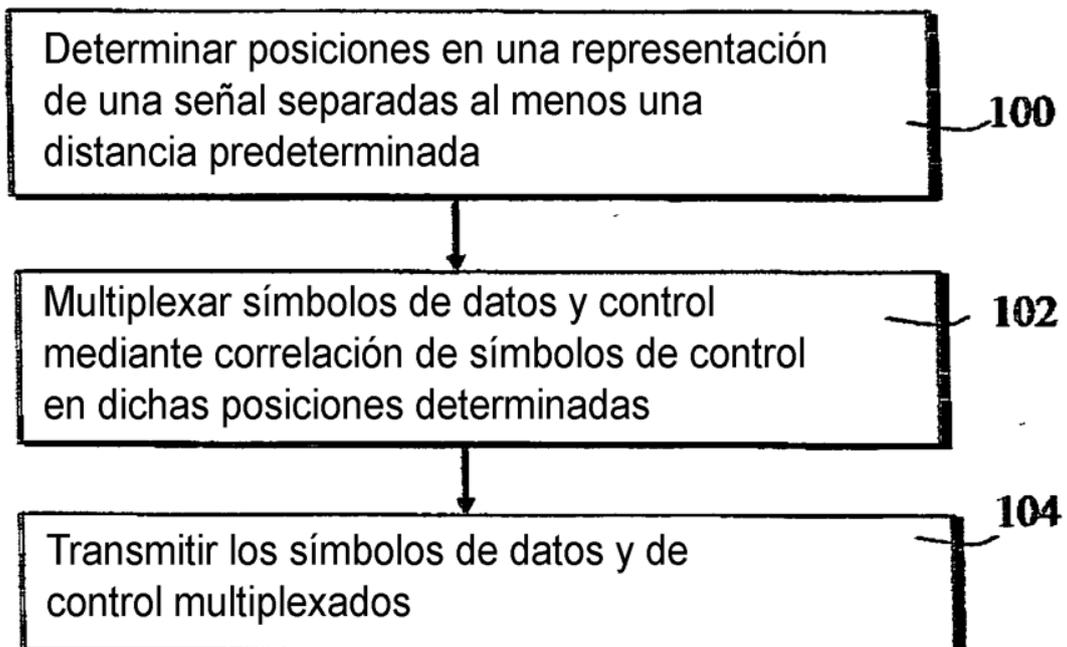
Tabla 2

**Fig. 6**

$b(n), b(n+1)$	$I$	$Q$
00	$-7/\sqrt{42}$	$-7/\sqrt{42}$
01	$-7/\sqrt{42}$	$7/\sqrt{42}$
10	$7/\sqrt{42}$	$-7/\sqrt{42}$
11	$7/\sqrt{42}$	$7/\sqrt{42}$

Tabla 3

**Fig. 7**



**Fig. 2**