



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 342 903**

51 Int. Cl.:
H04J 13/02 (2006.01)
H04B 1/707 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **07017783 .7**
96 Fecha de presentación : **05.07.1995**
97 Número de publicación de la solicitud: **1860811**
97 Fecha de publicación de la solicitud: **28.11.2007**

54 Título: **Método para reducir la interferencia en un receptor CDMA de secuencia directa.**

30 Prioridad: **26.07.1994 US 279477**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
16.07.2010

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
16.07.2010

73 Titular/es:
INTERDIGITAL TECHNOLOGY CORPORATION
3411 Silverside Road
Concord Plaza Suite 105 - Hagley Building
Wilmington, Delaware 19810, US

72 Inventor/es: **Schilling, Donald L.;**
Kowalski, John y
Moshavi, Shimon

74 Agente: **Blanco Jiménez, Araceli**

ES 2 342 903 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

Método para reducir la interferencia en un receptor CDMA de secuencia directa.

5 **Antecedentes de la invención**

Esta invención se refiere a comunicaciones de espectro expandido, y más particularmente a un cancelador de interferencias y método para reducir la interferencia en un receptor de acceso múltiple por división de código de secuencia directa.

10 **Descripción de la técnica relevante**

Los sistemas de comunicación de espectro expandido de acceso múltiple por división de código de secuencia directa tienen limitada su capacidad por la interferencia causada por otros usuarios simultáneos. Esto se complica si no se usa el control adaptativo de potencia o si se usa pero no es perfecto.

El acceso múltiple por división de código está limitado por la interferencia. Cuanto más usuarios estén transmitiendo simultáneamente mayor será la relación de error de bit (BER). Una mayor capacidad requiere codificar la corrección de errores directa (FEC), que a su vez, aumenta la velocidad de datos y limita la capacidad.

20 KAWABE M *ET AL*: "ADVANCED CDMA SCHEME BASED ON INTERFERENCE CANCELLATION" PERSONAL COMMUNICATION - FREEDOM THROUGH WIRELESS TECHNOLOGY, SECAUCUS, NJ., MAYO 18 - 20, 1993, no. CONF. 43, 18 MAYO 1993 (1993-05-18), páginas 338-451, INSTITUTE OF ELECTRICAL AND ELECTRONICS ENGINEERS ISBN: 0-7803-1267-8, describe un esquema de demodulación de CDMA usando de-
 25 tección de correlación y una configuración del cancelador de interferencias correspondiente. El método divulgado en este documento descrito en términos de un algoritmo matemático, comprende obtener una relación de error de bit por detección de correlación y, en un lugar del receptor, proporcionar una estimación de la señal transmitida a partir de los datos de muestreo introducidos en un llamado circuito estimado de la señal de canal, cuya función también es descrita por un algoritmo matemático. El proceso del cálculo de la interferencia se ejecuta de una manera interactiva, obteniéndose los datos demodulados por el cálculo de la interferencia k veces para cada usuario i .

30 **Resumen de la invención**

Un objeto general de la invención es reducir el ruido resultante de las señales de interferencia N-I en un receptor de acceso múltiple por división de código de secuencia directa.

La presente invención, tal y como se realiza y describe ampliamente aquí, provee un cancelador de interferencias de acceso múltiple por división de código (CDMA) de espectro expandido para reducir la interferencia en un receptor CDMA de espectro expandido teniendo N canales. Cada uno de los N canales es procesado en espectro expandido por una señal de código chip distinta. La señal de código chip proviene, preferiblemente, de una secuencia de pseudoruido (PN) distinta, que puede ser generada a partir de una palabra en código chip distinta. El cancelador de interferencias cancela parcialmente N canales CDMA de interferencia y proporciona una mejora a la relación señal a ruido (SNR) de aproximadamente N/PG , donde PG es la ganancia de procesamiento. La ganancia de procesamiento es la relación de la velocidad de chip dividido por la velocidad de bit. Al cancelar o reducir la interferencia, la SNR puede deberse principalmente al ruido térmico y al ruido residual producido por la interferencia. Así, la SNR puede aumentar bajando la BER, lo que reduce la demanda de un codificador/decodificador FEC.

El cancelador de interferencias para un canal particular incluye una pluralidad de medios de desexpansión, una pluralidad de medios de procesamiento en espectro expandido, medios de sustracción y medios de desexpansión de canales. Utilizando una pluralidad de señales de código chip, la pluralidad de medios de desexpansión desexpanden las señales CDMA de espectro expandido como una pluralidad de señales desexpandidas, respectivamente. La pluralidad de medios de procesamiento en espectro expandido usa una versión temporizada de la pluralidad de señales de código chip, para procesar en espectro expandido la pluralidad de señales desexpandidas, respectivamente, con una señal de código chip correspondiente a una respectiva señal desexpandida. La versión temporizada de una señal de código chip puede ser generada retrasando la señal de código chip desde un generador de señales de código chip. Alternativamente, un filtro acoplado puede detectar una secuencia PN particular en la señal CDMA de espectro expandido. Un generador de señales de código chip puede utilizar la señal detectada por el filtro acoplado para activar una versión temporizada de la señal de código chip.

60 Para recuperar un canal CDMA particular usando una $i^{\text{ésima}}$ señal de código chip, el medio de sustracción sustrae de la señal CDMA de espectro expandido cada señal desexpandida procesada en espectro expandido N-1, generando así una señal sustraída. Las N-1 señales desexpandidas procesadas en espectro expandido no incluyen la señal desexpandida procesada en espectro expandido del $i^{\text{ésimo}}$ canal correspondiente a la $i^{\text{ésima}}$ señal de código chip. El medio de desexpansión del canal desexpande la señal sustraída con la $i^{\text{ésima}}$ señal de código chip.

65 La presente invención también incluye un método para reducir la interferencia en un receptor CDMA de espectro expandido teniendo N canales. El método comprende los pasos de desexpandir, utilizando una pluralidad de señales de código chip, la señal de CDMA de espectro expandido como una pluralidad de señales desexpandidas, respectiva-

ES 2 342 903 T3

mente, procesar en espectro expandido, usando una versión temporizada de la pluralidad de señales de código chip, la pluralidad de señales desexpandidas, respectivamente, con una señal de código chip correspondiente a una señal desexpandida respectiva, sustrayendo de la señal CDMA de espectro expandido cada una de las señales desexpandidas procesadas en espectro expandido con las N-1 señales desexpandidas procesadas en espectro expandido sin incluir una señal desexpandida procesada en espectro expandido de los $i^{\text{ésimos}}$ canales generando así una señal sustraída y desexpandiendo la señal sustraída teniendo la $i^{\text{ésima}}$ señal de código chip.

Se indican otros objetos y ventajas de la invención en parte en la siguiente descripción y en parte resultarán evidentes de la lectura de la descripción o pueden ser aprendidas por la puesta en práctica de la invención. También se pueden realizar y conseguir los objetos y ventajas de la invención a través de los medios y combinaciones particularmente señalados en las reivindicaciones anexas.

Descripción breve de los dibujos

Los dibujos adjuntos que se incorporan y forman parte de la memoria descriptiva, ilustran formas de realización preferidas de la invención y sirven, junto con la descripción, para explicar los principios de la invención.

Fig. 1 es un diagrama de bloques del cancelador de interferencias de CDMA de espectro expandido utilizando correladores;

Fig. 2 es un diagrama de bloques del cancelador de interferencias de CDMA de espectro expandido para procesar múltiples canales utilizando correladores;

Fig. 3 es un diagrama de bloques del cancelador de interferencias de CDMA de espectro expandido utilizando filtros acoplados;

Fig. 4 es un diagrama de bloques del cancelador de interferencias de CDMA de espectro expandido para procesar múltiples canales utilizando filtros acoplados;

Fig. 5 es un diagrama de bloques del cancelador de interferencias de CDMA de espectro expandido teniendo múltiples repeticiones para procesar múltiples canales;

Fig. 6 ilustra la característica teórica de funcionamiento para $E_b/\eta = 6$ dB;

Fig. 7 ilustra la característica teórica de funcionamiento para $E_b/\eta = 10$ dB;

Fig. 8 ilustra la característica teórica de funcionamiento para $E_b/\eta = 15$ dB;

Fig. 9 ilustra la característica teórica de funcionamiento para $E_b/\eta = 20$ dB;

Fig. 10 ilustra la característica teórica de funcionamiento para $E_b/\eta = 25$ dB;

Fig. 11 ilustra la característica teórica de funcionamiento para $E_b/\eta = 30$ dB;

Fig. 12 es un diagrama de bloques de canceladores de interferencias conectados.

Fig. 13 es un diagrama de bloques combinando las salidas de los canceladores de interferencias de la Fig. 12;

Fig. 14 ilustra las características de funcionamiento de una simulación para Potencias Iguales asíncronas, $PG = 100$, $E_bN = 30$ dB;

Fig. 15 ilustra las características de funcionamiento de una simulación para Potencias Iguales asíncronas, $PG = 100$, $E_bN = 30$ dB;

Fig. 16 ilustra las características de funcionamiento de una simulación para Potencias Iguales asíncronas, $PG = 100$, $E_bN = 30$ dB; y

Fig. 17 ilustra las características de funcionamiento de una simulación para Potencias Iguales asíncronas, $PG = 100$, $E_bN = 30$ dB.

Descripción detallada de las formas de realización preferidas

Ahora se hace referencia detallada a las presentes formas de realización de la invención, cuyos ejemplos se ilustran en los dibujos anexos, en los que los mismos números de referencia indican los mismos elementos en las distintas vistas.

En la disposición ejemplar mostrada en la Fig. 1 se provee un cancelador de interferencias de acceso múltiple por división de código (CDMA) para reducir la interferencia en un receptor CDMA de espectro expandido teniendo

ES 2 342 903 T3

N canales. La presente invención también funciona en un sistema multiplexado por división de código (CDM) de espectro expandido. En consecuencia, sin particularizar, el término señal CDMA de espectro expandido, como se usa aquí, incluye señales CDMA de espectro expandido y señales CDM de espectro expandido. En un servicio de comunicaciones personal, se puede utilizar el cancelador de interferencias en una estación base o en una unidad remota tal como un microteléfono.

La Fig. 1 ilustra el cancelador de interferencias para el primer canal, definido por la primera señal de código chip. El cancelador de interferencias incluye una pluralidad de medios de desexpansión, una pluralidad de medios de temporización, una pluralidad de medios de procesamiento en espectro expandido, medios de sustracción y primeros medios de desexpansión del canal.

Utilizando una pluralidad de señales de código chip, la pluralidad de medios de desexpansión desexpanden las señales CDMA de espectro expandido recibidas como una pluralidad de señales desexpandidas, respectivamente. En la Fig. 1 se muestra la pluralidad de medios de desexpansión como primer medio de desexpansión, segundo medio de desexpansión hasta enésimo medio de desexpansión. El primer medio de desexpansión incluye un primer correlador, que es realizado, a modo de ejemplo, como un primer mezclador 51, primer generador de señales de código chip 52, y un primer integrador 54. El primer integrador 54 puede ser alternativamente un primer filtro pasa bajo o un primer filtro pasa banda. El primer mezclador 51 se acopla entre la entrada 41 y el primer generador de señales de código chip 52 y el primer integrador 54.

El segundo medio de desexpansión incluye un segundo correlador que es realizado, a modo de ejemplo, como un segundo mezclador 61, segundo generador de señales de código chip 62 y segundo integrador 64. El segundo integrador 64 puede ser alternativamente un segundo filtro pasa bajo o un segundo filtro pasa banda. El segundo mezclador 61 se acopla entre la entrada 41, el segundo generador de señales de código chip 62 y el segundo integrador 64.

El enésimo medio de desexpansión es representado como un enésimo correlador que es mostrado, a modo de ejemplo, como un enésimo mezclador 71 y un enésimo generador de señales de código chip 72 y un enésimo integrador 74. El enésimo integrador 74 puede ser alternativamente un enésimo filtro pasa bajo o un enésimo filtro pasa banda. El enésimo mezclador 71 se acopla entre la entrada 41, el enésimo generador de señales de código chip 72 y el enésimo integrador 74.

Como se conoce muy bien en la técnica, desde el primer hasta el enésimo medio de desexpansión pueden ser realizados como cualquier dispositivo que pueda desexpandir un canal en una señal de espectro expandido.

La pluralidad de medios de temporización puede ser realizada como una pluralidad de dispositivos de retraso 53, 63, 73. Un primer dispositivo de retraso 53 tiene un tiempo de retraso T , que es aproximadamente el mismo que el tiempo de integración T_b del primer integrador 54, o constante de tiempo del primer filtro pasa bajo o primer filtro pasa banda. Un segundo dispositivo de retraso 63 tiene un tiempo de retraso T , que es aproximadamente el mismo que el tiempo de integración T_b del segundo integrador 64, o constante de tiempo del segundo filtro pasa bajo o segundo filtro pasa banda. De forma similar, el enésimo dispositivo de retraso 73 tiene un tiempo de retraso T , que es aproximadamente el mismo que el tiempo de integración T_b del enésimo integrador 74, o constante de tiempo del enésimo filtro pasa bajo o enésimo filtro pasa banda. Generalmente, los tiempos de integración del primer integrador 54, segundo integrador 64 hasta enésimo integrador 74 son iguales. Si se usan filtros pasa bajo, entonces generalmente las constantes de tiempo del primer filtro pasa bajo, segundo filtro pasa bajo hasta enésimo filtro pasa bajo son iguales. Si se usan filtros pasa banda, entonces las constantes de tiempo del primer filtro pasa banda, segundo filtro pasa banda hasta enésimo filtro pasa banda son iguales.

La pluralidad de medios de procesamiento de espectro expandido regenera cada una de las señales desexpandidas como una pluralidad de señales de espectro expandido. La pluralidad de medios de procesamiento en espectro expandido usa una versión temporizada, es decir, una versión retrasada, de la pluralidad de señales de código chip, para procesar en espectro expandido la pluralidad de señales desexpandidas, respectivamente, con una señal de código chip correspondiente a una respectiva señal desexpandida. Se muestra la pluralidad de medios de procesamiento de espectro expandido, a modo de ejemplo, como un primer mezclador de procesamiento 55 y un segundo mezclador de procesamiento 65, hasta un enésimo mezclador de procesamiento 75. El primer mezclador de procesamiento 55 se acopla al primer integrador 54 y, a través de un primer dispositivo de retraso 53 al primer generador de señales de código chip 52. El segundo mezclador de procesamiento 65 se acopla al segundo integrador 64 y, a través del segundo dispositivo de retraso 63, al segundo generador de señales de código chip 62. El enésimo mezclador de procesamiento 75 se acopla al enésimo integrador 74 a través del dispositivo de retraso 73 al enésimo generador de señales de código chip 72.

Para reducir la interferencia a un canal usando una $i^{\text{ésima}}$ señal de código chip de la señal CDMA de espectro expandido, el medio de sustracción sustrae, de la señal CDMA de espectro expandido, cada una de las señales desexpandidas procesadas en espectro expandido $N-1$ que no corresponda al $i^{\text{ésimo}}$ canal. El medio de sustracción genera así una señal sustraída. Se muestra el medio de sustracción como un primer sustractor 150. Se muestra el primer sustractor 150 acoplado a la salida del segundo mezclador de procesamiento 65, hasta el enésimo mezclador de procesamiento 75. Adicionalmente, el primer sustractor 150 se acopla a través de un dispositivo de retraso principal 48 a la entrada 41.

ES 2 342 903 T3

El $i^{\text{ésimo}}$ medio de desexpansión del canal desexpande la señal sustraída con la $i^{\text{ésima}}$ señal de código chip como el $i^{\text{ésimo}}$ canal. Se muestra el primer medio de desexpansión del canal como un primer mezclador de canal 147. El primer mezclador de canal 147 se acopla al primer dispositivo de retraso 53 y al primer sustractor 150. El primer integrador de canal 156 se acopla al primer mezclador de canal 147.

5

El primer generador de señales de código chip 52, el segundo generador de señales de código chip 62, hasta el enésimo generador de señales de código chip 72 genera una primera señal de código chip, una segunda señal de código chip hasta una enésima señal de código chip, respectivamente. El término “señal de código chip” se usa aquí para referirse a la señal de expansión de una señal de espectro expandido, como se conoce muy bien en la técnica. Generalmente la señal de código chip se genera a partir de una secuencia pseudoaleatoria (PN). La primera señal de código chip, la segunda señal de código chip hasta la enésima señal de código chip podrían generarse a partir de una primera secuencia PN, una segunda secuencia PN hasta una enésima secuencia PN, respectivamente. La primera secuencia PN es definida por o generada a partir de una primera palabra de código chip, la segunda secuencia PN es definida por o generada a partir de una segunda palabra de código chip hasta la enésima secuencia PN es definida por o generada a partir de una enésima palabra de código chip. Cada una de la primera palabra de código chip, la segunda palabra de código chip hasta la enésima palabra de código chip es distinta, es decir, diferente la una de la otra. En general, una palabra de código chip puede ser la propia secuencia de una secuencia PN o usada para definir configuraciones para generar la secuencia PN. Las configuraciones podrían ser los reguladores de retraso de los registros de atraso, por ejemplo.

20

Un primer canal de una señal CDMA de espectro expandido recibida en la entrada 41 es desexpandida por el primer mezclador 51 como una primera señal desexpandida, usando la primera señal de código chip generada por el primer generador de señales de código chip 52. La primera señal desexpandida del primer mezclador 51 es filtrada a través del primer integrador 54. El primer integrador 54 integra para un tiempo T_b , la duración de un símbolo tal como un bit. Al mismo tiempo, la primera señal de código chip es retrasada por el tiempo T por el dispositivo de retraso 53. El tiempo de retraso T es aproximadamente igual al tiempo de integración T_b más los retrasos del sistema o de los componentes. Los retrasos de los sistemas o componentes suelen ser pequeños en comparación con el tiempo de integración T_b .

30

La versión retrasada de la primera señal de código chip es procesada con la primera señal desexpandida de la salida del primer integrador 54 utilizando el primer mezclador de desexpansión 55. La salida del primer mezclador de desexpansión 55 es alimentada a los sustractores distintos del primer sustractor 150 para procesar el segundo hasta el enésimo canal de la señal CDMA de espectro expandido.

35

Para reducir la interferencia al primer canal de la señal CDMA de espectro expandido, la señal CDMA de espectro expandido recibida es procesada por el segundo hasta enésimo desexpandidor como sigue. El segundo canal de la señal CDMA de espectro expandido es desexpandido por el segundo medio de desexpansión. En el segundo mezclador 61, una segunda señal de código chip, generada por el segundo generador de señales de código chip 62, desexpande el segundo canal de la señal CDMA de espectro expandido. El segundo canal desexpandido es filtrado a través del segundo integrador 64. La salida del segundo integrador 64 es la segunda señal desexpandida. La segunda señal desexpandida es procesada en espectro expandido por el segundo mezclador de procesamiento 65 por una versión retrasada de la segunda señal de código chip. La segunda señal de código chip es retrasada por el dispositivo de retraso 63. El dispositivo de retraso 63 retrasa la segunda señal de código chip por el tiempo T . El segundo mezclador de canal 65 procesa en espectro expandido una versión temporizada, es decir, versión retrasada, de la segunda señal de código chip con la versión filtrada del segundo canal de espectro expandido del segundo integrador 64. El término “procesamiento en espectro expandido” como se usa aquí incluye cualquier método para generar una señal de espectro expandido mezclando o modulando una señal con una señal de código chip. El procesamiento en espectro expandido se puede hacer por dispositivos de producto, puertas EXCLUSIVE-OR, filtros acoplados o cualquier otro dispositivo o circuito como los que se conocen muy bien en la técnica.

50

De forma similar, el enésimo canal de la señal CDMA de espectro expandido es desexpandido por el enésimo medio de desexpansión. Como consecuencia, la señal CDMA de espectro expandido recibida tiene el enésimo canal desexpandido por el enésimo mezclador 71, mezclando la señal CDMA de espectro expandido con la enésima señal de código chip del enésimo generador de señales de código chip 72. La salida del enésimo mezclador 71 es filtrada a través del enésimo integrador 74. La salida del enésimo integrador 74, que es la enésima señal desexpandida, es una versión desexpandida y filtrada del enésimo canal de la señal CDMA de espectro expandido. La enésima señal desexpandida es procesada en espectro expandido por una versión retrasada de la enésima señal de código chip. La enésima señal de código chip es retrasada por el enésimo dispositivo de retraso 73. El enésimo mezclador de procesamiento 75 procesa en espectro expandido la versión temporizada, es decir, una versión retrasada, de la enésima señal de código chip con la enésima señal desexpandida.

60

En el primer sustractor 150, cada salida del segundo mezclador de procesamiento 65 hasta el enésimo mezclador de procesamiento 75 es sustraída de una versión temporizada, es decir, una versión retrasada, de la señal CDMA de espectro expandido de la salida 41. El retraso de la señal CDMA de espectro expandido es temporizada por el primer dispositivo principal de retraso 48. Generalmente, el retraso del primer dispositivo principal de retraso 48 es el tiempo T , que es aproximadamente igual al tiempo de integración del primer integrador 54 hasta el Enésimo integrador 74.

65

En la salida del primer sustractor 150 se genera una primera señal sustraída. La primera señal sustraída, para el primer canal de la señal CDMA de espectro expandido, es definida aquí como las salidas del segundo mezclador de procesamiento 65 hasta el enésimo mezclador de procesamiento 75, sustraída de la versión retrasada de la señal CDMA de espectro expandido. La segunda señal sustraída hasta la enésima señal sustraída se definen de forma similar.

La versión retrasada de la primera señal de código chip de la salida del primer dispositivo de retraso 53 se usa para desexpandir la salida del primer sustractor 150. En consecuencia, la primera señal sustraída es desexpandida por la primera señal de código chip por el primer mezclador de canal 147. La salida del primer mezclador de canal 147 es filtrada por el primer integrador de canal 147. Esto produce una estimación de salida d_1 del primer canal de la señal CDMA de espectro expandido.

Como se muestra ilustrativamente en la Fig. 2, se puede acoplar una pluralidad de sustractores 150, 250, 350, 450 apropiadamente a la entrada 41 y a un primer mezclador de expansión 55, segundo mezclador de expansión 65, tercer mezclador de expansión hasta un enésimo mezclador de expansión 75 de la Fig. 1. La pluralidad de sustractores 150, 250, 350, 450 también se acopla al dispositivo de retraso principal 48 de la entrada 41. Esta disposición puede generar una primera señal sustraída del primer sustractor 150, una segunda señal sustraída del segundo sustractor 250, una tercera señal sustraída del tercer sustractor 350, hasta una enésima señal sustraída de un enésimo sustractor 450.

Las salidas del primer sustractor 150, segundo sustractor 250, tercer sustractor 350, hasta el enésimo sustractor 450 están cada una acoplada a un respectivo primer mezclador de canal 147, segundo mezclador de canal 247, tercer mezclador de canal 347, hasta enésimo mezclador de canal 447. Cada uno de los mezcladores de canal se acopla a una versión retrasada de la primera señal de código chip, $g_1(t-T)$, segunda señal de código chip, $g_2(t-T)$, tercera señal de código chip, $g_3(t-T)$, hasta enésima señal de código chip, $g_N(t-T)$. Las salidas de cada uno del primer mezclador de canal 147, segundo mezclador de canal 247, tercer mezclador de canal 347, hasta enésimo mezclador de canal 447 se acoplan a un primer integrador de canal 146, segundo integrador de canal 246, tercer integrador de canal 346 hasta enésimo integrador de canal 446, respectivamente. En la salida de cada uno de los integradores de canal se produce una estimación del respectivo primer canal d_1 , segundo canal d_2 , tercer canal d_3 , hasta enésimo canal d_N .

Haciendo referencia a la Fig. 1, se ilustra el uso de la presente invención para el primer canal de la señal CDMA de espectro expandido entendiéndose que el segundo hasta el enésimo canal CDMA funcionan de forma similar. Una señal CDMA de espectro expandido recibida en la entrada 41 es retrasada por el dispositivo de retraso 48 y alimentada al primer sustractor 150. La señal CDMA de espectro expandido tiene el segundo canal hasta el enésimo canal desexpandido por el segundo mezclador 61 usando la segunda señal de código chip hasta el enésimo mezclador 71 usando la enésima señal de código chip. La respectiva segunda señal de código chip hasta enésima señal de código chip son generadas por el segundo generador de señales de código chip 62 hasta el enésimo generador de señales de código chip 72. El segundo canal hasta el enésimo canal son desexpandidos y filtrados por el segundo integrador 64 hasta el enésimo integrador 74, respectivamente. La desexpansión elimina, parcial o completamente, los canales no desexpandidos en las salidas de cada uno del segundo integrador 64 hasta el enésimo integrador 74.

En una forma de realización preferida, cada señal de código chip utilizada para el primer generador de señales de código chip 52, segundo generador de señales de código chip 62 hasta enésimo generador de señales de código chip 72, son ortogonales entre sí. Sin embargo no se requiere el uso de señales de código chip con ortogonalidad para el funcionamiento de la presente invención. Cuando se utilizan señales de código chip ortogonales, las señales desexpandidas tienen el respectivo canal más ruido en la salida de cada uno de los integradores. Con las señales de código chip ortogonales, teóricamente los mezcladores eliminan los canales ortogonales al canal desexpandido. El respectivo canal es procesado en espectro expandido por el respectivo mezclador de procesamiento.

En la salida del segundo mezclador de procesamiento 65 hasta el enésimo mezclador de procesamiento 75 hay una versión nuevamente expandida del segundo canal hasta el enésimo canal, más componentes de ruido contenidos en ella. Cada uno desde el segundo canal hasta el enésimo canal es entonces sustraído de la señal CDMA de espectro expandido recibida por el primer sustractor 150. El primer sustractor 150 produce la primera señal sustraída. La primera señal sustraída es desexpandida por una versión retrasada de la primera señal de código chip por el primer mezclador de canal 147 y filtrada por el primer filtro de canal 146. En consecuencia, antes de desexpandir el primer canal de la señal CDMA de espectro expandido, se sustrae el segundo hasta el enésimo canal más los componentes de ruido alineados con esos canales de la señal CDMA de espectro expandido recibida. Como se muestra ilustrativamente en la Fig. 3 una forma de realización alternativa del cancelador de interferencias CDMA de espectro expandido incluye una pluralidad de primeros medios de desexpansión, una pluralidad de medios de procesamiento en espectro expandido, medios de sustracción y segundos medios de desexpansión. En la Fig. 3 se muestra la pluralidad de medios de desexpansión como primer medio de desexpansión, segundo medio de desexpansión hasta enésimo medio de desexpansión. El primer medio de desexpansión es realizado como un primer filtro acoplado 154. El primer filtro acoplado 154 tiene una respuesta de impulsos acoplada a la primera señal de código chip, que se usa para procesar en espectro expandido y definir el primer canal de la señal CDMA de espectro expandido. El primer filtro acoplado 156 se acopla a la entrada 41.

Se muestra el segundo medio de desexpansión como segundo medio acoplado 164. El segundo filtro acoplado 164 tiene una respuesta de impulsos acoplada a la segunda señal de código chip, que se usa para procesar en espectro expandido y definir el segundo canal de la señal CDMA de espectro expandido. El segundo filtro acoplado 164 se acopla a la entrada 41.

ES 2 342 903 T3

Se muestra el n -ésimo medio de desexpansión como un n -ésimo filtro acoplado 174. El n -ésimo filtro acoplado 154 tiene una respuesta de impulsos acoplada a la n -ésima señal de código chip, que se usa para procesar en espectro expandido y definir el n -ésimo canal de la señal CDMA de espectro expandido. El n -ésimo filtro acoplado se acopla a la entrada 41.

5

El término filtro acoplado, como se usa aquí, incluye cualquier tipo de filtro acoplado que pueda acoplarse a una señal de código chip. El filtro acoplado puede ser un filtro acoplado digital o un filtro acoplado analógico. Se puede usar un dispositivo de onda acústica de superficie (SAW) en una radiofrecuencia (RF) o frecuencia intermedia (IF). Se pueden usar procesadores de señal digitales y circuitos integrados específicos de la aplicación (ASIC) con filtros acoplados a RF, IF o frecuencia de banda base.

10

En la Fig. 3 se muestra la pluralidad de medios de procesamiento de espectro expandido como el primer mezclador de procesamiento 55, el segundo mezclador de procesamiento 65, hasta el n -ésimo mezclador de procesamiento 75. El primer mezclador de procesamiento 55 puede acoplarse a través de un primer dispositivo de ajuste 97 al primer generador de señales de código chip 52. El segundo mezclador de procesamiento 65 puede acoplarse a través de un segundo dispositivo de ajuste 98 al segundo generador de señales de código chip 62. El n -ésimo mezclador de procesamiento 75 puede acoplarse a través del n -ésimo dispositivo de ajuste 73 al n -ésimo generador de señales de código chip 72. El primer dispositivo de ajuste 97, segundo dispositivo de ajuste 98 hasta n -ésimo dispositivo de ajuste 99 son opcionales y se usan como un ajuste para alinear la primera señal de código chip, segunda señal de código chip hasta n -ésima señal de código chip con la primera señal desexpandida, segunda señal desexpandida hasta n -ésima señal desexpandida emitida por el primer filtro acoplado 154, segundo filtro acoplado 164 hasta n -ésimo filtro acoplado 174, respectivamente.

15

20

Se muestra el medio de sustracción como el primer sustractor 150. El primer sustractor 150 es acoplado a la salida del segundo mezclador de procesamiento 65, hasta el n -ésimo mezclador de procesamiento 75. Adicionalmente, el primer sustractor 150 se acopla a través del dispositivo de retraso principal 48 a la entrada 41.

25

Se muestra el primer medio de desexpansión de canal como un primer filtro acoplado de canal 126. El primer filtro acoplado de canal 156 se acopla al primer sustractor 150. El primer filtro acoplado de canal 126 tiene una respuesta de impulsos acoplada a la primera señal de código chip.

30

Un primer canal de una señal CDMA de espectro expandido recibida en la entrada 41 es desexpandida por el primer filtro acoplado 154. El primer filtro acoplado 154 tiene una respuesta de impulsos acoplada a la primera señal de código chip. La primera señal de código chip define el primer canal de la señal CDMA de espectro expandido y es usada por el primer generador de señales de código chip 52. La primera señal de código chip puede ser retrasada por el tiempo de ajuste τ mediante el dispositivo de ajuste 97. La salida del primer filtro acoplado 154 es procesado en espectro expandido por el primer mezclador de procesamiento 55 con la primera señal de código chip. La salida del primer mezclador de procesamiento 55 es alimentada a los sustractores distintos del primer sustractor 150 para procesar el segundo canal hasta el n -ésimo canal de las señales CDMA de espectro expandido.

35

40

Para reducir la interferencia al primer canal de espectro expandido, la señal CDMA de espectro expandido recibida es procesada por el segundo medio de desexpansión hasta el n -ésimo medio de desexpansión como sigue. El segundo filtro acoplado 164 tiene una respuesta de impulsos acoplada a la segunda señal de código chip. La segunda señal de código chip define el segundo canal de la señal CDMA de espectro expandido y es usada por el segundo generador de señales de código chip 62. El segundo filtro acoplado 164 desexpande el segundo canal de la señal CDMA de espectro expandido. La salida del segundo filtro acoplado 164 es la señal desexpandida. La señal desexpandida activa el segundo generador de señales de código chip 62. La segunda señal desexpandida también es procesada en espectro expandido por el segundo mezclador de procesamiento 65 por una versión temporizada de la segunda señal de código chip. La temporización de la segunda señal de código chip activa la segunda señal desexpandida del segundo filtro acoplado 164.

45

50

De forma similar, el n -ésimo canal de la señal CDMA de espectro expandido es desexpandido por el n -ésimo medio de desexpansión. En consecuencia, la señal CDMA de espectro expandido recibida tiene el n -ésimo canal desexpandido por el n -ésimo filtro acoplado 174. La salida del n -ésimo filtro acoplado 74, es la n -ésima señal desexpandida, es decir, una versión desexpandida y filtrada del n -ésimo canal de la señal CDMA de espectro expandido. La n -ésima señal desexpandida es procesada en espectro expandido por una versión temporizada de la n -ésima señal de código chip. La temporización de la n -ésima señal de código chip es activada por la n -ésima señal desexpandida del n -ésimo filtro acoplado 174. El n -ésimo mezclador de procesamiento 75 procesa en espectro expandido la versión temporizada de la n -ésima señal de código chip con la n -ésima señal desexpandida.

55

60

En el primer sustractor 150, cada una de las salidas del segundo mezclador de procesamiento 65 hasta el n -ésimo mezclador de procesamiento 75 son sustraídas de una versión retrasada de la señal CDMA de espectro expandido de la salida 41. El retraso de la señal CDMA de espectro expandido es temporizado por el dispositivo de retraso 48. El tiempo del dispositivo de retraso 48 es configurado para alinear la segunda hasta la n -ésima señales desexpandidas procesadas en espectro expandido para la sustracción de la señal CDMA de espectro expandido. Esto genera en la salida del primer sustractor 150 una primera señal sustraída. La primera señal sustraída es desexpandida por el primer filtro acoplado de canal 126. Esto produce una estimación de salida d_1 del primer canal de la señal CDMA de espectro expandido.

65

ES 2 342 903 T3

Como se ilustra en la Fig. 4, puede acoplarse una pluralidad de sustractores 150, 250, 350, 450 apropiadamente a la salida de un primer mezclador de procesamiento, segundo mezclador de procesamiento, tercer mezclador de procesamiento hasta enésimo mezclador de procesamiento y a un dispositivo de retraso principal de la salida. Una primera señal sustraída es emitida por el primer sustractor 150, una segunda señal sustraída es emitida por el segundo sustractor 250, una tercera señal sustraída es emitida por el tercer sustractor 350, hasta una enésima señal sustraída es emitida por un enésimo sustractor 450.

La salida del primer sustractor 150, segundo sustractor 250, tercer sustractor 350, hasta el enésimo sustractor 450 están cada una acoplada a un respectivo primer filtro acoplado de canal 126, segundo filtro acoplado de canal 226, tercer filtro acoplado de canal 326, hasta enésimo filtro acoplado de canal 426. El primer filtro acoplado de canal 126, segundo filtro acoplado de canal 226, tercer filtro acoplado de canal 326 hasta enésimo filtro acoplado de canal 426 tienen una respuesta de impulso acoplada a la primera señal de código chip, segunda señal de código chip, tercera señal de código chip hasta enésima señal de código chip, definiendo el primer canal, segundo canal, tercer canal hasta enésimo canal, respectivamente, de la señal CDMA de espectro expandido. En cada salida del respectivo primer filtro acoplado de canal 126, segundo filtro acoplado de canal 226, tercer filtro acoplado de canal 326, hasta Enésimo filtro acoplado de canal 426, se produce una estimación del respectivo primer canal d_1 : segundo canal d_2 , tercer canal d_3 , hasta enésimo canal d_n .

En uso, se ilustra la presente invención para el primer canal de la señal CDMA de espectro expandido entendiéndose que el segundo hasta el enésimo canal CDMA funcionan de forma similar. Una señal CDMA de espectro expandido recibida en la entrada 41 es retrasada por el dispositivo de retraso 48 y alimentada al sustractor 150. La misma señal CDMA de espectro expandido tiene el segundo hasta el enésimo canal desexpandido por el segundo filtro acoplado 164 hasta el enésimo filtro acoplado 174. Esta desexpansión elimina los otros canales CDMA del respectivo canal desexpandido. En una forma de realización preferida, cada una de las señales de código chip utilizada para el primer canal, segundo canal, hasta enésimo canal, es ortogonal a las otras señales de código chip. En la salida del primer filtro acoplado 154, segundo filtro acoplado 164 hasta enésimo filtro acoplado 174, están la primera señal desexpandida, segunda señal desexpandida hasta enésima señal desexpandida, más ruido.

El respectivo canal es procesado en espectro expandido por los mezcladores de procesamiento. En consecuencia, en la salida del segundo mezclador de procesamiento 65 hasta el enésimo mezclador de procesamiento 75 hay una versión expandida de la segunda señal desexpandida hasta la enésima señal desexpandida, más componentes de ruido contenidos en ellas. Cada una de las señales desexpandidas en espectro expandido es entonces sustraída de la señal CDMA de espectro expandido recibida por el primer sustractor 150. Esto produce la primera señal sustraída. La primera señal sustraída es desexpandida por el primer filtro acoplado de canal 126. En consecuencia, antes de desexpandir el primer canal de la señal CDMA de espectro expandido, se sustrae el segundo canal hasta el enésimo canal más los componentes de ruido alineados con esos canales de la señal CDMA de espectro expandido recibida.

Como se conoce muy bien en la técnica, se pueden intercambiar los correladores y filtros acoplados para realizar la misma función. Las Figs. 1 y 3 muestran formas de realización alternativas utilizando correladores o filtros acoplados. Las disposiciones se pueden variar. Por ejemplo, la pluralidad de medios de desexpansión puede ser realizada como una pluralidad de filtros acoplados, mientras que el medio de desexpansión de canal puede ser realizado como un correlador. Alternativamente, la pluralidad de medios de desexpansión puede ser una combinación de filtros acoplados y correladores. Asimismo, el medio de procesamiento en espectro expandido puede ser realizado como un filtro acoplado o SAW o como puertas EXCLUSIVE-OR u otros dispositivos para mezclar una señal desexpandida con una señal de código chip. Como se conoce muy bien en la técnica, cualquier desexpandidor de espectro expandido o demodulador puede desexpandir la señal CDMA de espectro expandido. Los circuitos particulares mostrados en la Fig. 1-4 ilustran la invención a modo de ejemplo.

Los conceptos explicados en las Fig. 1-4 pueden repetirse, como se muestra en la Fig. 5. La Fig. 5 ilustra una primera pluralidad de canceladores de interferencias 511, 512, 513, una segunda pluralidad de canceladores de interferencias 521, 522, 523, hasta una enésima pluralidad de canceladores de interferencias 531, 532, 533. Cada pluralidad de canceladores de interferencias incluye elementos apropiados como los que ya se han descrito y haciendo referencia a las Figs. 1-4. La salida es retrasada a través de un dispositivo de retraso en cada cancelador de interferencias.

La señal CDMA de espectro expandido recibida tiene la interferencia cancelada inicialmente por la primera pluralidad de canceladores de interferencias 511, 512, 513, produciendo así un primer conjunto de estimaciones, es decir, una primera estimación d_{11} , una segunda estimación d_{12} , hasta una enésima estimación d_{1N} , del primer canal, segundo canal hasta el enésimo canal, de la señal CDMA de espectro expandido. El primer conjunto de estimaciones puede tener la interferencia cancelada por la segunda pluralidad de canceladores de interferencias 521, 522, 523. El primer conjunto de estimaciones d_{11} , d_{12} , ..., d_{1N} , del primer canal, segundo canal hasta enésimo canal es introducido a la segunda pluralidad de canceladores de interferencias, cancelador de interferencias 521, cancelador de interferencias 522 hasta enésimo cancelador de interferencias 523 de la segunda pluralidad de canceladores de interferencias. La segunda pluralidad de canceladores de interferencias produce así un segundo conjunto de estimaciones, es decir, d_{21} , d_{22} , ..., d_{2N} , del primer canal, segundo canal hasta enésimo canal. De forma similar, el segundo conjunto de estimaciones puede pasar a través de una tercera pluralidad de canceladores de interferencias y por último a través de un $M^{\text{ésimo}}$ conjunto de canceladores de interferencias 531, 532, 533, respectivamente.

ES 2 342 903 T3

La presente invención también incluye un método para reducir la interferencia en un receptor CDMA de espectro expandido teniendo N canales de código chip. Cada uno de los N canales es identificado por una señal de código chip distinta. El método comprende los pasos de desexpandir, utilizando una pluralidad de señales de código chip, la señal CDMA de espectro expandido como una pluralidad de señales desexpandidas, respectivamente. Utilizando una versión temporizada de la pluralidad de señales de código chip, la pluralidad de señales desexpandidas son procesadas en espectro expandido con una señal de código chip correspondiente a una respectiva señal desexpandida. Cada una de las N-1 señales desexpandidas procesadas en espectro expandido es sustraída de la señal CDMA de espectro expandido, con las N-1 señales desexpandidas procesadas en espectro expandido sin incluir una señal procesada en espectro expandido de la $i^{\text{ésima}}$ señal desexpandida, generando así una señal sustraída. La señal sustraída es desexpandida para generar el $i^{\text{ésimo}}$ canal.

La probabilidad de error P_e para el sistema CDMA de espectro expandido de secuencia directa es:

$$P_e = \frac{1}{2} \operatorname{erfc}(\alpha \operatorname{SNR})^h$$

donde erfc es la función de error complementario, SNR es la relación señal a ruido y $1 \leq \alpha \leq 2$. El valor de α depende de cómo se haya diseñado un sistema cancelador de interferencias particular.

La SNR tras la cancelación de interferencia y método viene dado por:

$$\operatorname{SNR} = \frac{(PG/N)^{R+1}}{1 + (PG/N)^{R+1} \frac{1}{E_b/\eta} \frac{1 - (N/PG)^{R+1}}{1 - N/PG}}$$

donde N es el número de canales, PG es la ganancia de procesamiento, R es el número de repeticiones del cancelador de interferencias, E_b es energía por bit de información y η es densidad espectral de potencia de ruido.

La Fig. 6 ilustra la característica de funcionamiento teórica del cancelador de interferencias y método para cuando $E_b/\eta = 6$ dB; Se ilustra la característica de funcionamiento para SNR fuera del cancelador de interferencias, versus PG/N. La curva más baja, para $R = 0$, es el funcionamiento sin el cancelador de interferencias. Las curvas para $R = 1$ y $R = 2$, ilustran una mejor realización por usar una o dos repeticiones del cancelador de interferencias como se muestra en la Fig. 5. Como $PG/N \rightarrow 1$, hay insuficiente SNR para operar. Si $PG \gg N$, entonces la salida SNR del cancelador de interferencias se aproxima a E_b/η . Además, si $(N/PG)^{R+1} \ll 1$, entonces

$$\operatorname{SNR} \rightarrow (E_b/\eta) (1 - N/PG) .$$

La Fig. 7 ilustra la característica de funcionamiento para cuando $E_b/\eta = 10$ dB; la Fig. 7 ilustra que tres repeticiones del cancelador de interferencias puede producir una mejora de 4 dB con $PG/N = 2$.

La Fig. 8 ilustra la característica de funcionamiento para cuando $E_b/\eta = 15$ dB; Con esta relación de energía de bit a ruido, dos repeticiones del cancelador de interferencias puede producir una mejora de 6 dB para $PG/N = 2$.

Fig. 9 ilustra la característica de funcionamiento para cuando $E_b/\eta = 20$ dB. Con esta relación de energía de bit a ruido, dos repeticiones del cancelador de interferencias puede producir una mejora de 6 dB para $PG/N = 2$. De forma similar, las Figs. 10 y 11 ilustran que una repetición del cancelador de interferencias puede producir una mejora superior a 10 dB con $PG/N = 2$.

La presente invención puede extenderse a una pluralidad de canceladores de interferencias. Como se muestra en la Fig. 12, una señal de espectro expandido recibida, $R(t)$, es desexpandida y detectada por el detector CDMA/DS 611. Cada uno de los canales es representado como salidas $O_{01}, O_{02}, O_{03}, \dots, O_{0m}$. Así, cada salida es un canal desexpandido en espectro expandido de una señal de espectro expandido recibida, $R(t)$.

Cada una de las salidas del detector CDMA/DS 611 es pasada a través de una pluralidad de canceladores de interferencias 612, 613, ..., 614, que están conectados en serie. Cada uno de los canales de espectro expandido pasa a través de los procesos de cancelación de interferencias como se ha explicado anteriormente. La entrada de cada cancelador de interferencias es alcanzada muestreando y manteniendo la salida de la etapa anterior una vez por tiempo $t=T+\tau_i$. Este valor se mantiene constante como entrada hasta $t=2T+\tau_i$, en cuyo punto se muestrea el siguiente valor de bit. Así, las formas de onda de la entrada al cancelador de interferencias son estimaciones, $d_i(t+\tau_i)$, de la forma de onda de datos original, $d_i(t+\tau_i)$, y las salidas son segundas estimaciones, $d_i(t+\tau_i)$. Las M salidas de canal de espectro

expandido O_{0i} $i=1, 2, \dots, M$ son pasadas a través del cancelador de interferencias 612 para producir un nuevo conjunto correspondiente de salidas de canal O_{1i} , $i=1, 2 \dots, M$.

5 Como se muestra en la Fig. 13, las salidas de un canal de espectro expandido particular, que son las salidas de cada uno de los canceladores de interferencias, pueden ser combinadas. En consecuencia, el combinador 615 puede combinar la salida del primer canal que es del primer detector 611, y la salida O_{11} del primer cancelador de interferencias 612, y la salida O_{21} del segundo cancelador de interferencias 613, hasta la salida O_{N1} del enésimo cancelador de interferencias 614. Cada salida a combinar es del bit correspondiente. Por consiguiente se introducen "s" retrasos de tiempo de bit para cada O_{s1} . Las salidas combinadas son entonces pasadas a través del dispositivo de decisión 616. Esto se puede hacer para cada canal de espectro expandido y por consiguiente designar las salidas de cada uno de los combinadores 615, 617, 619 como salidas promediadas O_1 para el canal uno, salida promediada O_2 para el canal dos, salida promediada O_M para el canal M. Cada una de las salidas promediadas son pasadas secuencialmente a través del dispositivo de decisión 616, dispositivo de decisión 618 y dispositivo de decisión 620. Preferiblemente, las salidas promediadas tienen el factor multiplicador c_j que puede variar según un diseño particular. En una forma de realización preferida, $c_j = 1/2^j$. Esto permite que las salidas de los distintos canceladores de interferencias sean combinadas de una manera particular.

Las Figs. 14-17 ilustran las características de funcionamiento de simulación para la disposición de las Figs. 12 y 13. Las Figs. 14-17 ilustran un canal asíncrono (los retrasos de tiempo relativos son distribuidos uniformemente entre 0 y tiempo de bit, T), ganancia de proceso 100, todos los usuarios tienen la misma potencia y relación señal térmica a ruido (E_b/N de 30 dB). Se usan códigos Gold con una longitud de 8191 para las secuencias PN.

En la Fig. 14, se muestra la característica de funcionamiento de cada una de las etapas de salida de la Fig. 12. Así, SO representa la realización BER en la salida del detector CDMA/DS 611, S1 representa la realización BER en la salida del cancelador de interferencias 612, S2 representa la realización BER en la salida del cancelador de interferencias 613, etc. No se usa ninguna combinación de las salidas de los canceladores de interferencias para determinar la característica de funcionamiento mostrada en la Fig. 14. En lugar de eso, la característica de funcionamiento sirve para usar repetidamente los canceladores de interferencias. Como guía, en cada una de las siguientes figuras se muestra la salida para cada característica del detector CDMA/DS 611 en cada figura.

La Fig. 15 muestra la característica de funcionamiento cuando se combinan las salidas de los posteriores canceladores de interferencias. Esto se muestra para un canal particular. Así, la curva SO es la salida del detector CDMA/DS 611. La Curva S1 representa el funcionamiento BER del promedio de las salidas del detector CDMA/DS 611 y el cancelador de interferencias 612. Aquí $C_0 = C_1 = 1/2$ $C_j = 0$, j no igual a cero, uno. La Curva S2 representa el funcionamiento BER del promedio de las salidas del cancelador de interferencias CDMA/DS 613 y el cancelador de interferencias 612. La curva S2 se determina utilizando el combinador mostrado en la Fig. 13. Aquí, C_1 y C_2 son configurados igual a $1/2$ y todos los otros C_j configurados a cero. De forma similar, la curva S3 es el funcionamiento de la salida de un segundo y tercer cancelador de interferencias promediadas juntas. Así, la curva S3 es la característica de funcionamiento del promedio entre la salida de un segundo y tercer cancelador de interferencias. La curva S4 es la característica de funcionamiento de la salida promedio de un tercer y cuarto cancelador de interferencias. Solamente se toman dos canceladores de interferencias a la vez para determinar la característica de funcionamiento de una salida promedio de aquellos canceladores de interferencias particulares. La Fig. 16 muestra las salidas regulares para el detector CDMA/DS 611 y un primer y segundo cancelador de interferencias 612, 613. Además, se muestra la salida promedio del detector CDMA/DS 611 y el primer cancelador de interferencias 612 como S1 AVG. Se muestra el funcionamiento BER del promedio de las salidas del primer cancelador de interferencias 612 y el segundo cancelador de interferencias 613 como la salida promedio S2 AVG.

La Fig. 17 muestra la correspondencia de la característica de funcionamiento para aquellas de la Fig. 16, pero en términos de relación señal a ruido en decibelios (dB).

Los expertos en la técnica deducirán que se pueden hacer modificaciones al cancelador de interferencias CDMA de espectro expandido y el método de la presente invención sin salir del alcance de la invención y se entiende que la presente invención cubre las modificaciones y variaciones del cancelador de interferencias CDMA de espectro expandido y método siempre que estén dentro del alcance de las reivindicaciones anexas.

Referencias citadas en la descripción

Esta lista de referencias citadas por el solicitante se ha elaborado únicamente como ayuda para el lector. No forma parte del documento de Patente Europea. Aunque se ha puesto mucha atención en la compilación de las referencias, no se puede evitar incurrir en errores u omisiones, por lo que la OEP declina toda responsabilidad a este respecto.

Literatura no patente citada en la descripción

• ADVANCED CDMA SCHEME BASED ON INTERFERENCE CANCELLATION. KAWABE M *et al.* PERSONAL COMMUNICATION -FREEDOM THROUGH WIRELESS TECHNOLOGY. 18 Mayo 1993, 338-451 [0004]

ES 2 342 903 T3

REIVINDICACIONES

5 1. Método para reducir la interferencia en un receptor CDMA de secuencia directa teniendo N canales, el método comprendiendo:

- 10 a) desexpandir una señal de espectro expandido recibida para cada pluralidad de canales CDMA para producir una primera estimación para cada canal;
- 15 b) para cada canal, expandir la estimación obtenida del paso anterior para todos los otros canales para producir señales expandidas de los otros canales y cancelar parcialmente N-1 canales de interferencia sustrayendo las señales expandidas de los otros canales de la señal recibida y desexpandir el resultado sustraído para producir una siguiente estimación para ese canal;
- 15 c) repetir el paso b) un número seleccionado de veces; y

estando **caracterizado** por:

- 20 d) combinar las estimaciones para cada canal producidas por los pasos a), b) y c) para emitir una señal de canal para cada canal.

25 2. Método según la reivindicación 1 donde el paso d) comprende además para cada canal, sumar las estimaciones producidas por los pasos a), b) y c) para ese canal para emitir la señal de ese canal.

30 3. Método según la reivindicación 2, **caracterizado** por el hecho de que el paso d) comprende además para cada canal, multiplicar cada estimación producida por los pasos a), b) y c) para ese canal por un factor antes de la suma.

35 4. Método según la reivindicación 3, **caracterizado** por el hecho de que para cada canal se multiplica cada estimación siguiente por el factor que tiene un valor que es la mitad del valor del factor para la estimación producida antes que aquella estimación siguiente de ese canal.

40 5. Método según la reivindicación 1 **caracterizado** por el hecho de que el paso d) comprende para cada canal, promediar las estimaciones producidas por los pasos a), b) y c) para ese canal para emitir la señal de ese canal.

45 6. Método según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, **caracterizado** por el hecho de que cada estimación siguiente para cada canal es retrasada con respecto a la estimación producida antes que aquella estimación siguiente para ese canal.

50 7. Método según la reivindicación 5, **caracterizado** por el hecho de que cada estimación siguiente para cada canal es retrasada por un retraso de tiempo de un bit con respecto a la estimación producida antes para ese canal.

55 8. Método según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, **caracterizado** por el hecho de que un número de estimaciones producidas en los pasos a), b) y c) es de dos estimaciones.

60 9. Método según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, **caracterizado** por el hecho de que el paso a) comprende para cada canal:

- 50 generar un código chip asociado a ese canal;
- mezclar el código chip generado con la señal de espectro expandido recibida para desexpandir la señal recibida; e
- 55 integrar un resultado de la mezcla para producir la primera estimación de ese canal.

65 10. Método según la reivindicación 9, **caracterizado** por el hecho de que el paso b) comprende para cada canal:

- 60 mezclar el código chip de ese canal con la estimación del paso anterior de ese canal para expandir la estimación anterior de ese canal;
- mezclar el resultado sustraído de ese canal con el código chip de ese canal; e
- 65 integrar el resultado sustraído mezclado de ese canal para producir la siguiente estimación de ese canal.

ES 2 342 903 T3

11. Método según la reivindicación 10, **caracterizado** por el hecho de que el paso b) comprende además para cada canal, retrasar el código chip de ese canal utilizado en el paso anterior; donde el código chip retrasado de ese canal es mezclado con la estimación del paso anterior de ese canal y con el resultado sustraído mezclado de ese canal.
- 5 12. Método según la reivindicación 1, **caracterizado** por el hecho de que el paso b) comprende además retrasar la señal recibida antes de la sustracción.
- 10 13. Método según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, **caracterizado** por el hecho de que el paso a) comprende además para cada canal una filtración acoplada con una respuesta de impulsos acoplada a un código chip asociado a ese canal para producir la primera estimación de ese canal.
14. Método según la reivindicación 13, **caracterizado** por el hecho de que el paso b) comprende para cada canal:
- 15 generar un código chip asociado a ese canal basado en parte en la primera estimación de ese canal;
- mezclar el código chip de ese canal con la estimación del paso anterior de ese canal para expandir la estimación anterior de ese canal; y
- 20 hacer una filtración acoplada con una respuesta de impulsos acoplada al código chip de ese canal para producir la estimación siguiente de ese canal.
15. Método según la reivindicación 14, **caracterizado** por el hecho de que el paso b) comprende además para cada canal, retrasar el código chip generado de ese canal; donde el código chip retrasado de ese canal es mezclado con la estimación del paso anterior de ese canal.
16. Método según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 15, **caracterizado** por el hecho de que el paso c) comprende además para cada canal muestrear y mantener la estimación siguiente de ese canal antes de cada repetición.
- 30 17. Método según la reivindicación 16, **caracterizado** por el hecho de que para cada canal la estimación siguiente de ese canal es muestreada y mantenida durante el tiempo de un bit.
18. Método según cualquiera de las reivindicaciones 1a 17, **caracterizado** por el hecho de que se usan códigos Gold para producir las señales de canal de espectro expandido.
- 35 19. Aparato cancelador de interferencias para reducir interferencias en un receptor CDMA de espectro expandido teniendo N canales, comprendiendo medios (611) para desexpandir una señal de espectro expandido recibida para cada pluralidad de canales CDMA para producir una primera estimación de una serie de estimaciones para cada canal; y medios (612, 613, 614) para producir el resto de estimaciones de la serie para cada canal mediante la repetición un número seleccionado de veces, la expansión de una estimación anterior para todos los otros canales para producir señales expandidas de los otros canales y la cancelación parcial de N-1 canales de interferencia sustrayendo las señales expandidas de los otros canales de la señal recibida y desexpandiendo el resultado sustraído para producir una estimación siguiente para ese canal y **caracterizado** por medios (615, 616, 617, 618, 619, 620) para combinar la serie de estimaciones para cada canal para emitir una señal de canal para cada canal.
- 45 20. Aparato cancelador según la reivindicación 19, **caracterizado** por el hecho de que para cada canal se multiplica cada estimación siguiente por el factor que tiene un valor que es la mitad del valor del factor para la estimación anterior de ese canal.
- 50 21. Aparato cancelador según la reivindicación 19 ó 20, **caracterizado** por el hecho de que el medio (612, 613, 614) para producir el resto de estimaciones comprende un cancelador de interferencias para cada estimación restante de todos los canales.
- 55 22. Aparato cancelador según una del as reivindicaciones 19 a 21, **caracterizado** por el hecho de que el medio (612, 613, 614) para producir el resto de estimaciones tiene entradas configuradas para recibir una estimación para cada canal y comprende para cada canal:
- 60 un mezclador (55, 65, 75) para mezclar el código chip de ese canal con la estimación introducida de ese canal para expandir ese canal;
- un sustractor (150, 250, 350, 450) teniendo entradas configuradas para recibir todos los otros canales expandidos y sustraer los otros canales expandidos de la señal expandida recibida;
- 65 un mezclador (147, 247, 347, 447) para mezclar el resultado sustraído de ese canal con el código chip de ese canal; y

ES 2 342 903 T3

un integrador (146, 246, 346, 446) para integrar el resultado sustraído mezclado de ese canal para producir otra estimación en la serie para ese canal.

5 23. Aparato cancelador según la reivindicación 22, **caracterizado** por el hecho de que para cada canal hay un dispositivo de retraso (53, 63,73) para retrasar el código chip generado de ese canal; donde el código chip retrasado de ese canal es mezclado con la estimación introducida de ese canal para expandir ese canal.

10 24. Aparato cancelador según una de las reivindicaciones 19 a 23, **caracterizado** por el hecho de que el medio (612, 613, 614) para producir el resto de estimaciones comprende para cada canal:

15 un generador de código chip (52, 62, 72) teniendo una entrada configurada para recibir una estimación anterior en la serie de ese canal para generar un código chip de ese canal; un mezclador (55, 65, 75) teniendo una primera entrada configurada para recibir el código chip generado y una segunda entrada configurada para recibir la estimación anterior en la serie de ese canal;

20 un sustractor (150, 250, 350, 450) teniendo entradas configuradas para recibir todos los otros canales nuevamente expandidos y sustraer los otros canales expandidos de la señal recibida; y

un filtro acoplado (126, 226, 326, 426) acoplado a dicho sustractor y teniendo una respuesta de impulsos acoplada al código chip de ese canal y emitir la estimación siguiente de ese canal.

25 25. Aparato cancelador según la reivindicación 24, **caracterizado** por el hecho de que el medio (612, 613, 614) para producir las estimaciones restantes comprende además para cada canal, un dispositivo de retraso (97, 98, 99) para retrasar el código chip generado de ese canal acoplado a la primera salida del mezclador.

30 26. Aparato cancelador según la reivindicación 21, también **caracterizado** por un medio (612, 613, 614) para producir las estimaciones restantes teniendo una pluralidad de entradas para recibir la estimación anterior y que son muestreadas y mantenidas durante el tiempo de un bit antes de ser introducidas en ese medio (612, 610, 613, 614) para producir las estimaciones restantes.

35

40

45

50

55

60

65

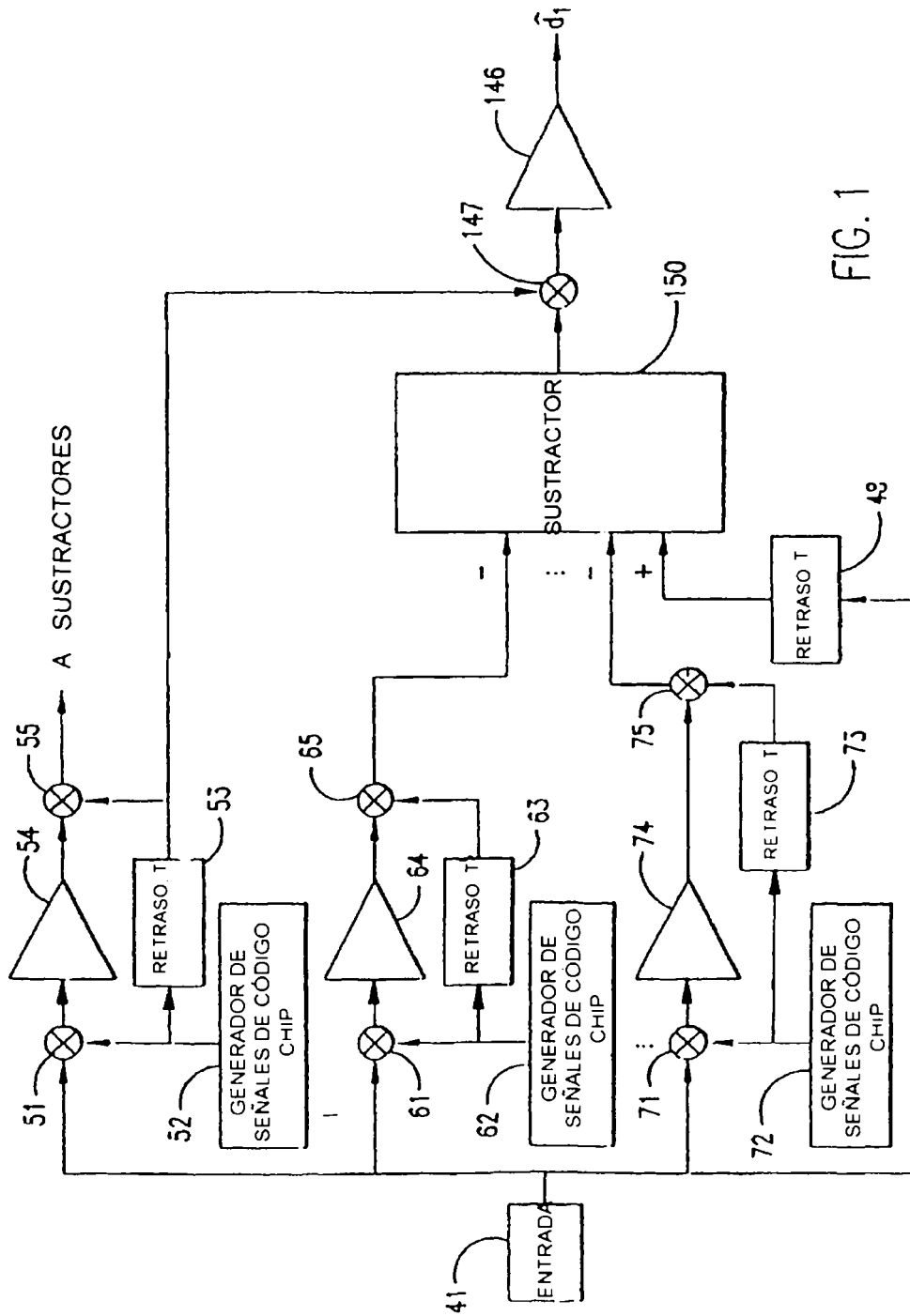


FIG. 1

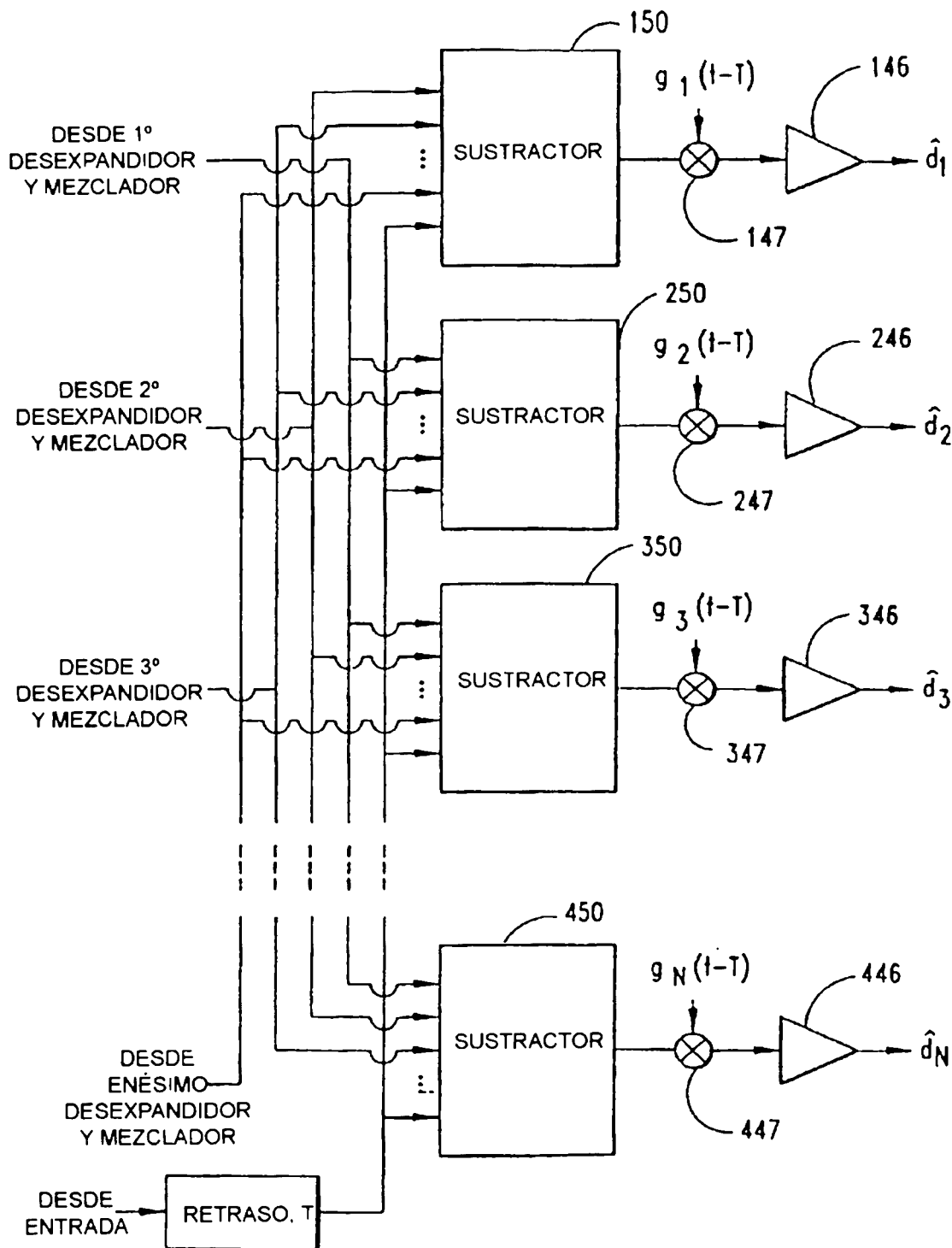


FIG. 2

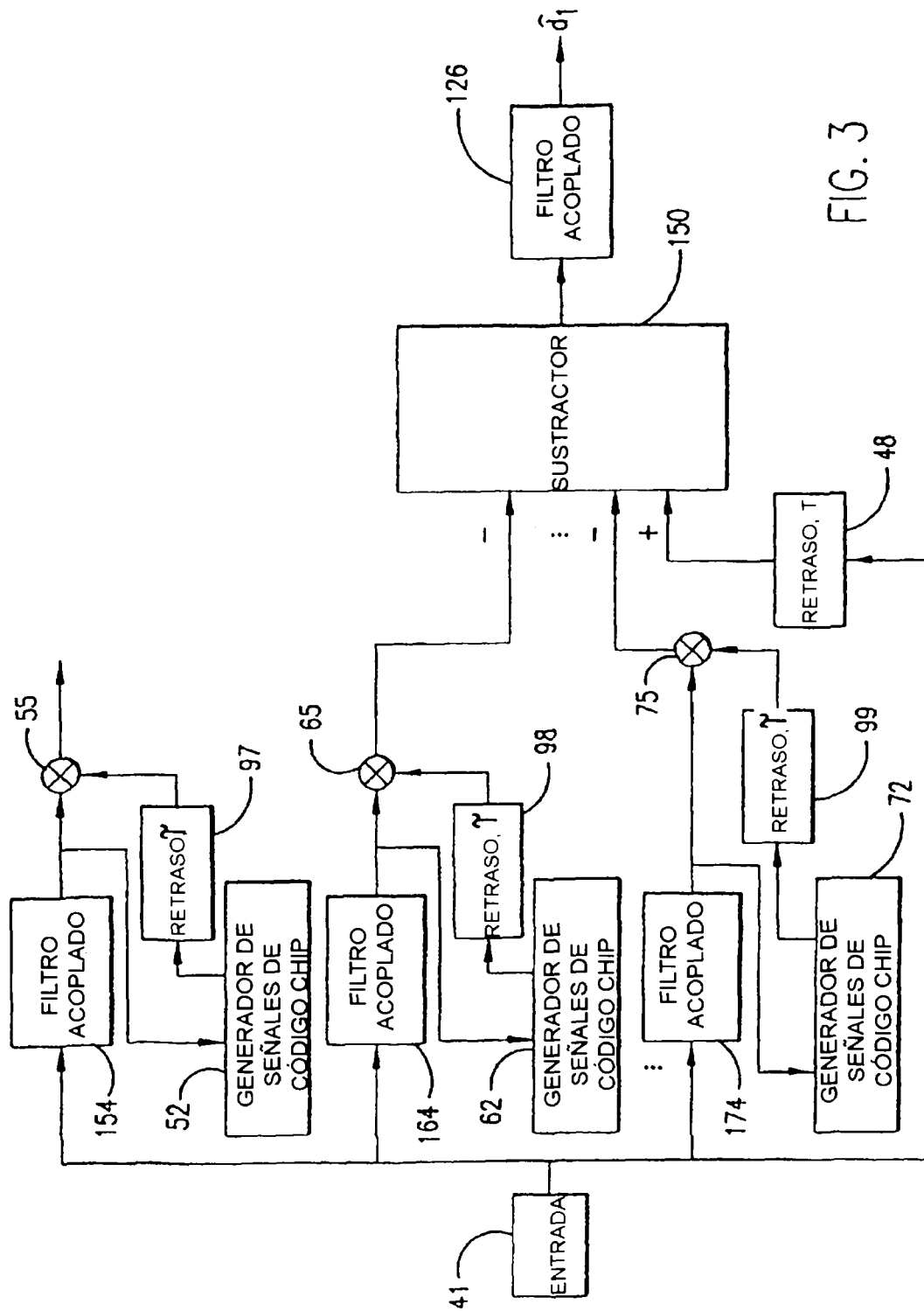


FIG. 3

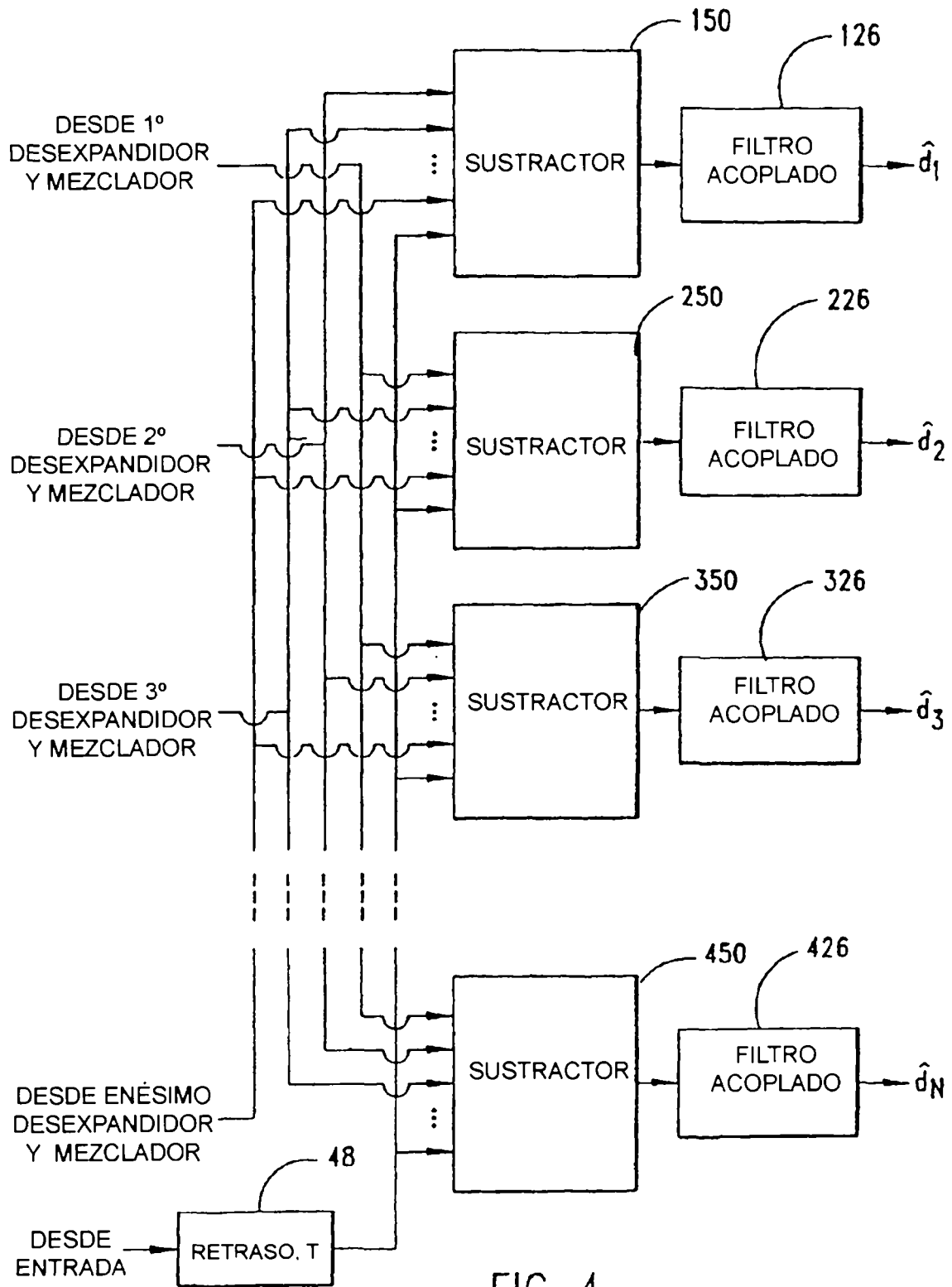


FIG. 4

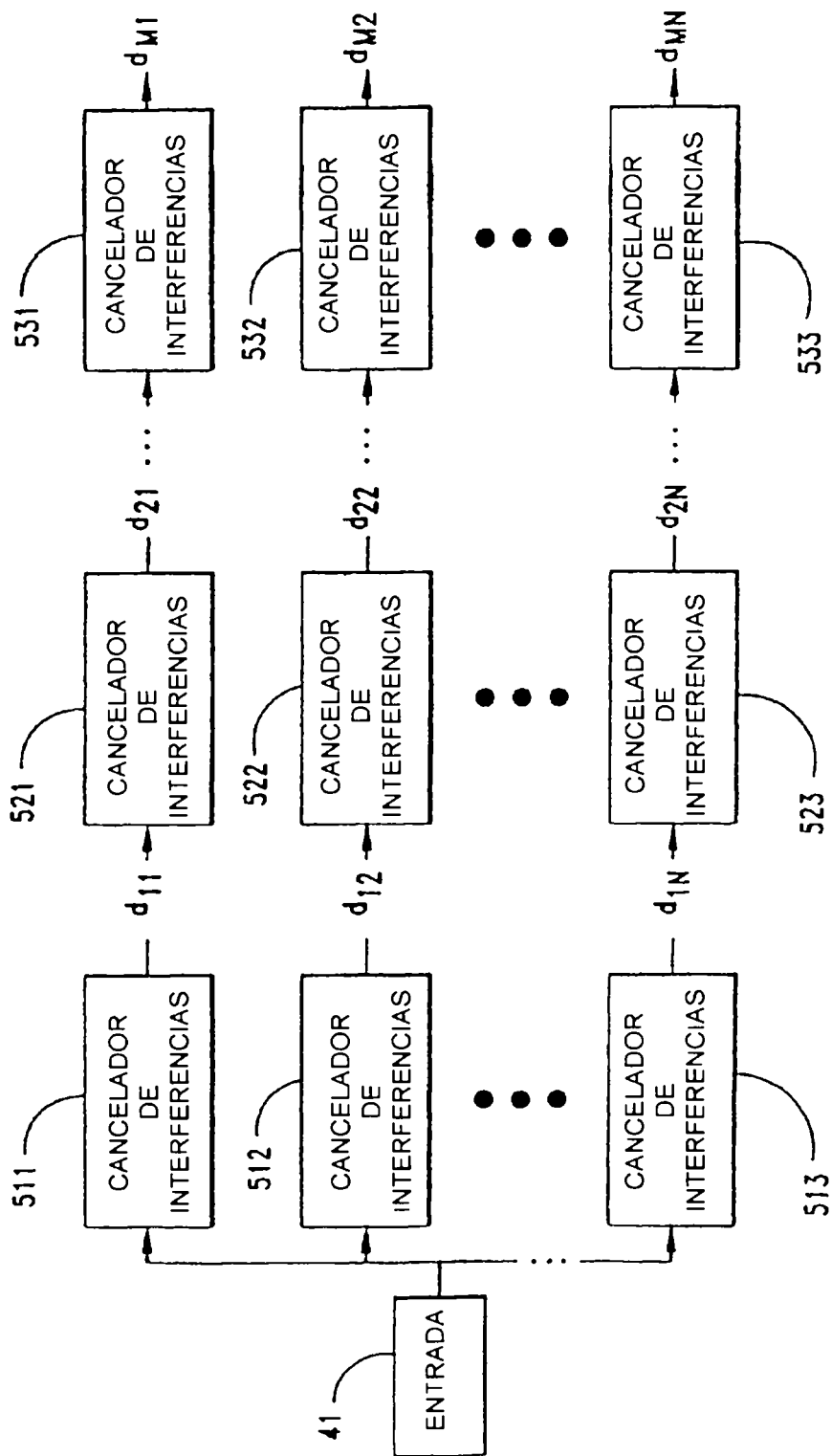


FIG. 5

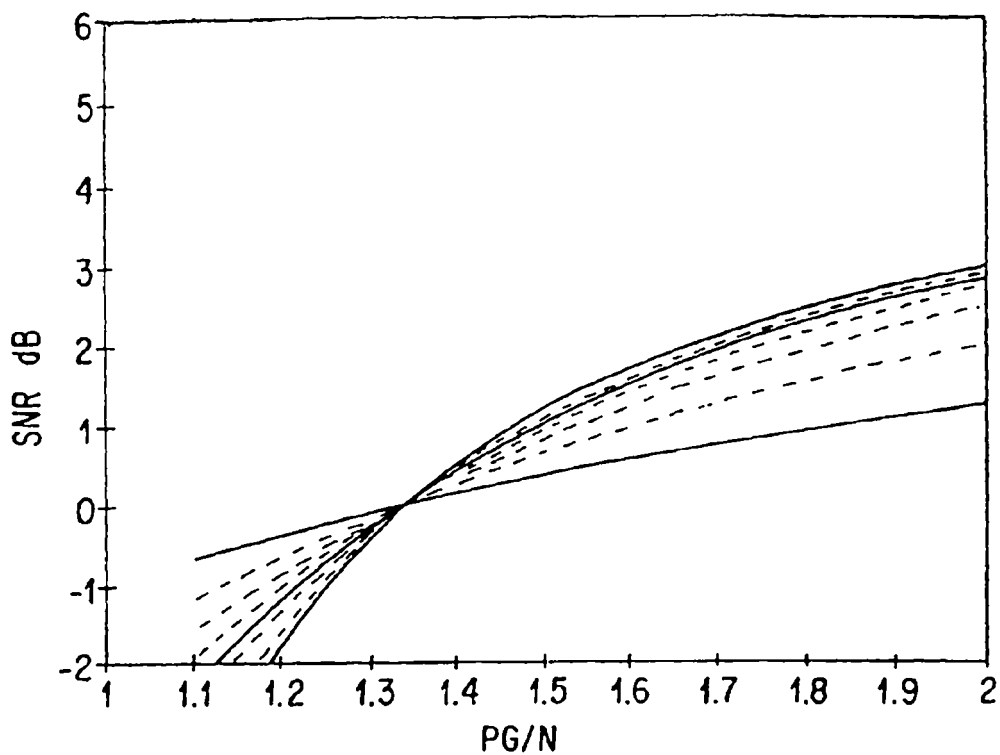


FIG.6

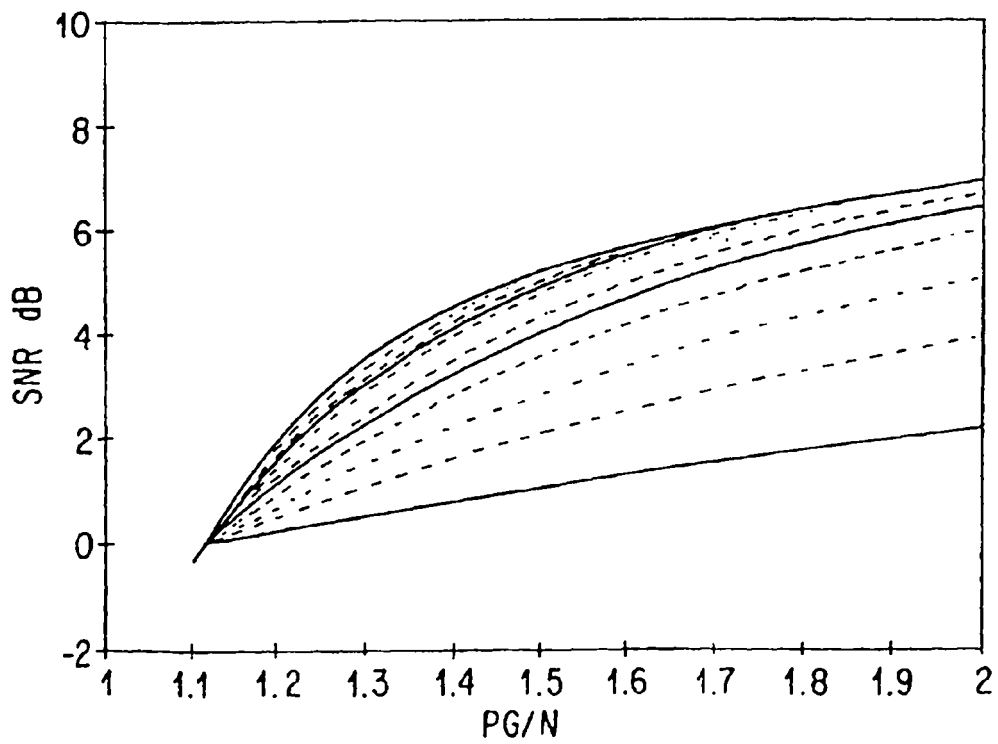


FIG.7

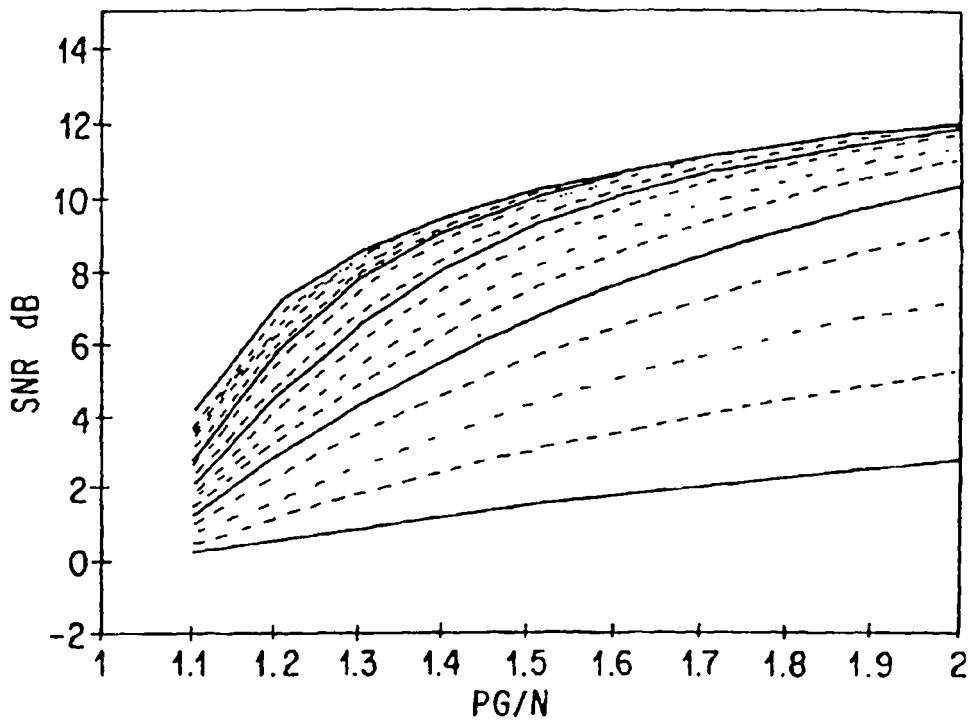


FIG. 8

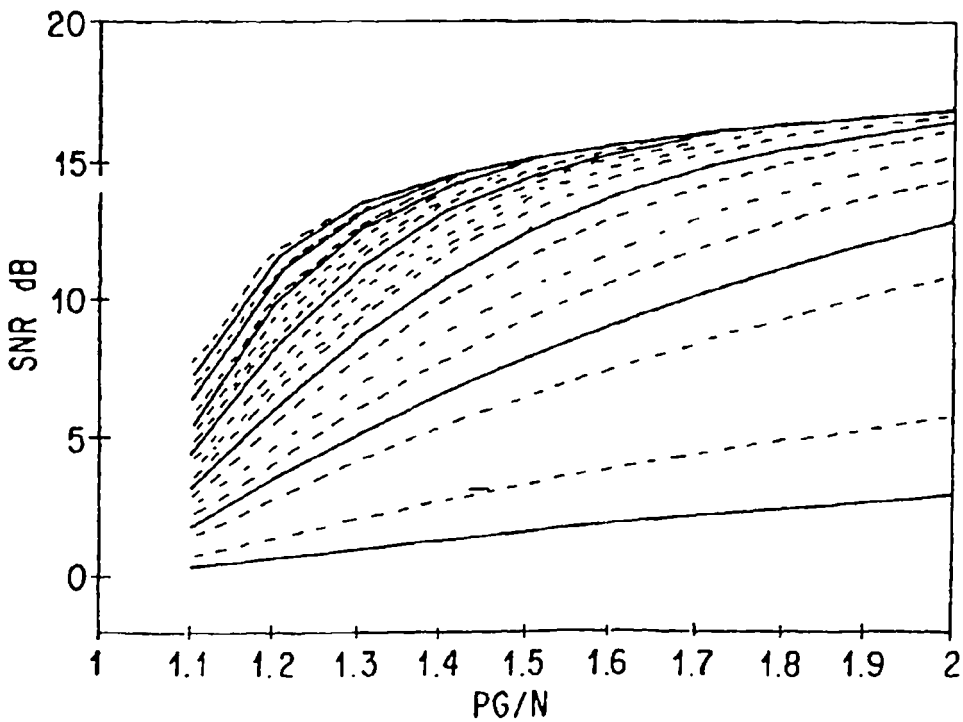


FIG. 9

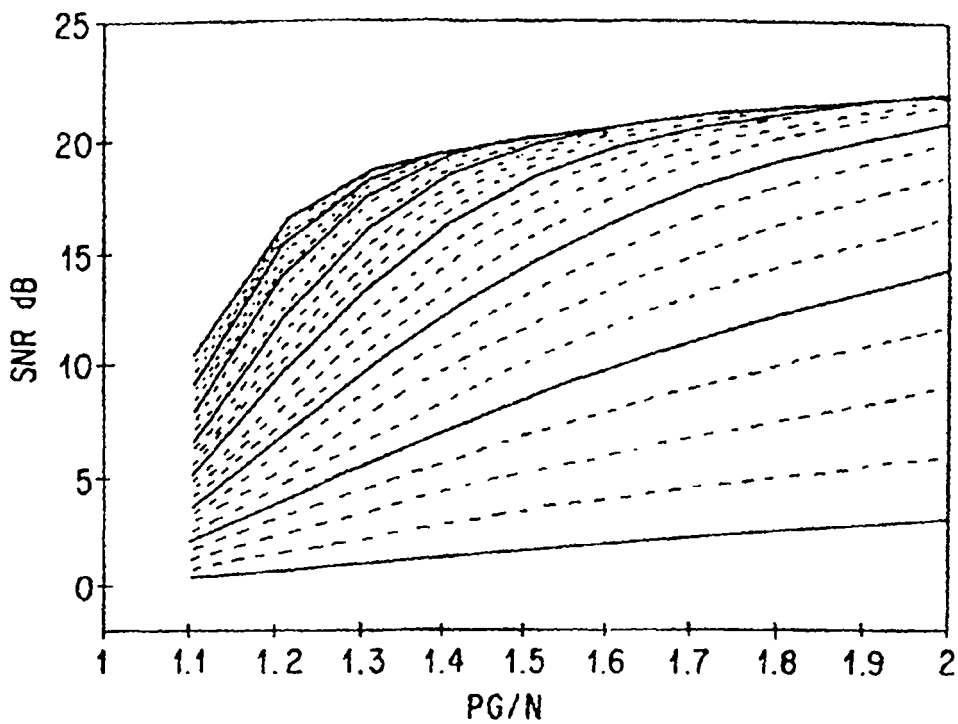


FIG. 10

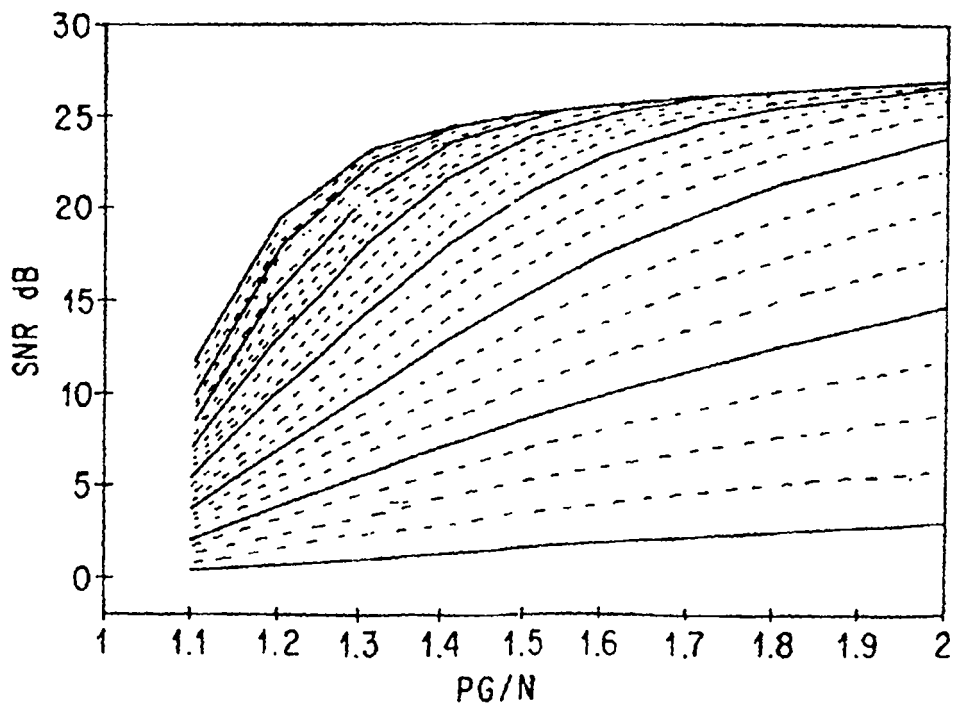


FIG. 11

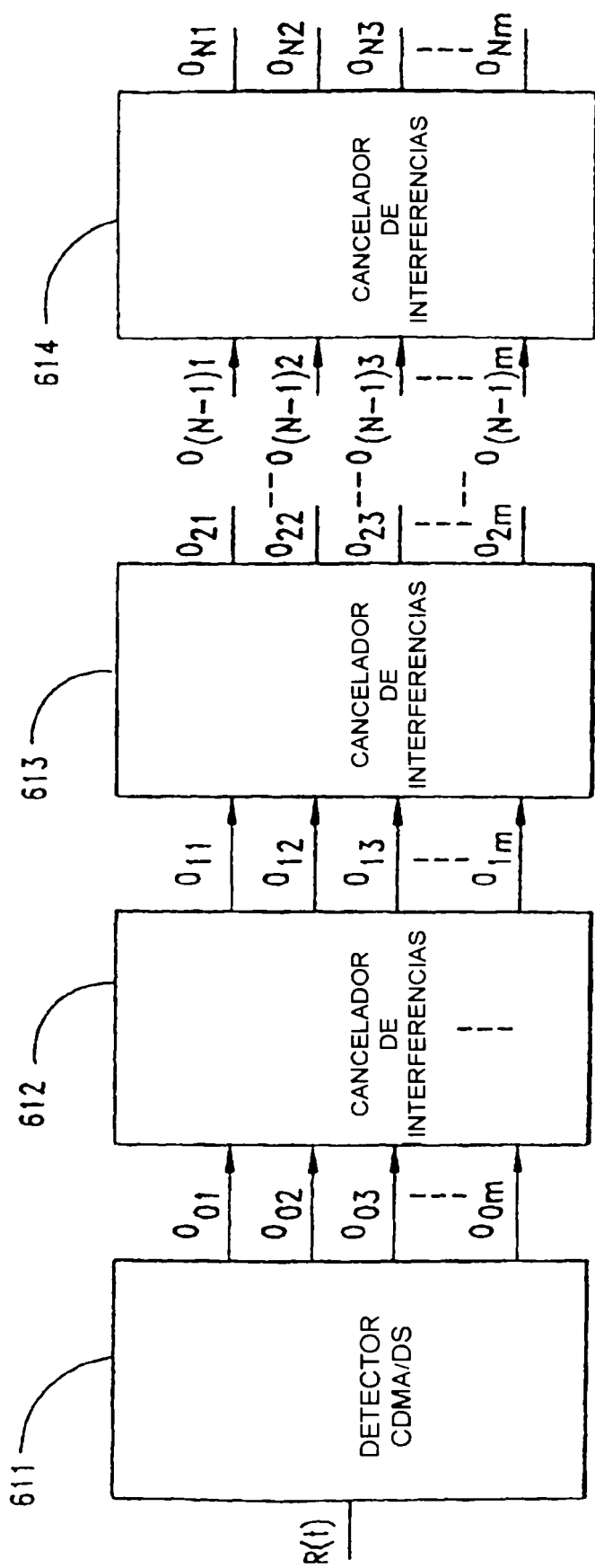


FIG. 12

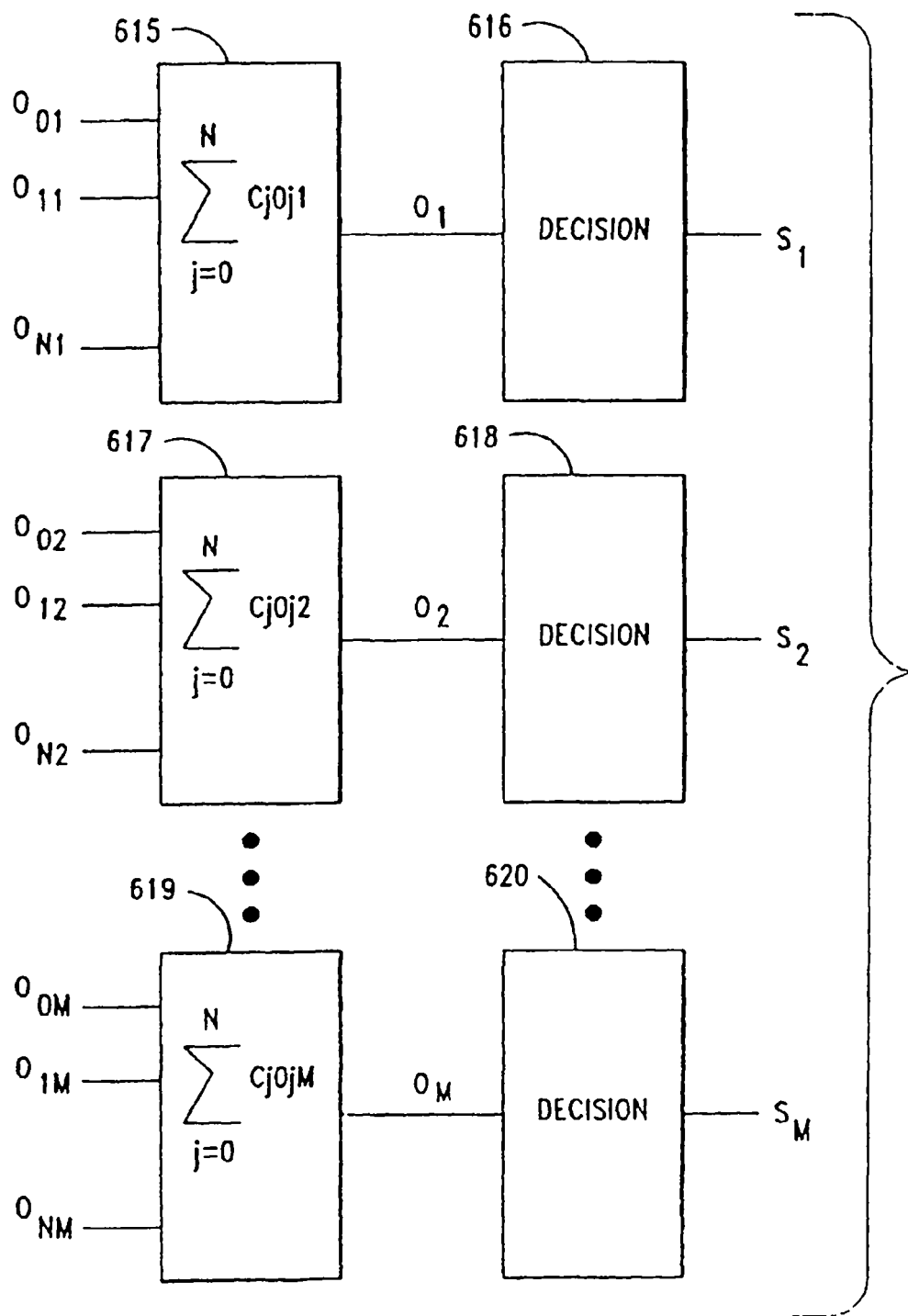


FIG. 13

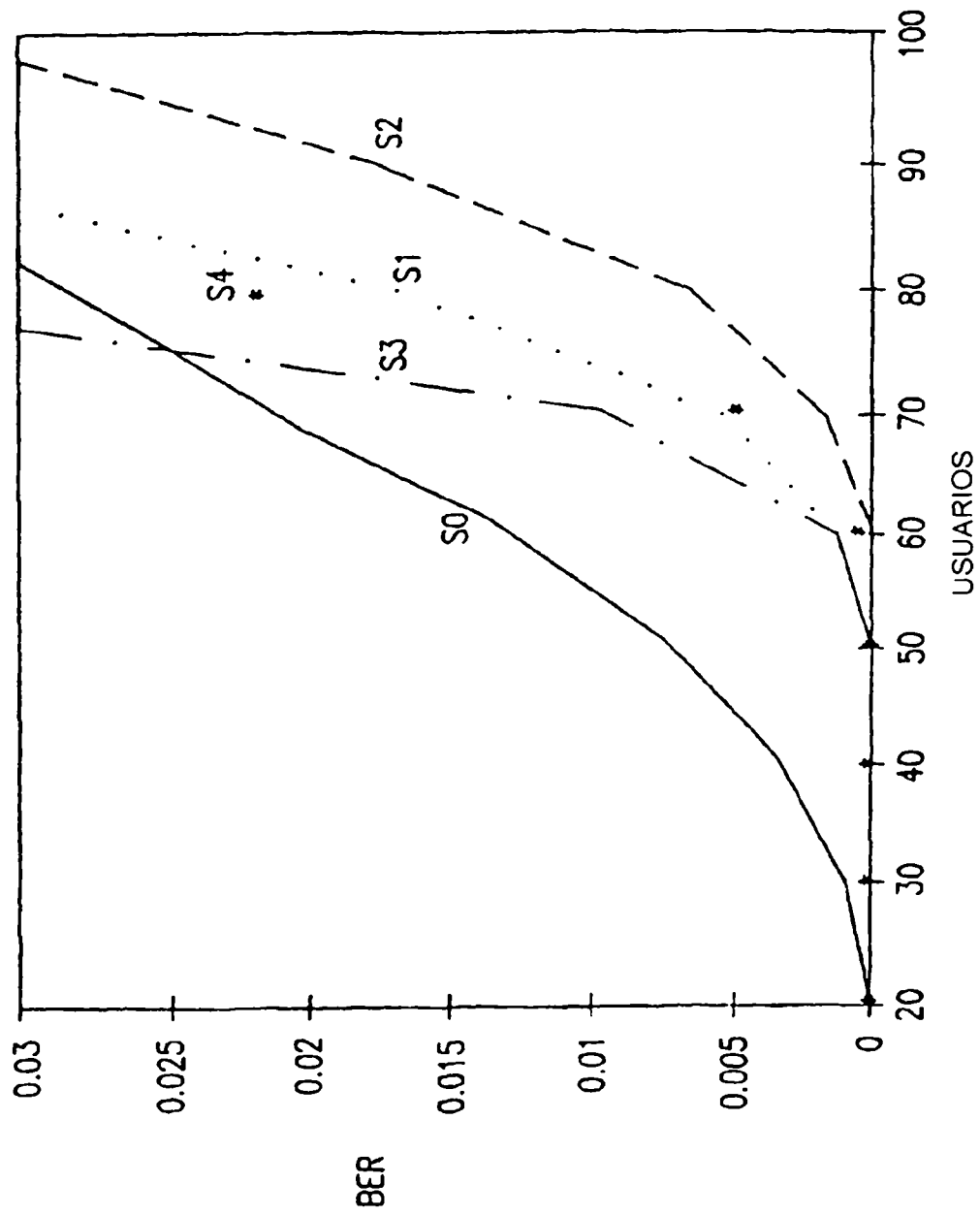


FIG. 14

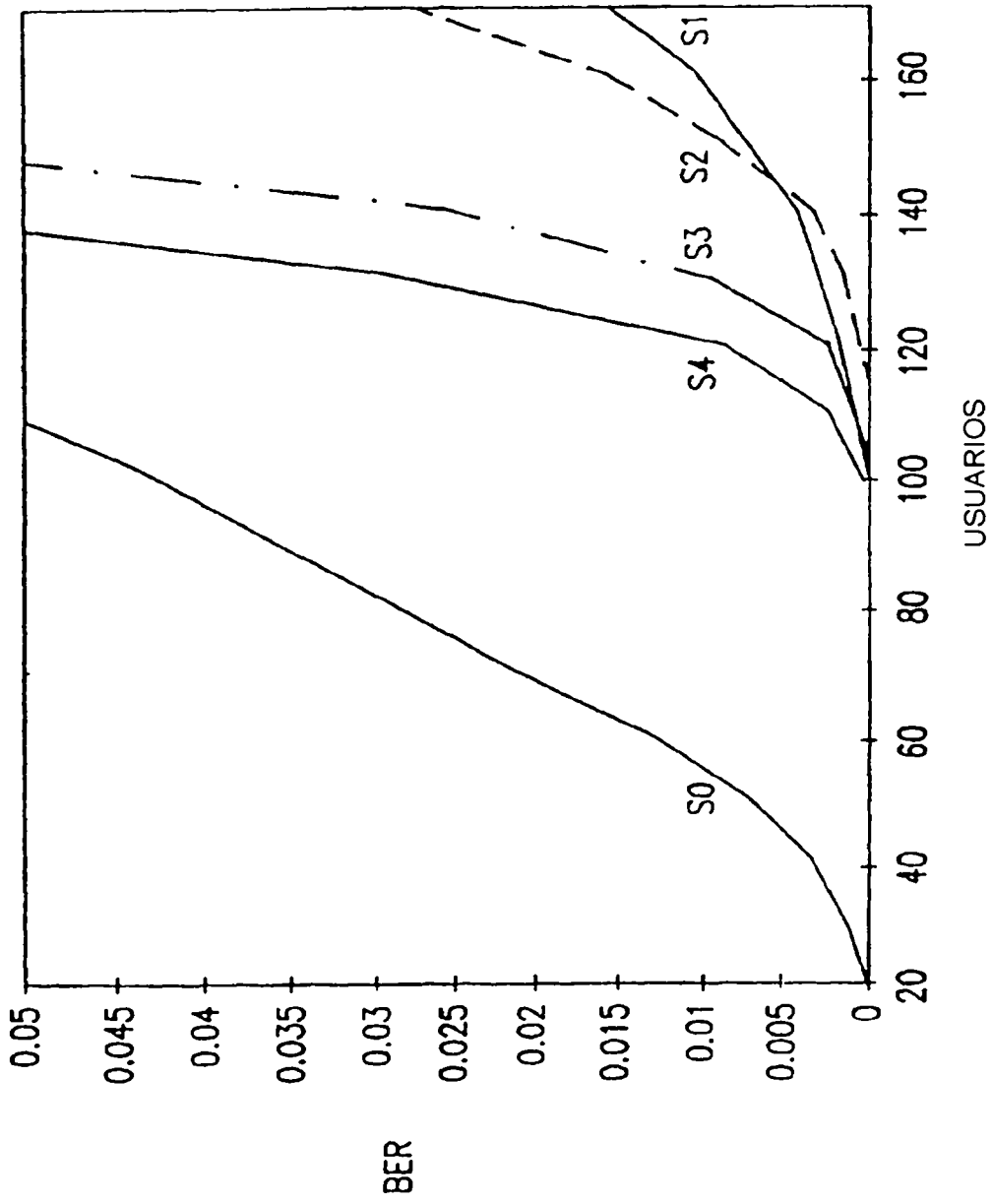


FIG. 15

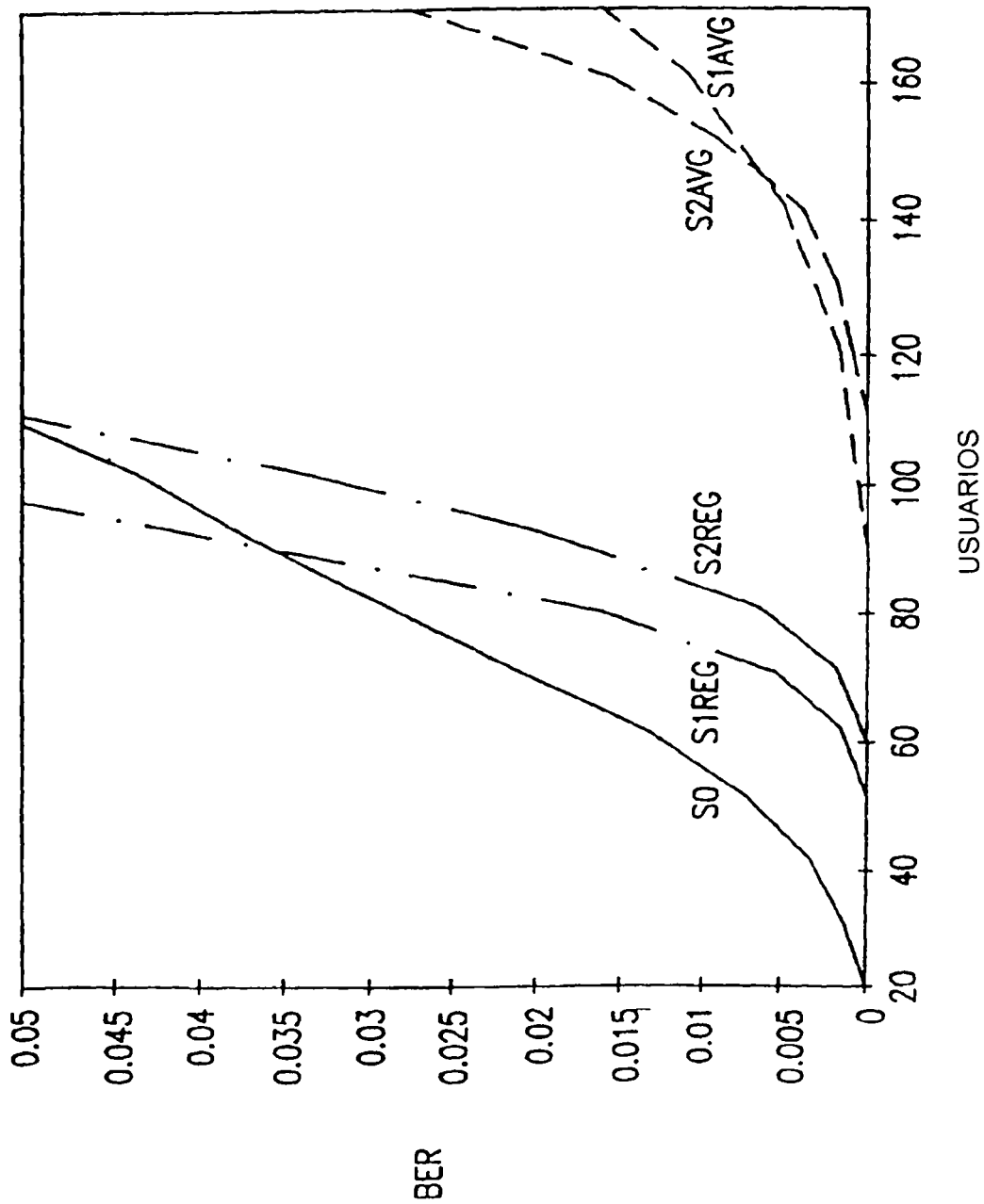


FIG. 16

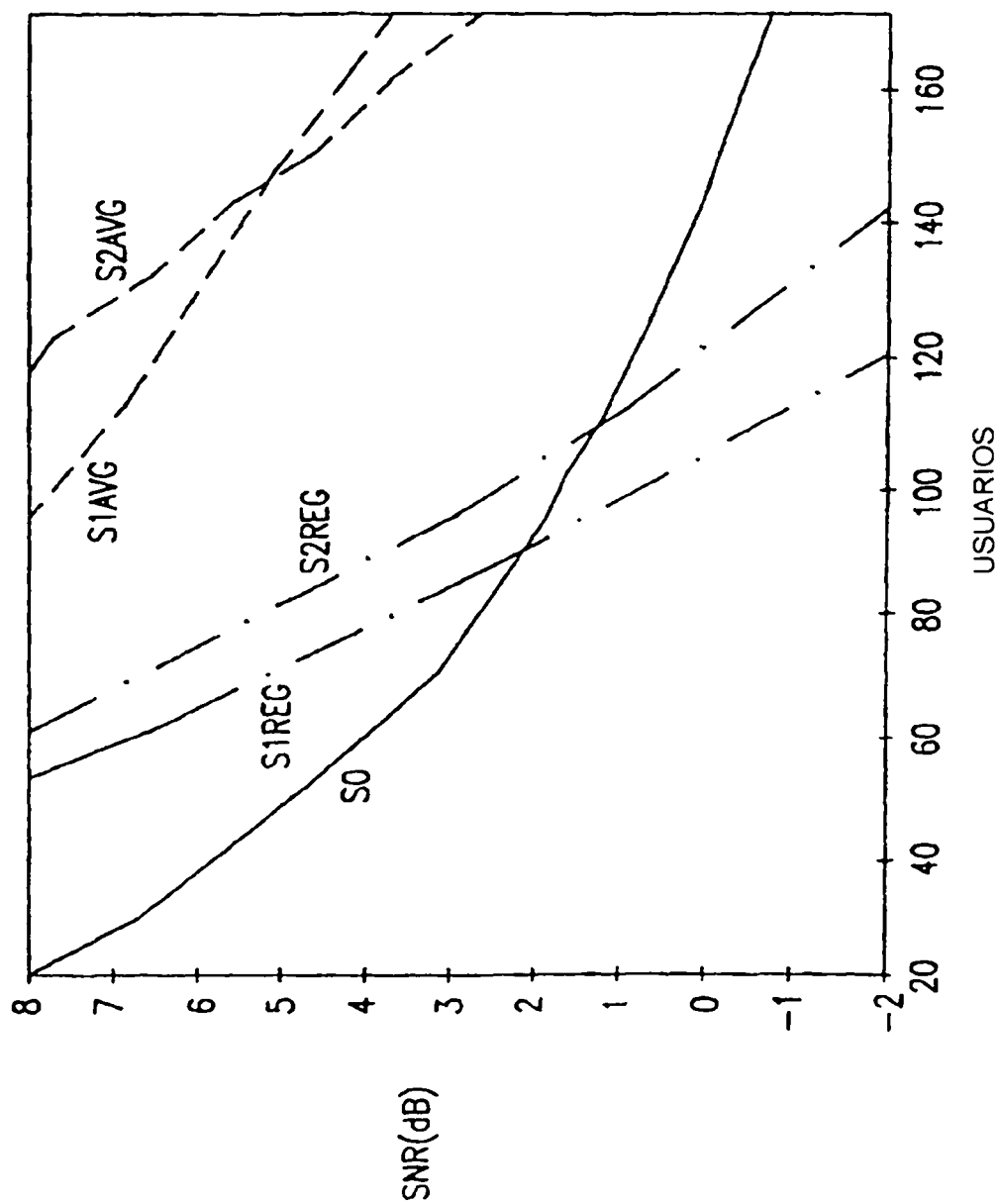


FIG. 17