

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 617 564**

51 Int. Cl.:

H04W 52/34 (2009.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **07.10.2014** **E 14187902 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **25.01.2017** **EP 2861024**

54 Título: **Procedimiento para controlar la potencia de emisión**

30 Prioridad:

09.10.2013 DE 102013220371
28.10.2013 DE 102013221866

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
19.06.2017

73 Titular/es:

**DEUTSCHES ZENTRUM FÜR LUFT- UND
RAUMFAHRT E.V. (100.0%)**
Linder Höhe
51147 Köln, DE

72 Inventor/es:

**LÁZARO BLASCO, FRANCISCO y
SCALISE, SANDRO**

74 Agente/Representante:

DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto

ES 2 617 564 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 para controlar la potencia de emisión

5 La invención se refiere a un procedimiento para controlar la potencia de emisión (energía por símbolo) con el que, en un sistema de comunicación, se transmiten por paquetes, según una especificación de multiplexación, en particular una especificación de acceso aleatorio, señales de emisores de un grupo de varios emisores a un receptor asignado a este grupo.

Con esta invención se propone una nueva técnica, con la que es posible llevar a cabo un control de la potencia cuando se utiliza una técnica de acceso aleatorio para acceder a un medio de transmisión común.

10 El acceso aleatorio se trata de una técnica para transmitir información mediante un medio de transmisión, en la que varios equipos terminales utilizan en común un medio de transmisión. En las técnicas de acceso aleatorio no existe ninguna unidad de mando central que controle el acceso al medio de transmisión.

Un ejemplo de una técnica de acceso aleatorio es el protocolo Aloha, en el que cada abonado emite sus paquetes de datos en cualquier momento y de forma asíncrona. Si efectúa una transmisión más de un solo abonado a la vez, los paquetes de datos colisionan y pueden perderse.

15 Existen otras técnicas de acceso aleatorio con las que se logra un mayor rendimiento. Una técnica que ha atraído una gran atención es la que tiene *Spread Spectrum Aloha* (SSA) con *Successive Interference Cancellation* (SIC) en el receptor. Cuando se utiliza esta técnica, de forma similar al caso de Aloha, los equipos terminales emiten sus paquetes en cualquier momento y de forma asíncrona utilizando técnicas de espectro ensanchado. En el receptor se produce en esencia una colisión de los paquetes. Sin embargo, gracias a la técnica de ensanchamiento utilizada, los
20 paquetes pueden decodificarse incluso aunque experimenten colisiones. Un receptor SSA estándar intenta decodificar en cada caso un paquete a la vez, tratando el resto de los paquetes como interferencia. En un receptor más desarrollado se utiliza la SIC en el receptor. En otras palabras, el receptor almacena la forma de onda recibida durante un intervalo de tiempo con una duración T. Dentro de este intervalo, el receptor comienza a decodificar el paquete con el $E_s / (N_0 + I)$ mayor. Si el paquete se decodifica con éxito, el receptor reconstruye la forma de onda a partir de este paquete y lo borra en su intervalo. De este modo se cancela la interferencia producida para todos los
25 demás paquetes. El receptor busca, entre los paquetes que aún están presentes en su intervalo, el paquete con la mayor energía, lo decodifica y cancela la interferencia, y el proceso se repite hasta que ya no quedan más paquetes.

30 Cuando se utiliza SSA con SIC, la potencia con la que se reciben los distintos paquetes tiene una importancia esencial en el proceso de decodificación. En efecto, si todos los paquetes se reciben con la misma potencia, la SIC no puede aumentar la carga en relación con la decodificación estándar. Sin embargo, si la potencia con la que se reciben los paquetes sigue la distribución correcta, la SIC puede aumentar considerablemente en el receptor el rendimiento del SSA.

Vamos a ilustrar el papel de la distribución de potencia de los paquetes por medio de un sencillo ejemplo. Se supone un esquema SSA que se hace funcionar con intervalos, en el que un número fijo de abonados M emite un paquete
35 en cada intervalo de tiempo. Para todos los paquetes se utiliza el mismo modo de transmisión (parámetros físicos y de capa de enlace: modulación, esquema de codificación, etc.). Sea Y_{req} definido como el $E_s / (N_0 + I)$ mínimo necesario que ha de tener una ráfaga para poder ser decodificada correctamente ($E_s = P / f_s$, siendo f_s la velocidad de símbolos utilizada). $P(i)$ designa la potencia con la que se ha recibido el paquete número "i". Para una mayor sencillez, ordenaremos los abonados en orden descendente de acuerdo con su potencia P, de manera que
40 $P(1) > P(2) > \dots > P(M-1) > P(M)$. El $E_s / (N_0 + I)$ efectivo para el paquete "i" en la decodificación lo definimos como:

$$\gamma(i) = \frac{E_s}{N_0 + I(i)}$$

siendo

$$I_{eff}(k) = \sum_{i=1}^{k-1} P(i)$$

la interferencia de todos los abonados en los que aún no se ha llevado a cabo ninguna decodificación.

45 Suponemos que cada vez que $Y(i)$ sea $> Y_{req}$, el paquete "i" se decodifica con una probabilidad 1. Si $Y(i)$ es $< Y_{req}$, el paquete "i" y todos los paquetes subsiguientes se pierden (paquetes i, i+1... M).

Para ilustrar la repercusión de la distribución de potencia en el rendimiento del sistema mencionaremos dos ejemplos. En la Figura 1 vemos, en la parte superior, el desarrollo de Y en función de la relación E_s / N_0 (en dB) para

los distintos abonados. La línea límite horizontal negra muestra $Y_{req} = -2,7$ dB, representando el gráfico Y en función de E_s / N_0 . En este caso, ya que se aplica $Y(i) > Y_{req}^i$, pueden decodificarse todos los paquetes. La parte inferior de la Figura 1 muestra el histograma de la relación E_s / N_0 (en dB). En la Figura 2, mostramos el mismo gráfico para un sistema sobrecargado, en el que se pierden algunos paquetes. En concreto no es posible decodificar ninguno de los abonados en los que E_s / N_0 está por debajo de 10 dB. El número de abonados es el mismo en los dos ejemplos de las Figuras 1 y 2, consistiendo la única diferencia en la distribución de potencia de los paquetes.

Una buena distribución de potencia lleva a una curva de Y en función de E_s / N_0 (en dB) en la que $Y(i) > Y_{req}^i$. En un caso ideal se aplica $Y(i) = Y_{req}^i$, lo que resulta de utilizar una distribución uniforme para E_s / N_0 (en dB).

Con esta invención describimos un mecanismo de control de potencia que hace posible controlar la distribución de potencia de los paquetes recibidos en una amplia diversidad de situaciones.

En el estado actual de la técnica se sabe que la distribución de potencia de los paquetes en el receptor es de una importancia esencial para SSA con SIC. En [1], los autores muestran que, si la potencia de los paquetes sigue una distribución lognormal, es posible aumentar el rendimiento, si crece la divergencia estándar de la divergencia lognormal. En S-MIM [2], una norma ETSI, de la que se parte como estado actual de la técnica en la reivindicación 1, se utiliza SSA con SIC en el receptor para procesos de comunicación móvil por satélite. Para mejorar la distribución de potencia de los paquetes entrantes puede aplicarse en los equipos terminales un retroceso de potencia en dB distribuido uniformemente. Un equipo terminal pone su potencia de transmisión en:

$$P = L + N_{SAT} + K + R_{rand} \text{ dBm}$$

en donde:

- L es la atenuación estimada que el equipo terminal experimenta en el enlace de retroceso.
- N_{SAT} es el nivel de potencia de ruido e interferencia en el receptor. Estos parámetros los calcula el receptor y los emite a todos los equipos terminales a través del enlace de avance.
- R_{rand} es un valor aleatorio, que está distribuido uniformemente entre 0 y R_{max} . El parámetro R_{max} también lo calcula el receptor y lo emite a todos los equipos terminales a través del enlace de avance.
- K está definido como $C/(N_0+I_0)T - GS$, siendo $C/(N_0+I_0)T$ el valor de destino para la relación deseada de $C/(N_0+I_0)$ en la entrada del transpondedor de satélite y siendo GS la amplificación de antena de satélite en la zona marginal de la cobertura de radiación de la antena en tierra.

En caso de que la potencia P necesaria sobrepase la capacidad de los equipos terminales, el equipo terminal no emite. S-MIM es un sistema de comunicación móvil por satélite, por lo que, transcurrido algún tiempo, el equipo terminal se mueve, la atenuación de trayectoria disminuye y el equipo terminal puede emitir.

A continuación presentamos varios ejemplos en los que se utiliza el SSA con SIC en el receptor en procesos de comunicación por satélite y en los que puede mejorarse la técnica utilizada según [2].

- En el primer ejemplo, suponemos un haz de satélite en el enlace de retroceso, en el que un número q de abonados soporta una atenuación por lluvia. La Figura 3 muestra el histograma de E_s / N_0 (en dB) para todos los paquetes en caso de utilizarse la técnica descrita en [2] para el control de la potencia. De la Figura 3 se desprende que la distribución de E_s / N_0 (en dB), con la que se reciben los paquetes, no es ni mucho menos una distribución uniforme. Existe una concentración elevada de paquetes con valores de E_s / N_0 bajos. El motivo de ello es que para la parte q de abonados que soportan una atenuación por lluvia es imposible alcanzar valores altos de E_s / N_0 .
- En el segundo ejemplo suponemos un haz de satélite en el enlace de retroceso, en el que no todos los abonados utilizan el mismo modo de transmisión (configuración física y de capa de enlace). Suponemos que se utilizan dos modos de transmisión, que usan el mismo esquema de modulación y de codificación y que ocupan el mismo ancho de banda de transmisión. Sin embargo, el factor de ensanchamiento utilizado es diferente en los dos modos. En el modo 0 se utiliza un factor de ensanchamiento de 256, mientras que en el modo 1 se utiliza un factor de ensanchamiento de 64. Suponemos que todos los equipos terminales tienen la misma potencia máxima de transmisión. Si se utiliza el control de potencia según [2], se obtiene el histograma de E_s / N_0 (en dB) mostrado en la Figura 4. La distribución de E_s / N_0 tampoco es aquí uniforme. De nuevo existe una concentración elevada de paquetes con valores de E_s / N_0 bajos. El motivo de ello es que sólo los abonados del modo 0 pueden alcanzar el margen superior de E_s / N_0 .
- La técnica descrita en [2] es adecuada para procesos de comunicación móvil por satélite en los que los sucesos de desvanecimiento están causados porque el trayecto hasta el satélite está bloqueado por ejemplo por un edificio. Dado que los abonados se mueven, los sucesos de desvanecimiento tienden a ser de poca duración. Expresado de otro modo, tras un corto espacio de tiempo existe la probabilidad de que el equipo terminal tenga buenas condiciones de cobertura. Sin embargo, la técnica descrita en [2] no es

adecuada para procesos de comunicación fija por satélite, ya que el suceso de desvanecimiento puede ser largo. Los sucesos de desvanecimiento están causados normalmente por lluvia, que puede durar minutos o incluso horas. Si se utiliza la técnica descrita en [2], los abonados con "malas" condiciones de cobertura han de esperar posiblemente mucho tiempo hasta estar en situación de emitir. Sin embargo, sus condiciones de cobertura serían suficientemente buenas para lograr una transmisión sin errores.

5
 Con la invención se propone un procedimiento para controlar la potencia de emisión (energía por símbolo) con el que, en un sistema de comunicación, se transmiten por paquetes, según una especificación de multiplexación, en particular una especificación de acceso aleatorio, señales de emisores de un grupo de varios emisores a un receptor asignado a este grupo, presentando el procedimiento las características de la reivindicación 1. Las reivindicaciones subordinadas tienen respectivamente por objeto distintas configuraciones de la invención.

Según la invención, en el procedimiento, ventajosamente,

- se pone a disposición una primera tabla en la que se indican distintos segmentos de potencia de emisión de la gama total de potencia de emisión, definidos en cada caso por un valor límite inferior y por un valor límite superior,
- 15 - se pone a disposición una segunda tabla que contiene, para cada segmento de potencia de emisión, un valor de probabilidad estadístico que indica cuántos emisores emiten con una potencia de emisión situada dentro del segmento de potencia de emisión en cuestión,
- estando cada valor de probabilidad de la segunda tabla asignado a otro segmento de potencia de emisión, con lo que mediante las dos tablas se define la esperanza del número de emisores del grupo que emiten señales con una potencia de emisión situada dentro del segmento de potencia de emisión respectivo,
- 20 - se pone a disposición para cada emisor un número aleatorio (bien por parte del emisor mismo o bien desde el exterior), por medio del cual se calculan los valores de probabilidad a asignar a los emisores respectivos como sus parámetros asignados y de este modo se asigna a cada emisor el segmento de potencia de emisión dentro del cual se halla la potencia de emisión con la que el emisor en cuestión emite, y,
- 25 - mediante otro cálculo realizado por medio de un número aleatorio, se selecciona el nivel de la potencia de emisión con la que el emisor en cuestión emite, dentro del segmento de potencia de emisión asignado a este emisor.

Según una configuración ventajosa de la invención, está previsto que cada emisor presente una potencia máxima de emisión, que cada emisor se asigne al segmento de potencia de emisión dentro del cual se halla su potencia máxima de emisión, que para cada emisor se ponga a disposición (bien por parte del emisor mismo o bien desde el exterior) un número aleatorio que se haya calculado teniendo en cuenta una distribución uniforme en un espacio numérico predeterminable y por medio del cual, y recurriendo al valor de probabilidad para el segmento de potencia de emisión asignado al emisor en cuestión, se determine si la potencia de emisión del emisor se halla entre el límite inferior del segmento de potencia de emisión en cuestión y una potencia máxima de emisión, o entre el límite inferior de la gama total de potencia de emisión y su potencia máxima de emisión.

Además es conveniente que cada emisor presente una potencia máxima de emisión, que cada emisor se asigne al segmento de potencia de emisión dentro del cual se halla su potencia máxima de emisión, que para cada emisor se ponga a disposición un número aleatorio que se haya calculado teniendo en cuenta una distribución uniforme en un espacio numérico predeterminable y que puede estar distribuido estadísticamente por igual dentro del espacio numérico, y en particular entre cero y uno, y que el emisor en cuestión,

- cuando su número aleatorio sea mayor que el valor de probabilidad para el segmento de potencia de emisión o igual que el valor de probabilidad para el segmento de potencia de emisión al que está asignado el emisor, emita con una potencia de emisión situada entre el límite inferior del segmento de potencia de emisión y la potencia máxima de emisión del emisor y,
- 45 - cuando su número aleatorio sea menor que el valor de probabilidad para el segmento de potencia de emisión al que está asignado el emisor, emita con una potencia de emisión situada entre el límite inferior de la gama total de potencia de emisión y la potencia máxima de emisión del emisor.

Los emisores pueden emitir ventajosamente en distintos modos, en particular con distintas velocidades de transmisión (velocidades binarias), realizándose por cada modo un control de las potencias de emisión de todos los emisores, como se ha descrito más arriba.

Según una configuración ventajosa de la invención, está previsto que, antes de transmitirse una señal del emisor al receptor y/o a intervalos regulares o irregulares, se realice el control de las potencias de emisión de los emisores tal como se ha indicado más arriba.

5 En un perfeccionamiento preferido de la invención, está previsto que un emisor del grupo, en caso de que se le asigne una potencia de emisión situada dentro de un segmento de potencia de emisión que sobrepase su potencia máxima de emisión admisible, emita con una potencia de emisión entre un valor mínimo predeterminable y su potencia máxima de emisión, distribuido en esencia por igual considerado a escala logarítmica, cuando la potencia máxima de emisión sea menor que el valor límite inferior del segmento de potencia de emisión en cuestión.

10 Con la invención proponemos un nuevo esquema de control de potencia para el enlace de retroceso de un sistema de comunicación, en el que varios equipos terminales se comunican mediante un esquema de acceso aleatorio con un nodo de comunicación, que denominamos concentrador. No se establecen especificaciones con respecto al esquema de acceso aleatorio; éste podría estar provisto de intervalos o no, utilizar un ensanchamiento o no, y podría utilizar réplicas o no. El concentrador podría utilizar un borrado de interferencia de uso u otro tipo de detección de abonados múltiples o no.

Los equipos terminales pueden utilizar diferentes configuraciones físicas y de capa de enlace (modos de comunicación) para transmitir sus datos.

15 Suponemos que existe un enlace de avance, mediante el cual el concentrador puede emitir señales de radiodifusión a los equipos terminales.

El concentrador emite dos tablas de señalización a los equipos terminales: la tabla 1 y la tabla 2. En la tabla 1 se indican todos los valores E_s/N_0 en dB. Los valores de probabilidad de la tabla 2 adoptan valores entre 0 y 1.

Tabla 1. Tabla de generación de señales 1.

Modo	E_s/N_{01}	E_s/N_{02}	E_s/N_{03}	...	E_s/N_{0u}
0	$E_s/N_{00,1}$	$E_s/N_{00,2}$	$E_s/N_{00,3}$		$E_s/N_{00,u}$
1	$E_s/N_{01,1}$	$E_s/N_{01,2}$	$E_s/N_{01,3}$		$E_s/N_{01,u}$
...
m	$E_s/N_{0m,1}$	$E_s/N_{0m,2}$	$E_s/N_{0m,3}$		$E_s/N_{0m,u}$

20

Tabla 2. Tabla de generación de señales 2.

Modo	Prob ₁	Prob ₂	...	Prob _{u-1}
0	p _{0,1}	p _{0,2}		p _{0,u}
1	p _{1,1}	p _{1,2}		p _{1,u}
...		
m	p _{m,1}	p _{m,2}		p _{m,u}

Los equipos terminales pueden estimar E_s/N_0 en el lado del receptor como función de su potencia de transmisión. Los equipos terminales pueden calcular este valor estimado utilizando un mecanismo con bucle abierto o cerrado. El modo en que los equipos terminales calculan E_s/N_0 en el receptor no forma parte de esta invención.

25 Los equipos terminales utilizan entonces estas tablas de la siguiente manera, para calcular su potencia de transmisión.

Si un equipo terminal desea emitir con un modo de transmisión "i", utilizará la fila número "i" de la tabla 1 y de la tabla 2.

- 30 • El equipo terminal estima el máximo E_s/N_0 que puede alcanzar en el concentrador mediante la utilización de su potencia máxima de transmisión. Con **B** designamos el E_s/N_0 máximo que puede alcanzar el equipo terminal en dB.
- El equipo terminal genera un número pseudoaleatorio **t**, que está distribuido uniformemente entre 0 y 1.
- El equipo terminal determina cuál es el mayor n, n_max, para $B > E_s/N_{0i,n}$. Si n_max es igual a u, el equipo terminal pone n_max en u-1.

- Si $t < p_{i,n_max}$, el equipo terminal pone $A_{min} = E_s / N_0 i_{,n_max}$ y $A_{max} = E_s / N_0 i_{,n_max} + 1$. De lo contrario, el equipo terminal pone $A_{min} = E_s / N_0 i_{,1}$ y $A_{max} = E_s / N_0 i_{,u}$.
- El equipo terminal calcula entonces su E_s / N_0 en el receptor de la siguiente manera:

```

-----
5      Si B <  $E_s / N_{0i,1}$ 
         $E_s / N_0 = -infinity$  (El equipo terminal no emite).
        Si no
          Si B <  $A_{min}$ 
             $E_s / N_0$  distribuido uniformemente entre  $E_s / N_{0i,1}$  y B
10     Si no
          Si B <  $A_{max}$ 
             $E_s / N_0$  distribuido uniformemente entre  $A_{min}$  y B
          Si no
             $E_s / N_0$  distribuido uniformemente entre  $A_{min}$  y  $A_{max}$ 
15     Fin
        Fin
    
```

Fin

Hay que observar que todos los valores E_s / N_0 están indicados en dB.

20 Hay que observar que el número de modos puede ser cualquiera (pueden ser uno o más). El número u de columnas de la tabla puede ser fijo o variable. El concentrador puede decidir aumentar o reducir dinámicamente el número u de columnas. Hay que mencionar que, incluso para $u=2$ y $m=1$, el esquema propuesto no es idéntico a [2]. En la técnica propuesta, los equipos terminales emiten cada vez que estiman que pueden cumplir $E_s / N_0 > E_s / N_{0i,1}$.

La invención está caracterizada por las siguientes particularidades:

- 25 • El concentrador emite una tabla con u valores E_s / N_0 , con lo que se definen $(u-1)$ segmentos E_s / N_0 para cada modo de emisión.
- El concentrador emite una tabla con $(u-1)$ valores de probabilidad de la utilización de cada uno de los segmentos E_s / N_0 .
- 30 • De acuerdo con la tabla con los valores de probabilidad, los equipos terminales eligen arbitrariamente un E_s / N_0 , eligiendo su E_s / N_0 de manera aleatoria y uniforme.
- Los equipos terminales emiten siempre que puedan alcanzar un E_s / N_0 que esté por encima de $E_s / N_{0i,1}$.

Ejemplo 1

35 Consideramos el enlace de retroceso de un sistema de comunicación por satélite y nos concentramos en unos de los haces del enlace de retroceso. Los equipos terminales emiten mediante SSA y el receptor utiliza SIC. Todos los equipos terminales utilizan el mismo modo de transmisión:

- Modulación BPSK
- Velocidad de código = 1/3
- Factor de ensanchamiento 256.
- 2.500 abonados

40 Para el enlace de un equipo terminal que se halle en el centro del haz, se aplican 29 dB.

La pérdida de balance de enlace a causa de la posición de un equipo terminal en el haz es L_b y sigue una distribución uniforme (-6,0 dB). El valor estimado de equipo terminal de L_b , \hat{L}_b tiene una distribución de Gauss en dB con un promedio L_b y una divergencia estándar de 0,5 dB.

5 Un porcentaje de un 25% de los equipos terminales soportan una atenuación por lluvia. La atenuación por lluvia L_r tiene una distribución de Gauss en dB con un promedio de -10 dB y una divergencia estándar de 1 dB. El valor estimado de equipo terminal de la atenuación por lluvia \hat{L}_r tiene una distribución de Gauss en dB y tiene un promedio L_r y una divergencia estándar de 1 dB.

10 La Figura 5 muestra un diagrama de Y en función de E_s/N_0 (en dB) para el control de potencia descrito en [2] (como línea discontinua) y para el control de potencia propuesto con esta invención (como línea continua), utilizando las siguientes tablas de señalización:

Modo	Es/No_1	Es/No_2	Es/No_3	Es/No_4
1	-0,8	14,2	22,2	31,2

Modo	p_1	p_2	p_3
1	0,0	0,13	0,1

15 Puede verse cómo en el control de potencia descrito en [2], para un intervalo de valores de E_s/N_0 , el valor Y cae por debajo de Y_{req} . Sin embargo, si se utiliza esta invención se aplica $Y > Y_{req}$ en todo el intervalo de E_s/N_0 , excepto para valores de E_s/N_0 muy bajos. En condiciones iguales, la técnica de control de potencia aquí propuesta permite aumentar el rendimiento en un 10% en comparación con la técnica descrita en [2].

Para explicar mejor la invención, mencionaremos algunos detalles en relación con la operación de procesamiento del receptor. Entre los 2.500 equipos terminales que emiten:

- por término medio $0,0 \times 2.500 = 0$ equipos terminales eligen el segmento Es/No de -0,8 a 12,2,
- 20 • por término medio $0,13 \times 2.500 = 325$ equipos terminales eligen el segmento Es/No de 12,2 a 22,2,
- por término medio $0,10 \times 2.500 = 250$ equipos terminales eligen el segmento Es/No de 22,2 a 31,2,
- por término medio $(1-0,04-0,17) \times 2.500 = 1925$ 250 equipos terminales eligen el segmento Es/No de -0,8 a 31,2.

25 Supongamos que un equipo terminal estima que su Es/No máximo, **B**, es de 33 dB. Este equipo terminal generaría un número aleatorio t, distribuido uniformemente, entre 0 y 1.

- Si $t < 0,1$, el equipo terminal elige su potencia de transmisión de tal manera que Es/No esté distribuido en el concentrador uniformemente entre Es/No_3 = 22,2 dB y Es/No_3 = 31,2 dB.
- Si $t > 0,1$, el equipo terminal elige su potencia de transmisión de tal manera que Es/No esté distribuido en el concentrador uniformemente entre Es/No_1 = -0,8 dB y Es/No_3 = 31,2 dB.

30 Supongamos que un segundo equipo terminal estima que su Es/No máximo, **B**, es de 25 dB. Este equipo terminal generaría un número aleatorio, distribuido uniformemente, entre 0 y 1, t.

- Si $t < 0,1$, el equipo terminal elige su potencia de transmisión de tal manera que Es/No esté distribuido en el concentrador uniformemente entre Es/No_3 = 22,2 dB y **B** = 25 dB.
- 35 • Si $t > 0,1$, el equipo terminal elige su potencia de transmisión de tal manera que Es/No esté distribuido en el concentrador uniformemente entre Es/No_1 = -0,8 dB y **B** = 25 dB.

Supongamos que un tercer equipo terminal estima que su Es/No máximo, **B**, es de - 3 dB. Este equipo terminal ni siquiera emitiría, ya que su Es/No máximo estimado es menor que Es/No.

40 Para generar una potencia de transmisión de tal manera que Es/No esté distribuido en el concentrador uniformemente entre Z1 dB y Z2 dB ($Z1 < Z2$), el equipo terminal puede, por ejemplo, generar un número aleatorio h, distribuido uniformemente, entre 0 y 1. Entonces, Es/No se calcula como $Es/No = Z1 + (Z2-Z1) \times h$.

Mencionamos también un ejemplo de la manera en que el equipo terminal puede estimar Es/No en el concentrador.

- El equipo terminal emite un mensaje con una potencia de transmisión P_a en dB a través del canal de acceso aleatorio.
 - El concentrador responde a este mensaje indicando el E_s/N_0 ="Es/No a" en dB con el que se ha recibido el paquete.
- 5 • El equipo terminal recibe este mensaje y "sabe" que la potencia P_a en dB genera el E_s/N_0 a en dB. Ahora, el equipo terminal puede calcular el E_s/N_0 generado por una potencia de transmisión. Por ejemplo, utilizando la potencia de transmisión P_a-3 en dB se calcula un E_s/N_0 ="Es/No a" - 3 dB en el concentrador.

Con este procedimiento, el equipo terminal puede calcular también **B**, el E_s/N_0 máximo que puede generar en el concentrador.

10 Ejemplo 2

En este segundo ejemplo consideramos un caso similar al del ejemplo 1, en el que no hay equipos terminales con atenuación por lluvia y en el que existen dos modos de transmisión que utilizan la misma modulación y codificación y ocupan el mismo ancho de banda, teniendo sin embargo el modo 1 un factor de ensanchamiento de 256 y el modo 2 un factor de ensanchamiento de 64. Suponemos un sistema con 1.200 abonados con el modo 1 y 300 abonados con el modo 2.

15 En la Figura 6 vemos un diagrama de Y en función de E_s / N_0 (en dB) para el control de potencia descrito en [2] (como línea discontinua) y para el control de potencia propuesto con esta invención (como línea continua), utilizando las siguientes tablas de señalización:

Modo	E_s/N_0_1	E_s/N_0_2	E_s/N_0_3	E_s/N_0_4
1	-0,8	2,2	17,2	31,2
2	-0,8	2,2	17,2	31,2

Modo	p_1	p_2	p_3
1	0,05	0,6	0,25
2	0	0	0

20 Es evidente que en el control de potencia descrito en [2], para un intervalo de valores de E_s / N_0 para los dos modos de transmisión, el valor Y está por debajo de Y_{req} . Sin embargo, si se utiliza esta invención, se aplica $Y > Y_{req}$ en todo el intervalo de E_s / N_0 y para los dos modos de transmisión. En condiciones iguales, la técnica de control de potencia propuesta en la presente memoria permite aumentar el rendimiento en un 10% en comparación con la técnica descrita en [2].

25

Listado de referencias bibliográficas

[1] R. De Gaudenzi, O. Del Rio Herrero, "Advances in Random Access protocols for satellite networks", 2009 International Workshop on Satellite and Space Communications, IWSSC 2009, Siena, Italien

[2] ETSI TS 102 721-3 V1.2.1
 "Satellite Earth Stations and Systems (SES);
 Air Interface for S-band Mobile Interactive Multimedia (S-MIM); Part 3:
 Physical Layer Specification, Return Link Asynchronous Access."

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para controlar la potencia de emisión con el que, en un sistema de comunicación, se transmiten por paquetes, según una especificación de multiplexación, señales de emisores de un grupo de varios emisores a un receptor asignado a este grupo, en donde, en el procedimiento,
 - 5 - las potencias de emisión con las que los emisores del grupo emiten se hallan dentro de una gama total de potencia de emisión, y
 - a cada emisor se le asigna un parámetro que indica el nivel de la potencia de emisión con la que el emisor en cuestión emite, caracterizado por que
 - 10 - el parámetro se calcula por medio de un número aleatorio y por medio de valores de probabilidad relativos al número de emisores del grupo que emitan respectivamente con una potencia de emisión que se halle dentro de distintos segmentos de potencia de emisión predeterminables y situados a su vez también dentro de la gama total de potencia de emisión.

2. Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado por que, en el procedimiento,
 - 15 - se pone a disposición una primera tabla en la que se indican distintos segmentos de potencia de emisión de la gama total de potencia de emisión, definidos en cada caso por un valor límite inferior y por un valor límite superior,
 - se pone a disposición una segunda tabla que contiene, para cada segmento de potencia de emisión, un valor de probabilidad estadístico que indica cuántos emisores emiten con una potencia de emisión situada dentro del segmento de potencia de emisión en cuestión,
 - 20 - estando cada valor de probabilidad de la segunda tabla asignado a otro segmento de potencia de emisión, con lo que mediante las dos tablas se define la esperanza del número de emisores del grupo que emiten señales con una potencia de emisión situada dentro del segmento de potencia de emisión respectivo,
 - 25 - se pone a disposición para cada emisor un número aleatorio, bien por parte del emisor mismo o bien desde fuera del emisor, por medio del cual se calculan los valores de probabilidad a asignar a los emisores respectivos como sus parámetros asignados y de este modo se asigna a cada emisor el segmento de potencia de emisión dentro del cual se halla la potencia de emisión con la que el emisor en cuestión emite, y,
 - 30 - el nivel de la potencia de emisión con la que el emisor en cuestión emite, dentro del segmento de potencia de emisión asignado a este emisor se selecciona mediante otro cálculo realizado por medio de otro número aleatorio.

3. Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado por que cada emisor presenta una potencia máxima de emisión, por que cada emisor se asigna al segmento de potencia de emisión dentro del cual se halla su potencia máxima de emisión, por que para cada emisor se pone a disposición, bien por parte del emisor mismo o bien desde fuera del emisor, un número aleatorio que se ha calculado teniendo en cuenta una distribución uniforme en un espacio numérico predeterminable y por medio del cual, y recurriendo al valor de probabilidad para el segmento de potencia de emisión asignado al emisor en cuestión, se determina si la potencia de emisión del emisor se halla entre el límite inferior del segmento de potencia de emisión en cuestión y una potencia máxima de emisión, o entre el límite inferior de la gama total de potencia de emisión y su potencia máxima de emisión.
 - 35
 - 40

4. Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado por que cada emisor presenta una potencia máxima de emisión, por que cada emisor se asigna al segmento de potencia de emisión dentro del cual se halla su potencia máxima de emisión, por que para cada emisor se pone a disposición un número aleatorio que se ha calculado teniendo en cuenta una distribución uniforme en un espacio numérico predeterminable y que puede estar distribuido estadísticamente por igual dentro del espacio numérico, y en particular puede hallarse entre cero y uno, y por que el emisor en cuestión,
 - 45 - cuando su número aleatorio es menor que el valor de probabilidad para el segmento de potencia de emisión al que está asignado el emisor, emite con una potencia de emisión situada entre el límite inferior del segmento de potencia de emisión y la potencia máxima de emisión del emisor, y
 - 50

- cuando su número aleatorio es mayor que el valor de probabilidad para el segmento de potencia de emisión o igual que el valor de probabilidad para el segmento de potencia de emisión al que está asignado el emisor, emite con una potencia de emisión situada entre el límite inferior de la gama total de potencia de emisión y la potencia máxima de emisión del emisor.
- 5 5. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 4, caracterizado por que los emisores pueden emitir en distintos modos y por que por cada modo se realiza un control de las potencias de emisión de todos los emisores.
- 10 6. Procedimiento según la reivindicación 5, caracterizado por que los emisores pueden emitir con distintas velocidades de transmisión y por que por cada modo se realiza un control de las potencias de emisión de todos los emisores.
7. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 6, caracterizado por que el control de las potencias de emisión de los emisores se realiza por medio del cálculo de los parámetros antes de transmitirse una señal del emisor al receptor y/o a intervalos regulares o irregulares.
- 15 8. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 7, caracterizado por que la especificación de multiplexación según la cual se transmiten por paquetes, en el sistema de comunicación, señales de emisores de un grupo de varios emisores a un receptor asignado a este grupo, es una especificación de acceso aleatorio.

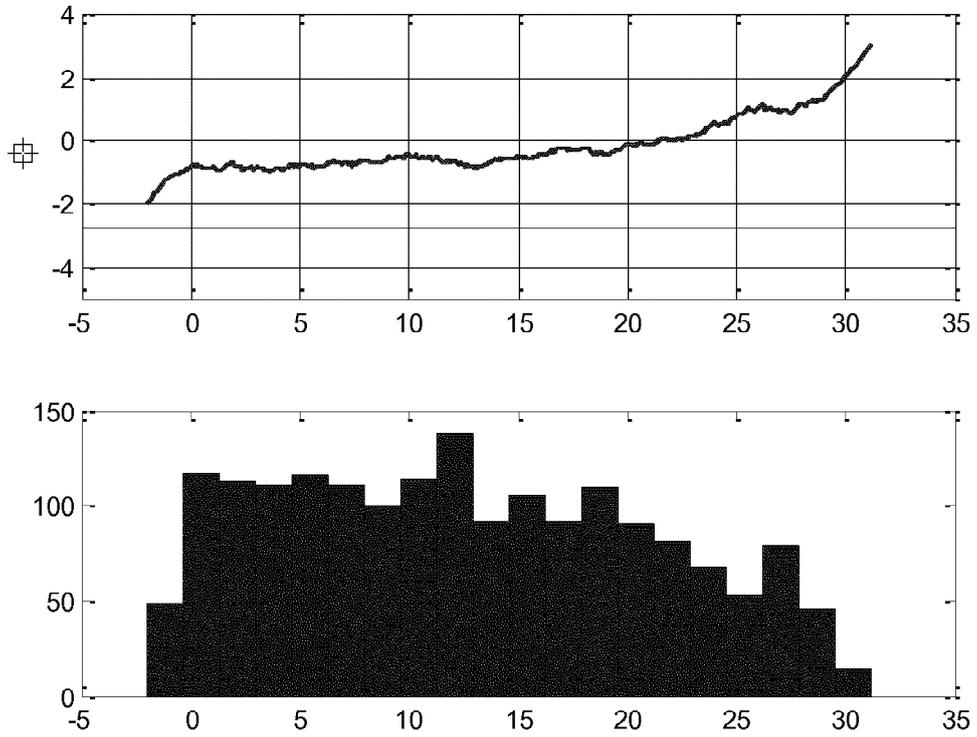


Figura 1. Y vs. E_s/N_0 e histograma de E_s/N_0 para un sistema en el que se decodifican todos los abonados

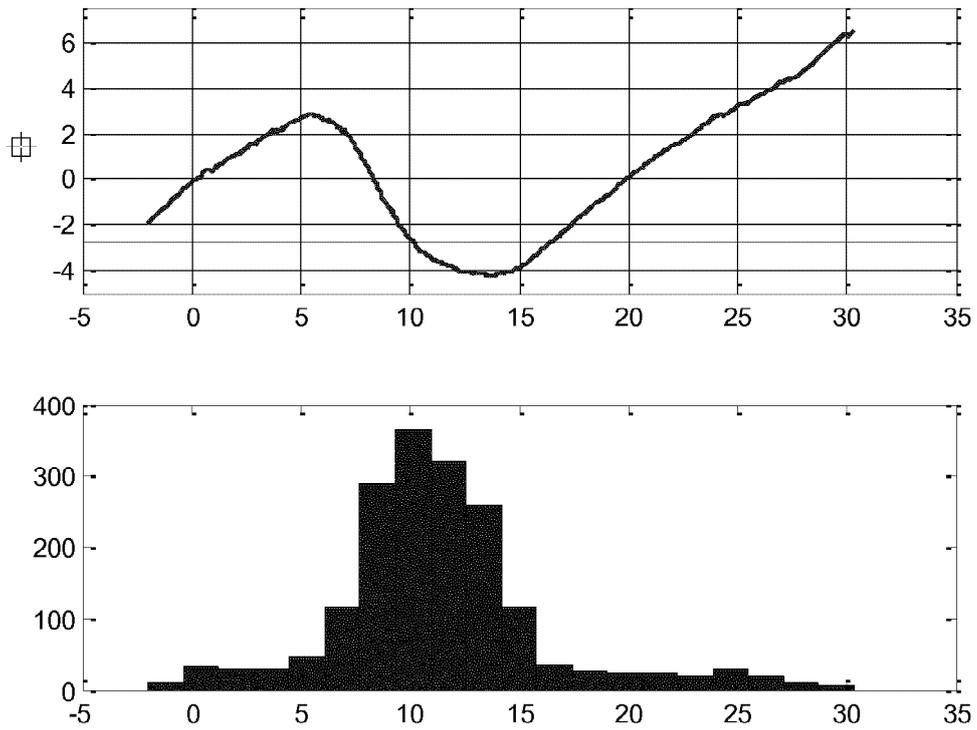


Figura 2. Y en relación con E_s/N_0 e histograma de E_s/N_0 para un sistema en el que se pierden algunos paquetes

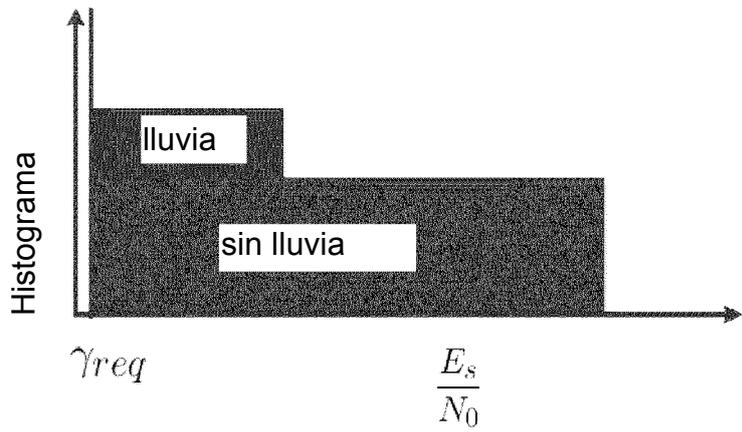


Figura 3. Histograma de E_s/N_0 para un ajuste en el que algunos abonados experimentan atenuación por lluvia

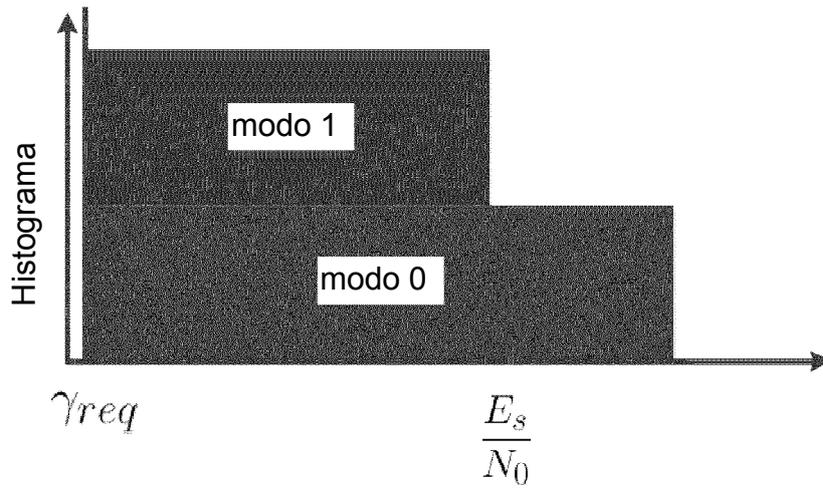


Figura 4. Histograma de E_s/N_0 para un ajuste multimodo

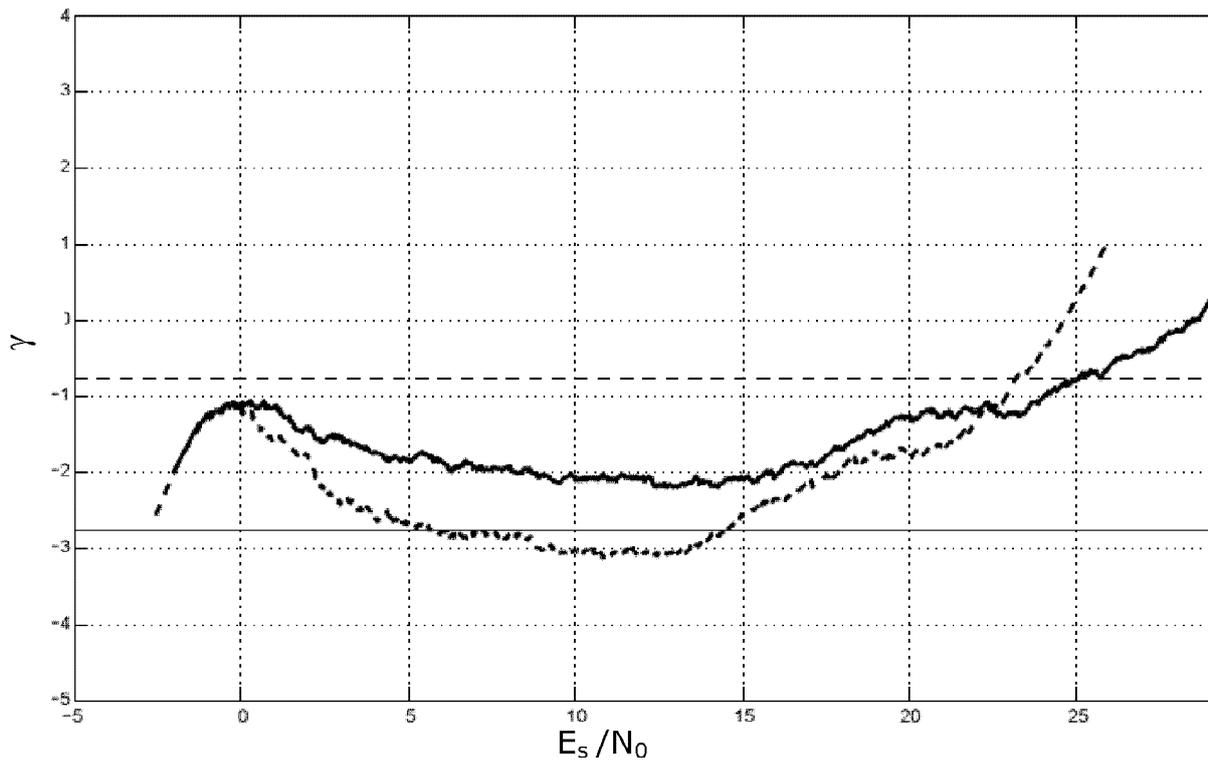


Figura 5. γ en relación con E_s/N_0 para ejemplo 1. La curva discontinua representa γ cuando se utiliza la técnica según [2]. La curva continua representa γ cuando se utiliza la técnica propuesta según esta invención.

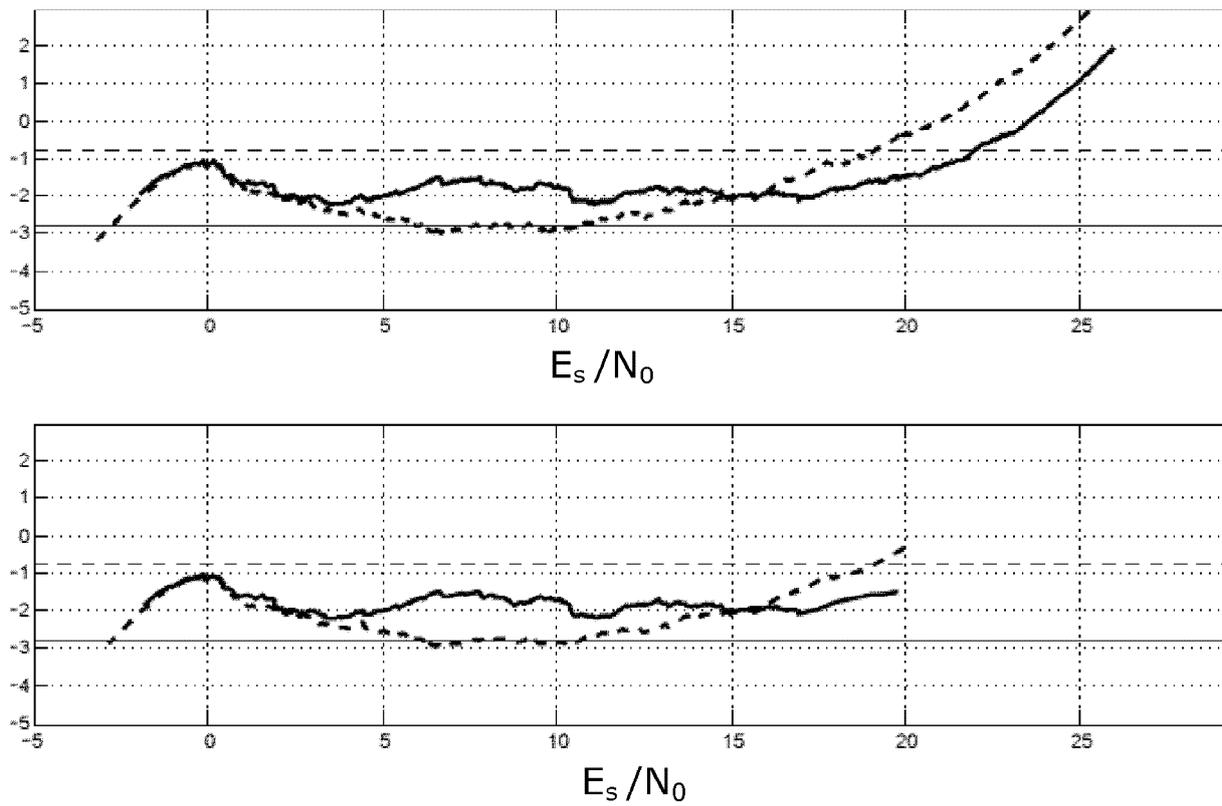


Figura 6. Y en relación con E_s/N_0 para un sistema con 2 modos. La parte superior de la figura corresponde al modo 1 y la parte inferior corresponde al modo 2.