

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 431 796**

51 Int. Cl.:

**H04B 1/707** (2011.01)

**H04B 7/26** (2006.01)

**H04J 13/00** (2011.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **19.12.1997 E 09008576 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **14.08.2013 EP 2106033**

54 Título: **Procedimiento y aparato de operación de un sistema de comunicación de varios canales**

30 Prioridad:

**15.01.1997 US 784281**

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

**28.11.2013**

73 Titular/es:

**QUALCOMM INCORPORATED (100.0%)  
5775 MOREHOUSE DRIVE  
SAN DIEGO, CA 92121-1714, US**

72 Inventor/es:

**ODENWALDER, JOSEPH P.;  
ANTONIO, FRANKLIN P.;  
TIEDEMANN, EDWARD G., JR. y  
JOU, YU-CHEUN**

74 Agente/Representante:

**CARPINTERO LÓPEZ, Mario**

**ES 2 431 796 T3**

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

## DESCRIPCIÓN

Procedimiento y aparato de operación de un sistema de comunicación de varios canales

## Antecedentes de la invención

## I. Campo de la invención

- 5 La presente invención se refiere a telecomunicaciones inalámbricas. Más particularmente, la presente invención se refiere a un procedimiento novedoso y mejorado para implementar una interfaz aérea de alta tasa de transmisión.

## II. Descripción de la técnica relacionada

10 La norma IS-95 de la Asociación de la Industria de las Telecomunicaciones (TIA) y sus derivadas como la IS-93A y la ANSI J-STD-008 (denominadas conjuntamente en el presente documento como IS-95), definen una interfaz aérea adecuada para implementar un sistema de telefonía celular digital con un ancho de banda eficaz. Para este cometido, la norma IS-95 proporciona un procedimiento para establecer múltiples canales de tráfico de radiofrecuencia (RF), teniendo cada uno una tasa de transmisión de datos de hasta 14,4 kilobits por segundo. Los canales de tráfico pueden utilizarse para efectuar telefonía de voz o para efectuar comunicaciones de datos digitales incluyendo transferencia de pequeños ficheros, correo electrónico y fax.

15 Aunque una tasa de transmisión de **14,4** kilobits por segundo es adecuada para esos tipos de aplicaciones de tasa de transmisión de datos más baja, la creciente popularidad de aplicaciones de mayor cantidad de datos, tales como Internet y la videoconferencia, ha provocado una demanda de tasas de transmisión de datos superiores. Para satisfacer esta nueva demanda, la presente invención está dirigida a proporcionar una interfaz aérea que soporte tasas de transmisión más altas.

20 La **figura 1**, ilustra un sistema de telefonía celular sumamente simplificado, configurado de una manera compatible con la utilización de la norma IS-95. En operación, las llamadas telefónicas y otras comunicaciones se efectúan intercambiando datos entre unidades **10** de abonado y estaciones **12** base utilizando señales de RF. Las comunicaciones se efectúan además desde estaciones **12** base a través de controladores **14** de estaciones base (BSC) y un centro **16** de conmutación móvil (MSC), hasta o bien una red **18** telefónica pública conmutada (PSTN) o bien hasta otra unidad **10** de abonado. Los BSC **14** y el MSC **16** proporcionan normalmente funcionalidad de control de movilidad, procesamiento de llamadas y encaminamiento de llamadas.

25 En un sistema que cumple la norma IS-95, las señales de RF intercambiadas entre las unidades **10** de abonado y las estaciones **12** base se procesan según técnicas de procesamiento de señales de acceso múltiple por división de código (CDMA). La utilización de técnicas de procesamiento de señales CDMA permite que las estaciones **12** base adyacentes utilicen el mismo ancho de banda de RF que, cuando se combina con la utilización de control de potencia de transmisión, hace que un sistema IS-95 tenga un ancho de banda más eficaz que otros sistemas de telefonía celular.

30 El procesamiento CDMA se considera una tecnología de "espectro ensanchado" porque la señal CDMA se ensancha sobre una cantidad más amplia de ancho de banda de RF que se utiliza generalmente para sistemas de espectro no ensanchado. El ancho de banda de ensanchamiento para un sistema IS-95 es de 1,2288 MHz. Un sistema de telecomunicaciones inalámbrico digital basado en CDMA configurado sustancialmente según la utilización de la norma IS-95 se describe en la patente estadounidense 5.103.450 titulada "SYSTEM AND METHOD FOR GENERATING SIGNAL WAVEFORMS IN A CDMA CELLULAR TELEPHONE SYSTEM", transferida al cesionario de la presente invención.

35 Se anticipa que la demanda de tasas de transmisión más altas será mayor para el enlace directo que para el enlace inverso ya que se espera que un usuario típico reciba más datos que los que genera. La señal de enlace directo es la señal de RF transmitida desde una estación **12** base hasta una o más unidades **10** de abonado. La señal de enlace inverso es la señal de RF transmitida desde una unidad **10** de abonado hasta una estación **12** base.

40 La **figura 2** ilustra el procesamiento de señales asociado al canal de tráfico de enlace directo IS-95, que es una parte de la señal de enlace directo IS-95. El canal de tráfico de enlace directo se utiliza para la transmisión de datos de usuario desde una estación **12** base hasta una unidad **10** de abonado particular. Durante la operación normal, la estación **12** base genera múltiples canales de tráfico de enlace directo, utilizándose cada uno para la comunicación con una unidad **10** de abonado particular. Adicionalmente, la estación **12** base genera diversos canales de control incluyendo un canal piloto, un canal de sincronización y un canal de radiomensajería. La señal de enlace directo es la suma de los canales de tráfico y los canales de control.

45 Tal como se muestra en la **figura 2**, los datos de usuario se introducen en el nodo **30** y se procesan en bloques de 20 milisegundos (ms) denominados tramas. La cantidad de datos en cada trama puede ser uno de cuatro valores siendo cada valor más bajo aproximadamente la mitad del siguiente valor más alto. Además, pueden utilizarse dos posibles conjuntos de tamaños de trama, que se denominan conjunto de tasa de transmisión uno y conjunto de tasa de transmisión dos.

55

Para el conjunto de tasa de transmisión dos, la cantidad de datos contenida en la trama más larga, o “tasa de transmisión completa” corresponde a una tasa de transmisión de 13,35 kilobits por segundo. Para el conjunto de tasa de transmisión uno, la cantidad de datos contenida en la trama de tasa de transmisión completa corresponde a una tasa de transmisión de 8,6 kilobits por segundo. Las tramas de tamaños más pequeños se denominan tramas de media tasa de transmisión, un cuarto de tasa de transmisión y un octavo de tasa de transmisión. Las diversas tramas de datos se utilizan para ajustar los cambios de la actividad de voz que se experimentan durante una conversación normal.

El generador **36** CRC añade datos CRC con la cantidad de datos CRC generados dependiendo del tamaño de trama y el conjunto de tasa de transmisión. El generador **40** de bytes de cola añade ocho bits de cola de estado lógico conocido a cada trama para ayudar durante el proceso de descodificación. Para tramas de tasa de transmisión completa, el número de bits de cola y bits CRC lleva la tasa de transmisión hasta 9,6 y 14,4 kilobits por segundo para el conjunto de tasa de transmisión uno y el conjunto de tasa de transmisión dos.

Los datos del generador **40** de bytes de cola se codifican de manera convolucional por el codificador **42** para generar símbolos **44** de código. Se realiza codificación a  $\frac{1}{2}$  de la tasa de transmisión con longitud 9 de limitación (K).

El eliminador **48** selectivo elimina 2 de cada 6 símbolos de código para las tramas del conjunto de tasa de transmisión dos, lo que reduce eficazmente la codificación realizada a  $\frac{2}{3}$  de la tasa de transmisión. Por tanto, en la salida del eliminador **48** selectivo, los símbolos de código se generan a 19,2 kilosímbolos por segundo (Ksps) para las tramas tanto del conjunto de tasa de transmisión uno como del conjunto de tasa de transmisión dos.

El dispositivo **50** de entrelazado de bloques realiza el entrelazado de bloques en cada trama y los símbolos de código entrelazados se modulan con un código de canal Walsh del generador **54** de código Walsh que genera sesenta y cuatro símbolos Walsh para cada símbolo de código. Se selecciona un código  $W_i$  de canal Walsh de un conjunto de sesenta y cuatro códigos de canal Walsh y se utiliza normalmente durante la duración de una interfaz entre una unidad **10** de abonado particular y una estación **12** base.

Después, se duplican los símbolos Walsh y se modula una copia con un código ( $PN_i$ ) de ensanchamiento PN en fase del generador **52** de código de ensanchamiento, y se modula la otra copia con un código ( $PN_o$ ) de ensanchamiento PN de fase en cuadratura del generador **53** de código de ensanchamiento. Después, los datos en fase se filtran paso bajo por el LPF **58** y se modulan con una señal portadora sinusoidal en fase. De manera similar, los datos de fase en cuadratura se filtran paso bajo por el LPF **60** y se modulan con una portadora sinusoidal de fase en cuadratura. Después, las dos señales portadoras moduladas se suman para formar la señal  $s(t)$  y se transmiten como la señal de enlace directo.

### Sumario de la invención

La presente invención está definida por las reivindicaciones independientes 1 y 6.

La presente invención es un procedimiento novedoso y mejorado para implementar una interfaz aérea de alta tasa de transmisión. Un sistema de transmisión proporciona un conjunto de canal en fase y un conjunto de canal de fase en cuadratura. El conjunto de canal en fase se utiliza para proporcionar un conjunto completo de control de tasa de transmisión media ortogonal y canal de tráfico. El conjunto de canal de fase en cuadratura se utiliza para proporcionar un canal suplementario de alta tasa de transmisión y un conjunto extendido de canales de tasa de transmisión media que son ortogonales entre sí y a los canales de tasa de transmisión media originales. El canal suplementario de alta tasa de transmisión se genera sobre un conjunto de canales de tasa de transmisión media que utilizan un código de canal corto. Los canales de tasa de transmisión media se generan utilizando un conjunto de códigos de canal largo.

### Breve descripción de los dibujos

Las características, objetivos y ventajas de la presente invención serán más evidentes a partir de la descripción detallada expuesta a continuación cuando se toma junto con los dibujos en los que los mismos caracteres de referencia se identifican de manera correspondiente en todos ellos y en los que:

la **figura 1** es un diagrama de bloques de un sistema de telefonía celular;

la **figura 2** es un diagrama de bloques del procesamiento de señales de enlace directo asociado con la norma IS-95;

la **figura 3** es un diagrama de bloques de un sistema de transmisión configurado según una realización de la invención;

la **figura 4** es una lista del conjunto de códigos Walsh de 64 símbolos e índices asociados usados en una realización preferida de la invención;

la **figura 5** es un diagrama de bloques de la codificación de canal realizada según una realización de la invención;

la **figura 6** es un diagrama de bloques de un sistema de recepción configurado según una realización de la invención; y

la **figura 7** es un diagrama de bloques de un sistema de descodificación configurado según una realización de la invención.

## 5 Descripción detallada de las realizaciones preferidas

La **figura 3** es un diagrama de bloques de un sistema de transmisión configurado de una manera compatible con la utilización de la invención. Normalmente, el sistema de transmisión se utilizará para generar la señal de enlace directo en un sistema de telefonía celular y por lo tanto estará incorporado en una estación **12** base. En la configuración ejemplar mostrada, el sistema de transmisión genera una señal de enlace directo que incluye un conjunto completo de canales IS-95, o de tasa de transmisión media, así como un canal suplementario de alta velocidad. Adicionalmente, en la realización descrita, se proporciona un conjunto extendido de canales IS-95. Realizaciones alternativas de la invención podrían proporcionar más de un canal suplementario de alta velocidad o no podrían proporcionar la utilización de un conjunto adicional de canales IS-95 o ambos. Además, aunque se prefiere proporcionar canales IS-95, otras realizaciones de la invención podrían incorporar otros tipos de canales y protocolos de procesamiento.

En la realización ejemplar provista, el sistema de transmisión proporciona un conjunto **90** de canales en fase y un conjunto **92** de canales de fase en cuadratura. El conjunto **90** de canales en fase se utiliza para proporcionar el conjunto completo de canales de tráfico y de control IS-95 ortogonales. Los canales ortogonales no interfieren entre sí cuando se transmiten a través de la misma trayectoria. El conjunto **92** de canales de fase en cuadratura se utiliza para proporcionar un canal suplementario de alta tasa de transmisión y un conjunto extendido de canales IS-95 que son ortogonales entre sí y a los canales IS-95 originales. En la realización preferida de la invención, todas las señales y datos mostrados en la **figura 3** están formados por valores enteros positivos y negativos representados mediante datos digitales binarios o voltajes, que corresponden a un nivel bajo lógico y un nivel alto lógico, respectivamente.

Para el conjunto **90** de canales en fase, el sistema **100** de canales de control IS-95 realiza diversas funciones asociadas con uno de los canales de control IS-95 estándar, incluyendo codificación y entrelazado, cuyo procesamiento se describe en la norma IS-95, incorporado al presente documento por referencia. En este caso, puesto que se utiliza el código de canal Walsh<sub>1</sub>, el procesamiento se realizará según la utilización de un canal de radiomensajería. Los símbolos de código resultantes del sistema **100** de canales de control IS-95 se modulan con un código Walsh del generador **102** Walsh<sub>1</sub> mediante un multiplicador **104**. Los generadores **102** Walsh se utilizan para generar canales en fase ortogonales.

El generador **102** Walsh genera repetidamente un código Walsh de índice 1 (Walsh<sub>1</sub>) a partir de un conjunto de códigos Walsh de índices 0 a 63 (Walsh<sub>0-63</sub>). La **figura 4** es una lista de códigos Walsh de 64 símbolos e índices asociados, utilizados en una realización preferida de la invención. Un elemento de código (*chip*) Walsh corresponde a un símbolo Walsh y un valor de elemento de código Walsh de 0 corresponde a un entero positivo (+) mientras que un valor de elemento de código Walsh de 1 corresponde a un entero negativo (-). Bajo la norma IS-95, el código Walsh<sub>1</sub> corresponde al canal de radiomensajería. Los símbolos Walsh generados por modulación con el código Walsh<sub>1</sub> se ajustan en ganancia por la ganancia **108(2)** de canal.

El canal piloto se genera mediante un ajuste de ganancia de un valor 1 positivo utilizando la ganancia **108(1)** de canal. No se realiza codificación para el canal piloto según la norma IS-95, ya que el código Walsh<sub>0</sub> utilizado para el canal piloto son todos valores 1 positivo, y por lo tanto no equivalente a ninguna modulación.

Los canales de control adicionales se generan de forma similar utilizando sistemas de canales de control IS-95, generadores Walsh adicionales y ganancias de canales adicionales (todos no mostrados). Tales canales de control incluyen una canal de sincronización, que se modula con el código Walsh<sub>32</sub>. El procesamiento asociado con cada tipo de canal de control IS-95 se describe en la norma IS-95.

El procesamiento asociado con uno de los canales de tráfico IS-95 en el conjunto de canales en fase se ilustra con el sistema **110** de canales de tráfico IS-95, que realiza diversas funciones asociadas con un canal de tráfico IS-95 incluyendo codificación convolucional y entrelazado, tal como se describió anteriormente para generar una secuencia de símbolos a 19,2 kilosímbolos por segundo. Los símbolos de código del sistema **110** de canales de tráfico IS-95 se modulan con el código Walsh<sub>63</sub> de 64 símbolos del generador **112** Walsh<sub>63</sub> mediante el multiplicador **114** para generar una secuencia de símbolos a 1,2288 megasímbolos por segundo. Los símbolos Walsh del multiplicador **114** se ajustan en ganancia mediante el ajuste **108(64)** de ganancia.

Las salidas de todos los ajustes de ganancia, incluyendo los ajustes **108(1)-(64)** de ganancia, se suman mediante el sumador **120** generando datos D<sub>i</sub> en fase. Cada ajuste **108** de ganancia aumenta o disminuye la ganancia del canal particular con el que está asociado. El ajuste de ganancia puede realizarse en respuesta a una variedad de factores, incluyendo comandos de control de potencia de la unidad 10 de abonado que procesa el canal asociado o a diferencias en el tipo de datos que se están transmitiendo sobre el canal. Manteniendo la potencia de transmisión de cada canal en el mínimo necesario para la correcta comunicación, se reducen las interferencias y aumenta la

capacidad de transmisión total. En una realización de la invención, los ajustes **108** de ganancia están configurados por un sistema de control (no mostrado) que podría tomar la forma de un microprocesador.

En el conjunto **92** de canales de fase en cuadratura se proporciona, utilizando los sistemas **124** de canales IS-95, un conjunto extendido de  $64 - 2^N$  canales de tráfico IS-95. N es un valor entero basado en el número de canales Walsh asignados al canal suplementario y se describe con mayor detalle a continuación. Cada símbolo de codificación de los sistemas **124(2)** –  $(64 - 2^N)$  de canales IS-95 se modula con un código Walsh de los generadores **126** Walsh mediante los multiplicadores **128**, excepto para el sistema **124(1)** de canales de tráfico IS-95, que se sitúa sobre el canal Walsh<sub>0</sub>, y por tanto no requiere modulación.

Para proporcionar el canal suplementario de alta tasa de transmisión, un sistema **132** de canales suplementarios codifica símbolos a una tasa R<sub>S</sub> de transmisión, que es  $2^N$  veces la de un canal de tráfico IS-95 de tasa de transmisión completa. Cada símbolo de código se modula con un código Walsh suplementario (Walsh<sub>s</sub>) del generador **134** de códigos Walsh suplementarios utilizando el multiplicador **140**. La salida del multiplicador **140** se ajusta en ganancia mediante el ajuste **130** de ganancia. Las salidas del conjunto de ajustes **130** de ganancia se suman por el sumador **150** produciendo datos D<sub>0</sub> de fase en cuadratura. Debe entenderse que el conjunto extendido de canal de tráfico IS-95 podría sustituirse completa o parcialmente con uno o más canales suplementarios adicionales.

El procesamiento realizado por el sistema **132** de canales suplementarios se describe con mayor detalle a continuación. El código Walsh<sub>s</sub> generado por el generador **134** de código Walsh suplementario depende del número de códigos Walsh asignados al canal suplementario de alta tasa de transmisión en el conjunto **92** de canal de fase en cuadratura. En la realización preferida de la invención, el número de canales Walsh asignados para el canal suplementario de alta tasa de transmisión puede ser cualquier valor  $2^N$  donde  $N = \{2, 3, 4, 5, 6\}$ . Los códigos Walsh<sub>s</sub> tienen una longitud de  $64/2^N$  símbolos, en lugar de los 64 símbolos utilizados con los códigos Walsh IS-95. Con el fin de que el canal suplementario de alta tasa de transmisión sea ortogonal a los otros canales de fase en cuadratura con códigos Walsh de 64 símbolos, no pueden utilizarse  $2^N$  de los 64 canales de fase en cuadratura posibles con códigos Walsh de 64 símbolos para los otros canales de fase en cuadratura. La tabla I proporciona una lista de los códigos Walsh<sub>s</sub> posibles para cada valor de N y los conjuntos correspondientes de códigos Walsh asignados de 64 símbolos.

Tabla I.

N	Walsh <sub>i</sub>	Códigos Walsh asignados de 64 símbolos
2	+,+,+,+,+,+,+,+,+,+,+,+,+,+,+	0, 16, 32, 48
	+,-,+,-,+,-,+,-,+,-,+,-,+,-,+,-,+,-	1, 17, 33, 49
	+,+,-,-,+,-,+,-,+,-,+,-,+,-,+,-,-	2, 18, 34, 50
	+,-,-,+,-,+,-,+,-,+,-,+,-,+,-,+,-	3, 19, 35, 51
	+,+,+,-,-,-,+,-,+,-,+,-,-,-,-	4, 20, 36, 52
	+,-,+,-,-,+,-,+,-,+,-,+,-,-,-,+	5, 21, 37, 53
	+,+,-,-,-,+,-,+,-,+,-,-,-,+,-,+	6, 22, 38, 54
	+,-,-,+,-,+,-,+,-,+,-,+,-,+,-,+,-	7, 23, 39, 55
	+,+,+,-,-,+,-,+,-,+,-,-,-,-,-	8, 24, 40, 56
	+,-,+,-,+,-,+,-,+,-,+,-,+,-,+,-,+	9, 25, 41, 57
	+,+,-,-,+,-,+,-,-,-,+,-,+,-,+,-	10, 26, 42, 58
	+,-,-,+,-,+,-,+,-,+,-,+,-,+,-,+,-	11, 27, 43, 59
	+,+,+,-,-,-,+,-,+,-,+,-,+,-,+,-	12, 28, 44, 60
	+,-,+,-,-,+,-,+,-,+,-,+,-,+,-,+,-	13, 29, 45, 61
	+,+,-,-,-,+,-,+,-,+,-,+,-,+,-,-	14, 30, 46, 62
+,-,-,+,-,+,-,+,-,+,-,+,-,+,-,+	15, 31, 47, 63	

(continuación)

N	Walsh <sub>i</sub>	Códigos Walsh asignados de 64 símbolos
3	+,+,+,+,+,+,+	0, 8, 16, 24, 32, 40, 48, 56
	+,-,+,-,+,-,+,-	1, 9, 17, 25, 33, 41, 49, 57
	+,+,-,-,+,-,-	2, 10, 18, 26, 34, 42, 50, 58
	+,-,-,+,-,-,+	3, 11, 19, 27, 35, 43, 51, 59
	+,+,+,-,-,-,-	4,12, 20, 28, 36, 44, 52, 60
	+,-,+,-,-,+,-,+	5,13, 21, 29, 37, 45, 53, 61
	+,+,-,-,-,+,-,+	6, 14, 22, 30, 38, 46, 54, 62
	+,-,-,+,-,+,-,-	7, 15, 23, 31, 39, 47, 55, 63
4	+,+,+,+	0, 4, 8,...,60
	+,-,+,-	1, 5, 9,...,61
	+,+,-,-	2, 6,10,...,62
	+,-,-,+	3, 7,11,...,63
5	+,+	0, 2, 4,...,62
	+,-	1, 3, 5, ...,63
6	+	0,1,2,...,63

- Los signos + y – indican un valor entero positivo o negativo, donde el entero preferido es 1. Como resulta evidente, el número de símbolos Walsh en cada código Walsh<sub>S</sub> varía a medida que N varía y en todos los casos es inferior al número de símbolos en los códigos de canal Walsh IS-95. Por tanto, el canal suplementario se forma utilizando un código de canal Walsh corto y los canales IS-95 se forman utilizando códigos de canal Walsh más largos. Independientemente de la longitud del código Walsh<sub>S</sub>, en la realización descrita de la invención los símbolos se aplican a una tasa de transmisión de 1,2288 Megachips por segundo (Mcps). Por tanto, los códigos Walsh<sub>S</sub> de longitud más corta se repiten más a menudo.
- Los canales D<sub>I</sub> y D<sub>Q</sub> de datos se multiplican de manera más compleja, como el primer término real y el primer término imaginario respectivamente, con códigos PN<sub>I</sub> y PN<sub>Q</sub> de ensanchamiento, como el segundo término real y el segundo término imaginario respectivamente, produciendo un término X<sub>I</sub> en fase (o real) y un término X<sub>Q</sub> de fase en cuadratura (o imaginario). Los códigos PN<sub>I</sub> y PN<sub>Q</sub> de ensanchamiento se generan mediante los generadores 152 y 154 de código de ensanchamiento. Los códigos PN<sub>I</sub> y PN<sub>Q</sub> de ensanchamiento se aplican a 1,2288 Mcps. La ecuación (1) ilustra la multiplicación de complejos realizada.

$$(X_I + jX_Q) = (D_I + jD_Q)(PN_I + jPN_Q) \quad (1)$$

Después, el término X<sub>I</sub> en fase se filtra paso bajo en un ancho de banda de 1,2288 MHz (no mostrado) y se convierte ascendientemente mediante la multiplicación con la portadora COS(ω<sub>C</sub>t) en fase. De manera similar, el término X<sub>Q</sub> de fase en cuadratura se filtra paso bajo en un ancho de banda de 1,2288 MHz (no mostrado) y se convierte ascendientemente mediante la multiplicación con la portadora SEN(ω<sub>C</sub>t) de fase en cuadratura. Los términos X<sub>I</sub> y X<sub>Q</sub> convertidos ascendientemente se suman produciendo la señal s(t) de enlace directo.

La multiplicación de complejos permite que el conjunto 92 de canales de fase en cuadratura permanezca ortogonal al conjunto 90 de canales en fase y que por lo tanto se proporcione, sin añadir interferencia adicional, a los otros canales transmitidos sobre la misma trayectoria con una perfecta recuperación de la fase de receptor. Por tanto, se añade de manera ortogonal, un conjunto completo de sesenta y cuatro canales Walsh<sub>i</sub> al conjunto de canales IS-95 original y este conjunto de canales puede utilizarse para el canal suplementario. Adicionalmente, implementando el canal suplementario en el conjunto 92 de canales de fase en cuadratura ortogonal, una unidad 10 de abonado configurada para procesar la señal de enlace directo IS-95 normal todavía podrá procesar los canales IS-95 dentro

del conjunto **90** de canales en fase, proporcionando por tanto el canal de alta tasa de transmisión mientras que mantiene compatibilidad hacia atrás con sistemas existentes previamente.

Aunque la realización de la invención mostrada en la **figura 3** utiliza un único conjunto de portadoras en fase y de fase en cuadratura para generar el conjunto de canales en fase y de fase en cuadratura, podrían utilizarse conjuntos independientes de sinusoides para generar de manera independiente los conjuntos de canales en fase y de fase en cuadratura, con el segundo conjunto de portadoras desfasado del primer conjunto en  $90^\circ$ . Por ejemplo, los datos  $D_Q$  podrían aplicarse al segundo conjunto de sinusoides de portadora en el que los datos ensanchados (PNI) en fase  $D_Q$  se aplican al  $\text{COS}(\omega_c t - 90^\circ)$  y los datos ensanchados (PNQ) de fase en cuadratura  $D_Q$  se aplican al  $\text{SEN}(\omega_c t - 90^\circ)$ . Después se suman las señales resultantes para producir el conjunto **92** de canales de fase en cuadratura, que a su vez se suman en el conjunto 90 de canales en fase.

La utilización de los canales  $\text{Walsh}_S$  tal como se expone en la tabla I también permite una implementación simplificada del canal suplementario dentro del conjunto **92** de canales de fase en cuadratura. En particular, la utilización de los códigos  $\text{Walsh}_S$  enumerados en la tabla I permite que el canal suplementario utilice todos los subconjuntos de los códigos  $\text{Walsh}_i$  de 64 símbolos sin la necesidad de generar todos y cada uno de esos códigos Walsh.

Por ejemplo, cuando  $N = 5$ , los códigos  $\text{Walsh}_S$  especificados por la tabla I asignan un conjunto de 32 códigos  $\text{Walsh}_i$  de 64 símbolos al canal suplementario. Es decir, todos los códigos Walsh de 64 símbolos de índice par o todos los códigos Walsh de 64 símbolos de índice impar se asignan al canal suplementario. Esto deja los canales de índice impar o de índice par, respectivamente, para implementar el conjunto de canales de tráfico IS-95 extendido. En la **figura 3**, el canal suplementario utiliza los canales impares de código Walsh de 64 símbolos cuando  $\text{Walsh}_S = \{+,-\}$  y los canales pares están disponibles para el conjunto de canales de tráfico IS-95 extendido.

En otro ejemplo, cuando  $N = 4$ , los códigos  $\text{Walsh}_S$  asociados asignan un conjunto de dieciséis códigos  $\text{Walsh}_i$  de 64 símbolos. Esto deja un conjunto de cuarenta y ocho códigos  $\text{Walsh}_i$  restantes para implementar los canales de tráfico IS-95 extendidos o para implementar los canales suplementarios adicionales. En general, la utilización del código  $\text{Walsh}_S$  que se corresponde con un valor  $N$  particular, asigna  $2^N$  códigos  $\text{Walsh}_i$  de 64 símbolos al canal suplementario utilizando un único, y más corto, código  $\text{Walsh}_S$ .

La asignación de todos los subconjuntos de códigos  $\text{Walsh}_i$  utilizando un único código  $\text{Walsh}_S$  se facilita mediante la distribución uniforme de los códigos  $\text{Walsh}_i$  de 64 símbolos dentro del subconjunto. Por ejemplo, cuando  $N = 5$ , los códigos  $\text{Walsh}_i$  están separados por 2, y cuando  $N = 4$  los códigos  $\text{Walsh}_i$  están separados por 4. Solamente proporcionando un conjunto completo de canales **92** de fase en cuadratura para implementar el canal suplementario, puede realizarse la asignación de un gran conjunto de canales  $\text{Walsh}_i$  separados uniformemente y por lo tanto implementarse utilizando un único código  $\text{Walsh}_S$ .

Además, asignando un subconjunto de códigos  $\text{Walsh}_i$  de 64 símbolos utilizando un único código  $\text{Walsh}_S$  más corto, se reduce la complejidad asociada con proporcionar un canal suplementario de alta tasa de transmisión. Por ejemplo, realizar la modulación real utilizando el conjunto de códigos  $\text{Walsh}_i$  de 64 símbolos y sumando los datos modulados resultantes, requeriría un aumento sustancial en los recursos de procesamiento de señales cuando se compara con la utilización del único generador  $\text{Walsh}_S$  utilizado en la implementación de la invención descrita en el presente documento.

Los conjuntos de canales  $\text{Walsh}_i$  separados de manera uniforme no podrían asignarse tan fácilmente si el canal suplementario se colocara en el conjunto **90** de canales en fase del enlace directo IS-95 existente previamente o en los canales en fase o de fase en cuadratura con modulación QPSK. Esto es debido a que ciertos canales  $\text{Walsh}_i$  de sesenta y cuatro símbolos ya están asignados a funciones de control tales como los canales de radiomensajería, piloto y de sincronización en el canal en fase. Por tanto, utilizar un nuevo espacio de código Walsh de fase en cuadratura permite la implementación simplificada del canal suplementario.

Además, la utilización del único código  $\text{Walsh}_S$  mejora el rendimiento del canal suplementario de alta tasa de transmisión ya que se minimiza la varianza en la amplitud del canal suplementario. En la realización descrita en el presente documento, la amplitud se basa simplemente en el entero positivo o negativo asociado con el código  $\text{Walsh}_S$ . Esto se diferencia de realizar la modulación con un conjunto de  $2^N$  códigos Walsh de 64 símbolos, lo que daría como resultado el conjunto de amplitudes  $0, +2, -2, +4, -4, \dots, 2^N$  y  $-2^N$ .

Entre otras mejoras, la reducción de la varianza de la amplitud reduce la proporción de potencia de cresta a potencia media, lo que aumenta el alcance en el que la señal de enlace directo puede recibirse para una potencia de transmisión máxima dada de la estación **12** base o de otro sistema de transmisión de enlace directo.

La **figura 5** es un diagrama de bloques del sistema **132** de canales suplementarios de la **figura 1** cuando se configura según una realización de la invención. Los datos de usuario se reciben por el generador **200** de suma de control CRC que añade información de suma de control a los datos recibidos. En la realización preferida de la invención, los datos se procesan en tramas de 20 ms igual que se realiza para la norma IS-95 y se añaden 16 bits de datos de suma de control. Los bits **202** de cola añaden ocho bits de cola a cada trama. La salida de los bits **202** de cola se recibe a una tasa  $D$  de transmisión de datos por el codificador **204** convolucional que realiza codificación

convolucional a una tasa  $R_c$  de transmisión en cada trama. La tasa  $R_c$  es diferente para diferentes realizaciones de la invención tal como se describe en mayor detalle a continuación.

- 5 El dispositivo **206** de entrelazado de bloques entrelaza los símbolos de código del codificador **204** convolucional y el repetidor **208** repite la secuencia de símbolos de código del dispositivo **206** de entrelazado en una cantidad M de repetición. La cantidad M de repetición varía en diferentes realizaciones de la invención y dependerá normalmente de la tasa  $R_c$  de codificación y de la tasa  $R_s$  de transmisión del canal suplementario (véase la **figura 3**). La cantidad de repetición se trata con mayor detalle a continuación. El mapeador **210** recibe los símbolos de código del repetidor **208** y convierte los ceros lógicos y los unos lógicos en valores enteros negativos y positivos que se transmiten a la tasa  $R_s$  de transmisión del canal suplementario.
- 10 La tabla II proporciona una lista de tasas D de entrada de datos, tasas  $R_c$  de codificación, cantidades M de repetición y tasas  $R_s$  de transmisión de canales suplementarios que pueden utilizarse en diferentes realizaciones de la invención. En algunas realizaciones se utilizan múltiples tasas.

**Tabla II**

Tasa (D) de entrada de codificador convolucional en kbps	(N)	Canales Walsh para canal suplementario ( $2^N$ )	Tasa ( $R_c$ ) de código convolucional	Cantidad (M) de repetición	Símbolos Walsh/ Símbolos de código (W/S)	Bits de entrada de codificador convolucional	Número de bits de canal por trama
38,4	2	4	$\frac{1}{2}$	1	16/1	768	1.536
38,4	3	8	$\frac{1}{4}$	1	8/1	768	3.072
38,4	4	16	$\frac{1}{4}$	2	4/1	768	6.144
38,4	5	32	$\frac{1}{4}$	4	2/1	768	12.288
38,4	6	64	$\frac{1}{4}$	8	1/1	768	24.576
76,8	3	8	$\frac{1}{2}$	1	8/1	1.536	3.072
76,8	4	16	$\frac{1}{4}$	1	4/1	1.536	6.144
76,8	5	32	$\frac{1}{4}$	2	2/1	1.536	12.288
76,8	6	64	$\frac{1}{4}$	4	1/1	1.536	24.576
153,6	4	16	$\frac{1}{2}$	1	4/1	3.072	6.144
153,6	5	32	$\frac{1}{4}$	1	2/1	3.072	12.288
153,6	6	64	$\frac{1}{4}$	2	1/1	3.072	24.576

- 15 Se muestran tres tasas D de entrada de codificador para el canal suplementario: 38,4, 76,8 y 153,6 kilobits por segundo. Para cada una de estas tasas D de entrada de codificador, se proporcionan un conjunto de tasas  $R_c$  de codificador y cantidades M de repetición que consiguen la tasa D de entrada de codificador deseada. Adicionalmente, se proporciona la proporción de símbolos Walsh<sub>s</sub> a símbolos de código, que corresponde a la longitud del código Walsh<sub>s</sub>. Además, se proporciona el número de bits de entrada del codificador por cada 20
- 20 tramas, ya que es el número de símbolos de código transmitidos por trama de 20 ms. La tasa de transmisión de datos real será igual a la tasa D de entrada del codificador menos la sobrecarga necesaria para los bits CRC y los bits de cola y cualquier otra información de control proporcionada. También se contempla la utilización de codificación Reed-Soloman además de, o en lugar de, la codificación de suma de control CRC.

- 25 En general, es deseable utilizar el valor más alto posible de N para el canal suplementario con el fin de ensanchar el canal suplementario sobre el mayor número de canales Walsh<sub>i</sub>. El ensanchamiento del canal suplementario sobre un conjunto mayor de canales Walsh<sub>i</sub> minimiza el efecto de interferencia entre canales entre los dos canales Walsh<sub>i</sub> correspondientes en el conjunto **90** de canales en fase y el conjunto **92** de canales de fase en cuadratura. Esta interferencia entre canales se produce mediante alineación de fase imperfecta experimentada durante el procesamiento de recepción. Ensanchar el canal suplementario sobre un conjunto mayor de canales Walsh<sub>i</sub>, se
- 30 minimiza la cantidad de interferencia entre canales que se experimenta para cualquier canal Walsh<sub>i</sub> particular en el conjunto 90 de canales en fase, ya que la parte del canal suplementario en ese canal Walsh<sub>i</sub> es pequeña. Además,

el ensanchamiento del canal suplementario sobre un conjunto mayor de canales Walsh<sub>i</sub> con una tasa total de transmisión de símbolos de canal mayor permite una diversidad de símbolos superior, lo que mejora el rendimiento en condiciones de desvanecimiento de canal.

5 Cuando el número de canales Walsh que se necesitan para la tasa D de entrada de codificador deseada utilizando codificación de  $\frac{1}{2}$  de tasa de transmisión es inferior al número de canales Walsh disponibles por al menos un factor de dos, se mejora el rendimiento ensanchando la señal sobre mas canales Walsh. La tasa de transmisión de símbolos de canal más alta para el mayor número de canales Walsh se obtiene utilizando un código de  $\frac{1}{4}$  de tasa de transmisión, en lugar de un código de  $\frac{1}{2}$  de tasa de transmisión, o por repetición de secuencias, o ambos. El código de  $\frac{1}{4}$  de tasa de transmisión proporciona ganancia de codificación adicional sobre la de un código de  $\frac{1}{2}$  de transmisión en condiciones de canal benignas o de desvanecimiento y la repetición de secuencias proporciona rendimiento mejorado en condiciones de desvanecimiento de canal debido a la diversidad aumentada.

10 En una realización preferida de la invención, se proporciona un canal suplementario que tiene una tasa de entrada de codificador de 76,8 kilobits por segundo utilizando N = 5, una tasa R<sub>c</sub> de codificador de  $\frac{1}{4}$  y una cantidad de repetición de M = 2. Una implementación de este tipo proporciona tasas de transferencia de datos en el orden de un canal RDSI que incluye suficiente ancho de banda para la señalización. Además, la utilización de N = 5 mantiene 32 canales Walsh<sub>i</sub> adicionales para proporcionar canales IS-95 extendidos.

15 La tasa de transmisión sostenible real del canal suplementario variará dependiendo de una variedad de condiciones del entorno incluyendo la cantidad de multitrayectoria experimentada por la transmisión de enlace directo. La tasa de transmisión suplementaria depende de la cantidad de multitrayectoria porque las señales de enlace directo que llegan a través de diferentes vías ya no son ortogonales y por lo tanto interfieren entre sí. Esta interferencia aumenta con tasas de transmisión aumentadas debido a la potencia de transmisión adicional necesaria. Por tanto, cuanto más interferencia de multitrayectoria se experimenta, menor es la tasa de transmisión sostenible del canal suplementario. Por lo tanto, se prefiere una tasa de transmisión inferior para el canal suplementario para entornos de alta multitrayectoria.

20 En una realización de la invención, se contempla un sistema de control que mide los diversos factores del entorno y que selecciona las características de procesamiento óptimas del canal suplementario. Además, se contempla la utilización de cancelación de señales para eliminar ruido debido a transmisiones multitrayectoria. Un procedimiento y aparato para realizar tal cancelación de ruido se describe en la solicitud de patente de los EE.UU. con n.º de serie 08/518.217, en tramitación, titulada "METHOD AND SYSTEM FOR PROCESSING A PLURALITY OF MULTIPLE ACCESS TRANSMISSIONS" transferida al cesionario de la presente invención e incorporada al presente documento por referencia.

25 La **figura 6** es un diagrama de bloques de un sistema de procesamiento de recepción para procesar el canal suplementario de alta tasa de transmisión según una realización de la invención. Normalmente, el sistema de procesamiento de recepción se implementará en una unidad **10** de abonado de un sistema de telefonía celular.

30 En operación, las señales de RF recibidas por el sistema **300** de antenas se convierten descendentemente con la portadora **302** en fase y la portadora **304** de fase en cuadratura generando muestras R<sub>I</sub> de recepción en fase digitalizadas y muestras R<sub>Q</sub> de recepción de fase en cuadratura. Estas muestras de recepción se proporcionan al módulo de procesador dactilar mostrado y a otros procesadores dactilares (no mostrados) según la utilización de un receptor de barrido. Cada procesador dactilar procesa una instancia de la señal de enlace directo suplementario recibida con cada instancia generada por los fenómenos de multitrayectoria.

35 Las muestras R<sub>I</sub> y R<sub>Q</sub> de recepción en fase y en cuadratura de fase se multiplican con el conjugado complejo de los códigos de ensanchamiento PN generados por el generador **306** de códigos de ensanchamiento en fase y por el generador **308** de códigos de ensanchamiento de fase en cuadratura, produciendo los términos Y<sub>I</sub> e Y<sub>Q</sub> de recepción. Los términos Y<sub>I</sub> e Y<sub>Q</sub> de recepción se modulan con el código Walsh<sub>S</sub> generado por el generador **310** Walsh, y los sumadores **312** suman los datos modulados resultantes sobre el número de símbolos Walsh en el código Walsh<sub>S</sub>. Adicionalmente, los filtros **316** piloto suman y filtran los términos Y<sub>I</sub> e Y<sub>Q</sub> de recepción (calculan su media).

40 Después se multiplican las salidas de los sumadores **312** con el conjugado complejo de los datos piloto de filtro y el término de fase en cuadratura resultante se utiliza en los datos **320** de decisión programada del canal suplementario. Los datos **320** de decisión programada suplementarios pueden combinarse entonces con datos de decisión programada de otros procesadores dactilares (no mostrados) y los datos combinados de decisión programada descodificados.

45 La **figura 7** es un diagrama de bloques de un sistema descodificador utilizado para descodificar los datos **320** suplementarios de decisión programada según una realización de la invención. Los datos de decisión programada se reciben por un acumulador **400** que acumula muestras de los datos de decisión programada mediante la cantidad M de repetición. Después, los datos acumulados se desentrelazan mediante el dispositivo **402** de desentrelazado y se descodifican mediante un descodificador **404** de entramado. Diversos tipos de descodificadores son ampliamente conocidos incluyendo descodificadores de Viterbi.

5 Los datos de usuario de decisión firme del descodificador **404** de entramado se comprueban entonces con los datos de suma de control CRC mediante el sistema **406** de comprobación CRC y los datos de usuario resultantes se transmiten junto con los resultados de comprobación indicando si los datos de usuario eran compatibles con los datos de suma de control. El sistema de procesamiento de recepción o usuario puede determinar entonces si utilizar los datos de usuario basándose en los resultados de suma de control CRC.

10 Por tanto, se ha descrito un sistema de transmisión de alta transmisión de datos particularmente adecuado para su utilización en conjunción con el enlace directo IS-95. La invención puede incorporarse en sistemas de comunicación inalámbrica tanto terrestres como basados en satélites, así como en sistemas de comunicación cableados sobre los que se transmiten señales sinusoidales tales como sistemas de cable coaxial. Además, aunque la invención se describe en el contexto de una señal con un ancho de banda de 1,2288 MHz, la utilización de otros anchos de banda es compatible con la operación de la invención, incluyendo sistemas de 2,5 MHz y 5,0 MHz.

15 De manera similar, aunque la invención se ha descrito utilizando tasas de transmisión del orden de 10 kbps y 70 kbps, puede emplearse la utilización de otras tasas de transmisión de canal. En una realización preferida de la invención, los diversos sistemas descritos en el presente documento están implementados utilizando circuitos integrados de semiconductor acoplados a través de conexiones conductoras, inductivas y capacitivas, cuya utilización es ampliamente conocida en la técnica.

**REIVINDICACIONES**

1.- Un procedimiento de operación de un sistema de comunicación de múltiples canales que utiliza procesamiento de señal de espectro ensanchado de secuencia directa que comprende:

- 5 a) generar una fuente de datos complejos que tiene un término multicanal y un término de canal de tasa de transmisión elevada; en el que dicha etapa de generación comprende las siguientes subetapas:
  - a1) generar un conjunto de canales de tasa de transmisión media en respuesta a un conjunto de fuentes de datos de tasa de transmisión media y un conjunto de códigos de canal largos;
  - a2) generar dicho término multicanal sumando el conjunto de canales de tasa de transmisión media;
  - 10 a3) generar dicho término canal de alta velocidad en respuesta a una fuente de datos de tasa de transmisión elevada y un código de canal corto
- b) generar un código de ensanchamiento complejo que tiene un término en fase y un término en cuadratura de fase;
- c) multiplicar de manera compleja dicha fuente de datos complejos y dicho código de ensanchamiento complejo para obtener un término real y un término imaginario;
- 15 d) modular dicho término real con una portadora en fase; y
- e) modular dicho término imaginario con una portadora en cuadratura de fase

2.- El procedimiento según la reivindicación 1, en el que la etapa de generación de un conjunto de canales de tasa de transmisión media en respuesta a un conjunto de fuentes de datos de tasa de transferencia media y un conjunto de códigos de canal largos, está comprendido por la etapa de modulación de dicho conjunto de fuentes de datos de tasa de transferencia media con dicho conjunto de códigos de canal largos.

3.- El procedimiento según la reivindicación 1, que comprende, además, la etapa de ajuste de la amplitud de dicho conjunto de canales de tasa de transmisión media y dicho canal de tasa de transmisión elevada.

4.- El procedimiento según la reivindicación 1, en el que la etapa de generación de dicho término de canal de tasa de transmisión elevada en respuesta a una fuente de datos de tasa de transmisión elevada y un código de canal corto, está comprendida por la etapa de transmisión de dichos datos de tasa de transmisión elevada sobre un conjunto de canales de tasa de transmisión media.

5.- El procedimiento según la reivindicación 1, que comprende, además:

- 30 generar un segundo conjunto de canales de tasa de transmisión media en respuesta a un segundo conjunto de canales de tasa de transmisión media y un segundo conjunto de códigos de canal largos; y
- sumar dicho segundo conjunto de canales de tasa de transmisión media con dicho término de canal de tasa de transmisión elevada.

6.- Un sistema de comunicación de espectro ensanchado de secuencia directa que comprende:

- 35 un primer modulador de código de canal largo para generar primeros datos de canal en respuesta a primeros datos de usuario;
- un primer modulador de código de canal corto para generar segundos datos de canal en respuesta a segundos datos de usuario;
- un primer dispositivo de ensanchamiento en fase para generar primeros datos en fase en respuesta a dichos primeros datos de canal;
- 40 un segundo dispositivo de ensanchamiento en fase para generar segundo datos en fase en respuesta a dichos segundo datos de canal;
- un primer dispositivo de ensanchamiento en cuadratura de fase para generar primeros datos en cuadratura de fase en respuesta a dichos primeros datos de usuario;
- 45 un segundo dispositivo de ensanchamiento en cuadratura de fase para generar segundo datos en cuadratura de fase en respuesta a dichos segundo datos de usuario;
- un primer sumador para generar un término en fase en respuesta a dichos datos a dichos primeros datos en fase y una instancia invertida de dichos segundos datos de usuarios en cuadratura de fase;
- un segundo sumador para generar un término en cuadratura de fase en respuesta a dichos datos a dichos primeros datos en cuadratura de fase y dichos segundos datos en fase;
- 50 un modulador de senoide de portadora en fase para generar una señal en fase en respuesta a dicho primer término;
- un modulador de senoide de portadora en cuadratura de fase para generar una señal en cuadratura de fase en respuesta a dicho segundo término; y
- 55 un sumador para sumar dicha señal en fase y dicha señal en cuadratura de fase.

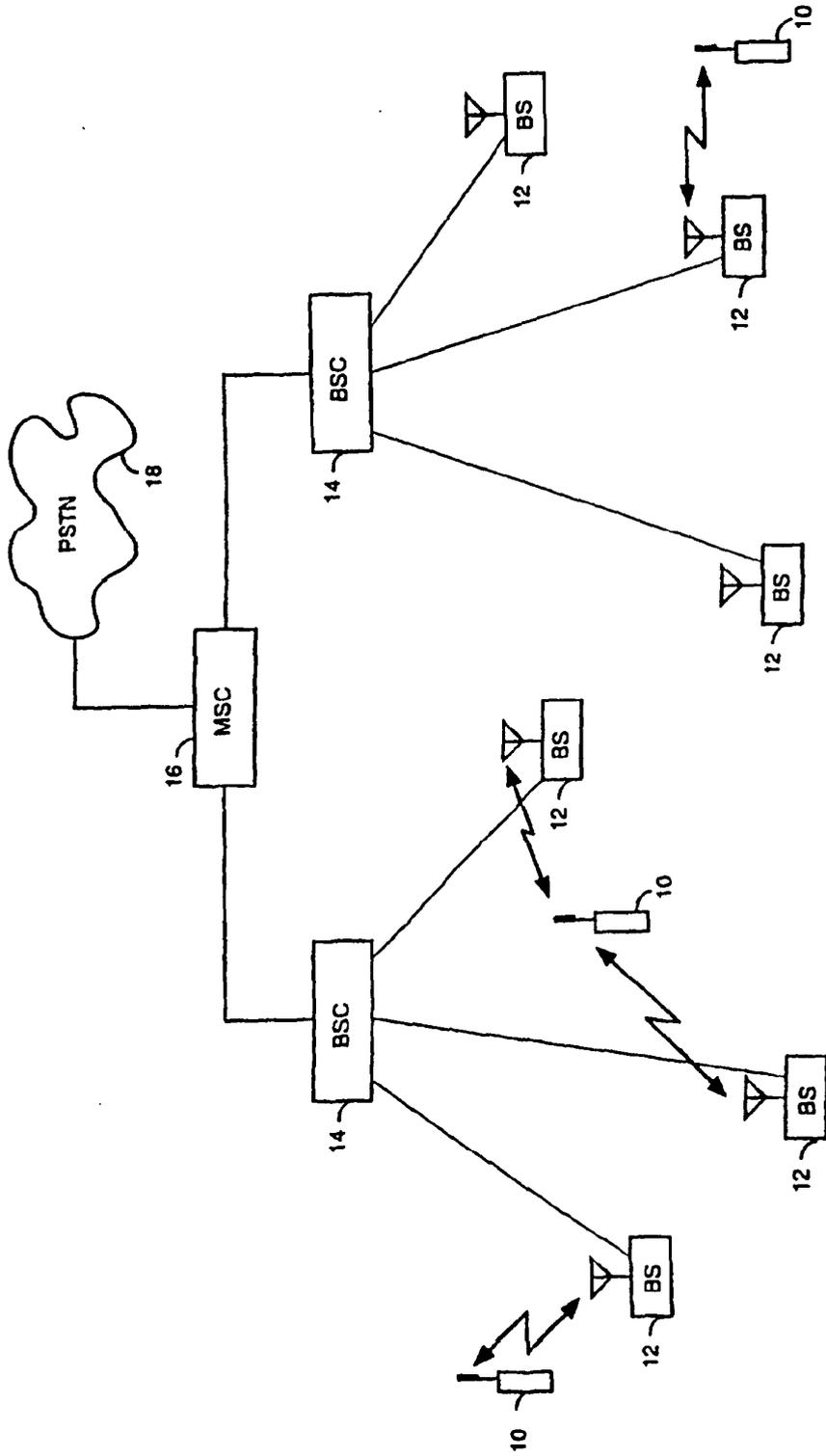


FIG. 1

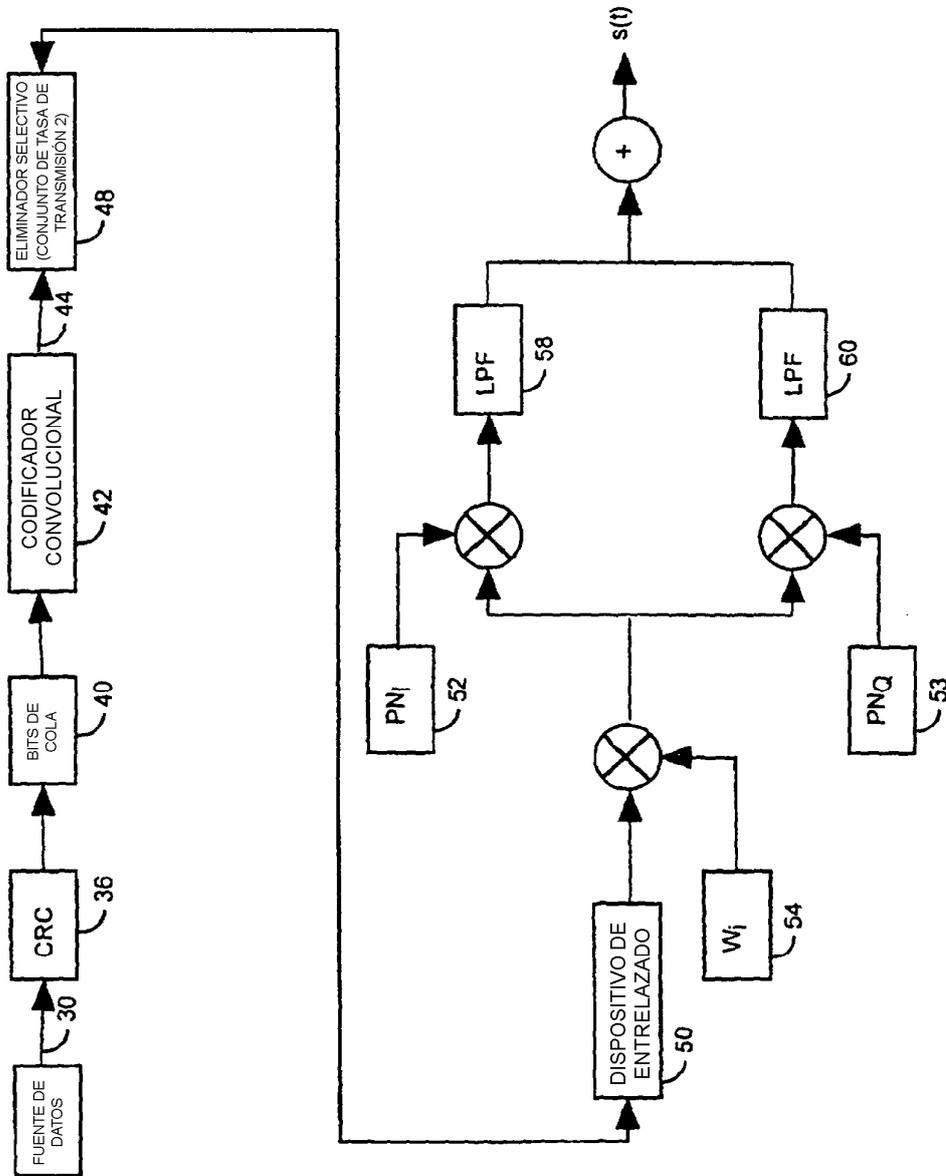


FIG. 2

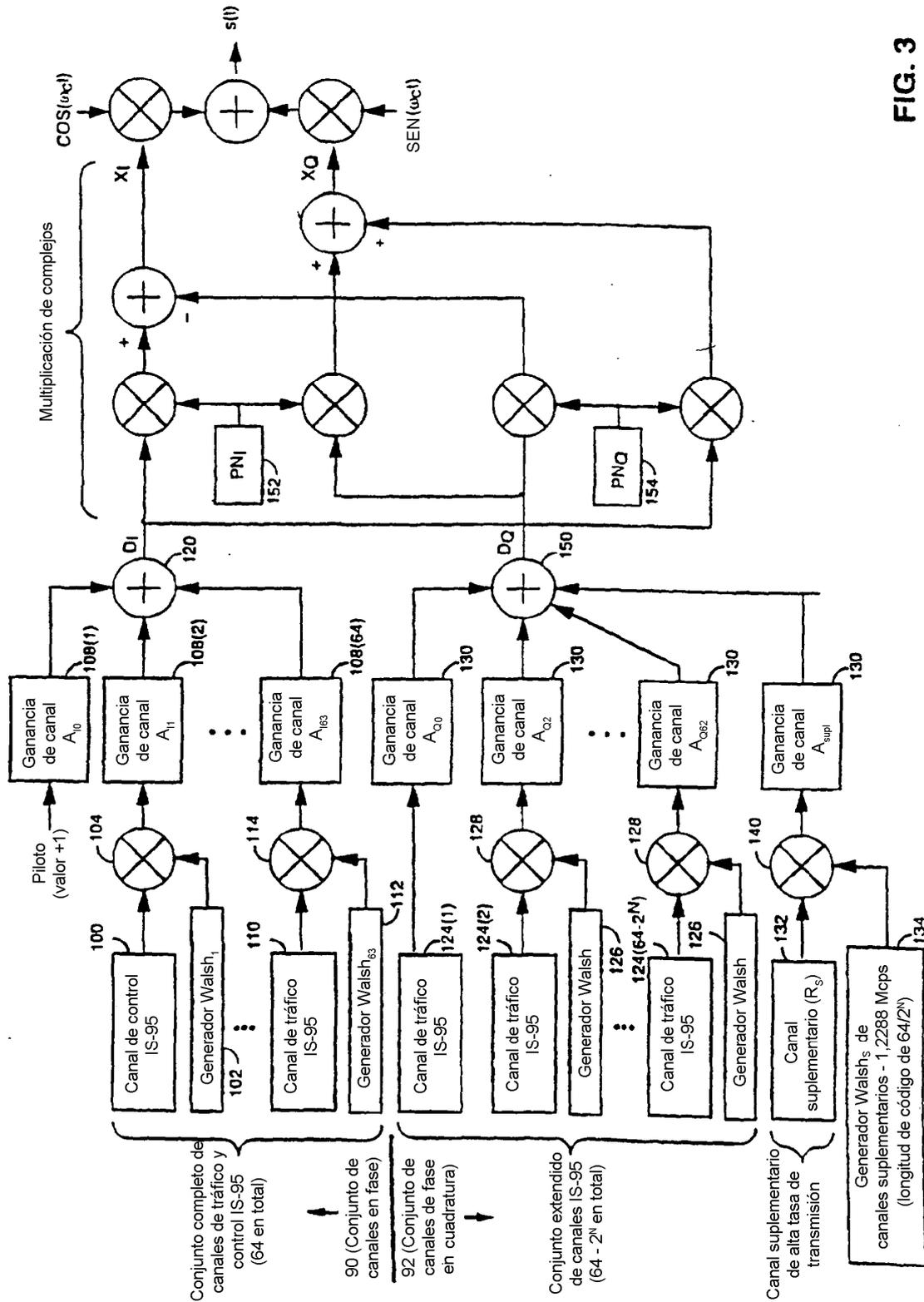


FIG. 3

FIG. 4a

SÍMBOLO DENTRO DE UN ELEMENTO DE CÓDIGO WALSH

	11	1111	1111	2222	2222	2233	3333	3333	4444	4444	4455	5555	6666
0	0123	4567	8901	2345	6789	0123	4567	8901	2345	6789	0123	4567	8901
1	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000
2	0101	0101	0101	0101	0101	0101	0101	0101	0101	0101	0101	0101	0101
3	0011	0011	0011	0011	0011	0011	0011	0011	0011	0011	0011	0011	0011
4	0110	0110	0110	0110	0110	0110	0110	0110	0110	0110	0110	0110	0110
5	0000	1111	0000	1111	0000	1111	0000	1111	0000	1111	0000	1111	0000
6	0101	1010	0101	1010	0101	1010	0101	1010	0101	1010	0101	1010	0101
7	0011	1100	0011	1100	0011	1100	0011	1100	0011	1100	0011	1100	0011
8	0110	1001	0110	1001	0110	1001	0110	1001	0110	1001	0110	1001	0110
9	0000	0000	1111	0000	0000	1111	0000	0000	1111	0000	0000	1111	0000
10	0101	0101	1010	0101	1010	0101	1010	0101	1010	0101	1010	0101	1010
11	0011	0011	1100	0011	1100	0011	1100	0011	1100	0011	1100	0011	1100
12	0110	0110	1001	0110	1001	0110	1001	0110	1001	0110	1001	0110	1001
13	0000	1111	0000	1111	0000	1111	0000	1111	0000	1111	0000	1111	0000
14	0101	1010	0101	1010	0101	1010	0101	1010	0101	1010	0101	1010	0101
15	0011	1100	0011	1100	0011	1100	0011	1100	0011	1100	0011	1100	0011
16	0110	1001	0110	1001	0110	1001	0110	1001	0110	1001	0110	1001	0110
17	0000	0000	0000	1111	1111	1111	0000	0000	0000	1111	1111	1111	0000
18	0101	0101	1010	0101	1010	0101	1010	0101	1010	0101	1010	0101	1010
19	0011	0011	1100	0011	1100	0011	1100	0011	1100	0011	1100	0011	1100
20	0110	0110	1001	0110	1001	0110	1001	0110	1001	0110	1001	0110	1001
21	0000	1111	0000	1111	0000	1111	0000	1111	0000	1111	0000	1111	0000
22	0101	1010	0101	1010	0101	1010	0101	1010	0101	1010	0101	1010	0101
23	0011	1100	0011	1100	0011	1100	0011	1100	0011	1100	0011	1100	0011
	0110	1001	0110	1001	0110	1001	0110	1001	0110	1001	0110	1001	0110

ÍNDICE DE  
SÍMBOLOS  
WALSH

FIG. 4b

SÍMBOLO DENTRO DE UN ELEMENTO DE CÓDIGO WALSH

	0123	4567	8901	1111	2222	2222	2222	2233	3333	3333	3333	4444	4444	4455	5555	5555	6666
24	0000	0000	1111	1111	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000	1111	1111	1111	1111	0000	0000
25	0101	0101	1010	1010	0101	0101	0101	0101	0101	0101	0101	1010	1010	1010	1010	0101	0101
26	0011	0011	1100	1100	0011	0011	0011	0011	0011	0011	0011	1100	1100	1100	1100	0011	0011
27	0110	0110	1001	1001	0110	0110	0110	0110	0110	0110	0110	1001	1001	1001	1001	0110	0110
28	0000	1111	1111	0000	0000	1111	0000	1111	0000	1111	0000	1111	0000	1111	0000	0000	1111
29	0101	1010	1010	0101	0101	0101	0101	0101	0101	0101	0101	1010	1010	1010	1010	0101	1010
30	0011	1100	1100	0011	0011	0011	0011	0011	0011	0011	0011	1100	1100	1100	0011	0011	1100
31	0110	1001	1001	0110	0110	0110	0110	0110	0110	0110	0110	1001	1001	1001	1001	0110	1001
32	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000	1111	1111	1111	1111	1111	1111	1111	1111	1111
33	0101	0101	0101	0101	0101	0101	0101	0101	0101	0101	0101	1010	1010	1010	1010	1010	1010
34	0011	0011	0011	0011	0011	0011	0011	0011	0011	0011	0011	1100	1100	1100	1100	1100	1100
35	0110	0110	0110	0110	0110	0110	0110	0110	0110	0110	0110	1001	1001	1001	1001	1001	1001
36	0000	1111	0000	1111	0000	1111	0000	1111	0000	1111	0000	1111	0000	1111	0000	1111	0000
37	0101	1010	0101	1010	0101	1010	0101	1010	0101	1010	0101	1010	0101	1010	0101	1010	0101
38	0011	1100	0011	1100	0011	1100	0011	1100	0011	1100	0011	1100	0011	1100	0011	1100	0011
39	0110	1001	0110	1001	0110	1001	0110	1001	0110	1001	0110	1001	0110	1001	0110	1001	0110
40	0000	0000	1111	1111	0000	0000	1111	1111	1111	1111	0000	0000	0000	1111	1111	0000	0000
41	0101	0101	1010	1010	0101	0101	0101	0101	0101	0101	0101	1010	1010	1010	1010	0101	0101
42	0011	0011	1100	1100	0011	0011	0011	0011	0011	0011	0011	1100	1100	1100	1100	0011	0011
43	0110	0110	1001	1001	0110	0110	0110	0110	0110	0110	0110	1001	1001	1001	1001	0110	0110
44	0000	1111	1111	0000	0000	1111	1111	0000	1111	0000	1111	0000	1111	1111	0000	0000	1111
45	0101	1010	1010	0101	0101	0101	0101	0101	0101	0101	0101	1010	1010	1010	1010	0101	1010
46	0011	1100	1100	0011	0011	0011	0011	0011	0011	0011	0011	1100	1100	1100	1100	0011	1100
47	0110	1001	1001	0110	0110	0110	0110	0110	0110	0110	0110	1001	1001	1001	1001	0110	1001

ÍNDICE DE  
SÍMBOLOS  
WALSH

FIG. 4c

SÍMBOLO DENTRO DE UN ELEMENTO DE CÓDIGO WALSH

	11	1111	1111	2222	2222	2233	3333	3333	4444	4444	4455	5555	5555	6666		
48	0123	4567	8901	2345	6789	0123	4567	8901	2345	6789	0123	4567	8901	2345	6789	0123
49	0000	0000	0000	1111	1111	1111	1111	1111	1111	1111	0000	0000	0000	0000	0000	0000
50	0101	0101	0101	0101	0101	1010	1010	1010	1010	1010	0101	0101	0101	0101	0101	0101
51	0011	0011	0011	0011	0011	1100	1100	1100	1100	1100	0011	0011	0011	0011	0011	0011
52	0110	0110	0110	0110	0110	1001	1001	1001	1001	1001	0110	0110	0110	0110	0110	0110
53	0000	1111	0000	1111	0000	1111	0000	1111	0000	1111	0000	0000	0000	1111	0000	1111
54	0101	1010	0101	1010	0101	1010	0101	1010	0101	1010	0101	1010	0101	1010	0101	1010
55	0011	1100	0011	1100	0011	1100	0011	1100	0011	1100	0011	1100	0011	1100	0011	1100
56	0110	1001	0110	1001	0110	1001	0110	1001	0110	1001	0110	1001	0110	1001	0110	1001
57	0000	0000	1111	1111	0000	0000	1111	1111	0000	0000	0000	0000	1111	1111	0000	1111
58	0101	0101	1010	1010	0101	0101	1010	1010	0101	0101	1010	1010	0101	0101	1010	1010
59	0011	0011	1100	1100	0011	0011	1100	1100	0011	0011	1100	1100	0011	0011	1100	1100
60	0110	0110	1001	1001	0110	0110	1001	1001	0110	0110	1001	1001	0110	0110	1001	1001
61	0000	1111	0000	1111	0000	0000	1111	1111	0000	0000	1111	0000	1111	1111	0000	0000
62	0101	1010	0101	1010	0101	1010	0101	1010	0101	1010	0101	1010	0101	1010	0101	1010
63	0011	1100	0011	1100	0011	0011	1100	1100	0011	0011	1100	1100	0011	1100	0011	1100
	0110	1001	0110	1001	0110	0110	1001	1001	0110	0110	1001	1001	0110	0110	1001	1001

ÍNDICE DE  
SÍMBOLOS  
WALSH

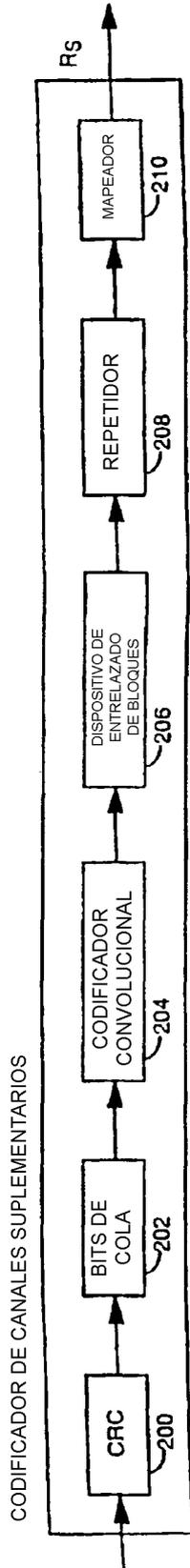


FIG. 5

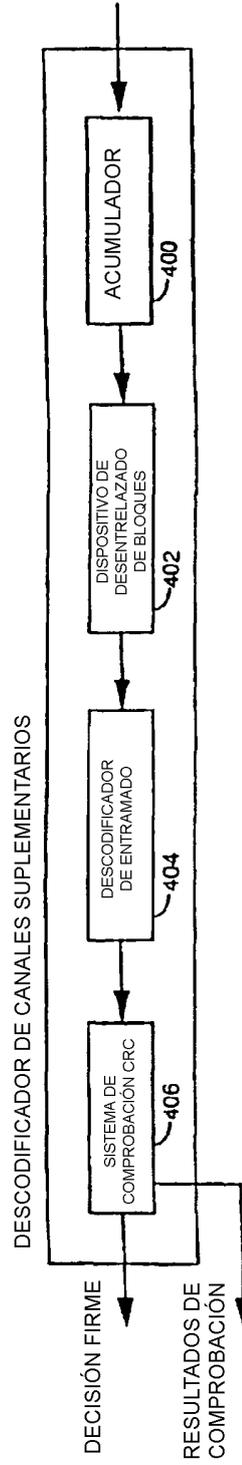


FIG. 7

