

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 559 460**

51 Int. Cl.:

H04Q 9/00 (2006.01)

H04W 56/00 (2009.01)

G01D 4/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **30.08.2012 E 12768741 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **18.11.2015 EP 2751526**

54 Título: **Conjunto de sensor estacionario operado por batería con una transmisión de datos unidireccional**

30 Prioridad:

02.09.2011 DE 102011082098

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

12.02.2016

73 Titular/es:

**FRAUNHOFER GESELLSCHAFT ZUR
FÖRDERUNG DER ANGEWANDTEN
FORSCHUNG E.V. (100.0%)
Hansastraße 27C
80686 München, DE**

72 Inventor/es:

**BERNHARD, JOSEF y
KILIAN, GERD**

74 Agente/Representante:

ARIZTI ACHA, Monica

ES 2 559 460 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).

Conjunto de sensor estacionario operado por batería con una transmisión de datos unidireccional

DESCRIPCIÓN

- 5 Ejemplos de realización de la presente invención se refieren a un conjunto de sensor estacionario operado por batería con una transmisión de datos unidireccional. Ejemplos de realización adicionales de la presente invención se refieren a un procedimiento híbrido para la transmisión inalámbrica de paquetes de datos a modo de ráfaga en un sistema estacionario de múltiples abonados.
- 10 En la transmisión de cantidades de datos pequeñas, por ejemplo, de datos de sensor de un contador de calefacción, corriente eléctrica o agua se puede emplear un sistema de transmisión de radio. A este respecto está colocada en el sensor una instalación de medición con un emisor de datos que transmite los datos de sensor de manera inalámbrica a un receptor de datos.
- 15 En el documento US 7.057.525 B2 se describe un sistema para la lectura remota de contador unidireccional con dos instalaciones, una instalación que genera paquetes de envío cortos para la recepción móvil y una instalación que genera paquetes de envío de banda estrecha que se pueden recibir por una distancia mayor por un receptor estacionario. A este respecto se diferencian las dos señales emitidas sólo en cuanto al ancho de banda de señal.
- 20 En el documento EP 1 246 501 B1 se envían valores de consumo de un aparato de detección de datos de consumo mediante una transmisión inalámbrica. Para reducir la duración de un ciclo de emisión están reunidos los valores de consumo en paquetes, conteniendo un paquete sólo una parte de todos los valores de consumo. El número de los valores de consumo en un paquete está limitado a este respecto por la longitud máxima de los telegramas de radio.
- 25 El documento US7057525 B2 y el documento US2010/0265863 tratan también de la transmisión inalámbrica de paquetes de datos. En el caso del documento US7057525 B2, el objetivo es una transmisión de datos lo más libre de interferencias posible, en el caso del documento US2010/0265863, el objetivo es una transmisión de datos con el mayor ahorro de energía posible.
- 30 La presente invención se basa en el objetivo de crear un concepto que posibilite un aumento del alcance.
- Este objetivo se consigue mediante un conjunto de sensor estacionario operado por batería con una transmisión de datos unidireccional de acuerdo con la reivindicación 1, 14 y 15, un sistema con un conjunto de sensor estacionario operado por batería y un receptor de datos de acuerdo con la reivindicación 7, un procedimiento para enviar un
- 35 paquete de datos de sensor de acuerdo con la reivindicación 12 y un programa informático de acuerdo con la reivindicación 13.
- La presente invención crea un conjunto de sensor estacionario operado por batería con una transmisión de datos unidireccional. El conjunto de sensor estacionario operado por batería tiene un sensor, una instalación para generar
- 40 paquetes de datos y una instalación para enviar paquetes de datos. El sensor está configurado para determinar datos de sensor y para proporcionar un paquete de datos de sensor basándose en los datos de sensor, teniendo los datos de sensor una cantidad de datos inferior a 1 kbit. La instalación para generar paquetes de datos está configurada para dividir el paquete de datos de sensor en al menos dos paquetes de datos, siendo cada uno de los
- 45 de datos está configurada para enviar los paquetes de datos con una tasa de transmisión de datos inferior a 50 kbits/s y un intervalo temporal a través de un canal de comunicación.
- En ejemplos de realización se divide el paquete de datos de sensor en al menos dos paquetes de datos, enviándose los paquetes de datos con una tasa de transmisión de datos inferior a 50 kbits/s y un intervalo temporal a través del
- 50 canal de comunicación. En comparación con un conjunto de sensor estacionario operado por batería convencional en el que el paquete de datos de sensor se transmite a través del canal de comunicación con una tasa de transmisión de datos de, por ejemplo, 100 kbits/s, aumenta la relación SNR (SNR = *signal to noise ratio*, relación señal a ruido) en el receptor de datos y, con ello, también el alcance. Además se reduce mediante la división del paquete de datos de sensor en los al menos dos paquetes de datos y mediante la transmisión de los al menos dos
- 55 paquetes de datos a través del canal de comunicación con un intervalo temporal, por un lado, la carga de batería y, por otro lado, la probabilidad de error de transmisión.
- Ejemplos de realización de la presente invención se explican a continuación en más detalle haciendo referencia a los dibujos adjuntos. Muestran:
- 60 La figura 1 un diagrama de bloques de un conjunto de sensor estacionario operado por batería con una transmisión de datos unidireccional de acuerdo con un ejemplo de realización de la presente invención;

- La figura 2 un diagrama de bloques de un sistema con un conjunto de sensor estacionario operado por batería y un receptor de datos de acuerdo con un ejemplo de realización de la presente invención;
- La figura 3 un diagrama de bloques de un receptor de datos de acuerdo con un ejemplo de realización de la presente invención;
- 5 La figura 4 una representación esquemática de una distribución de paquetes de datos en diferentes frecuencias de emisión de acuerdo con un ejemplo de realización de la presente invención;
- La figura 5 una utilización de capacidad temporal de un canal de comunicación en el procedimiento Aloha;
- 10 La figura 6 en un diagrama, diferentes posibilidades de aumentar E_b/N_0 en una transmisión de un telegrama de acuerdo con un ejemplo de realización de la presente invención;
- La figura 7 un diagrama de una probabilidad de recibir un telegrama como función de una longitud de telegrama estandarizada;
- 15 La figura 8 una utilización de capacidad temporal de un canal de comunicación en una transmisión de n paquetes de datos de acuerdo con un ejemplo de realización de la presente invención;
- 20 La figura 9 un diagrama de una probabilidad de un error de telegrama en función del número de paquetes de datos para $f_N = 20$, $D_{\Sigma X} = 0,2$ y $P(XF_W) = 2,3 \cdot 10^{-10}$;
- La figura 10 un diagrama de la probabilidad de un error de telegrama en función del número de paquetes de datos para $f_N = 20$, $D_{\Sigma X} = 0,5$ y $P(XF_W) = 1,0 \cdot 10^{-4}$;
- 25 La figura 11 un diagrama de la probabilidad de un error de telegrama en función del número de paquetes de datos para $f_N = 20$, $D_{\Sigma X} = 0,8$ y $P(XF_W) = 1,1 \cdot 10^{-2}$.

30 En las figuras en la siguiente descripción de los ejemplos de realización de la invención, elementos idénticos o que funcionan del mismo modo se dotan del mismo número de referencia, de modo que sus descripciones en los diferentes ejemplos de realización se pueden intercambiar entre sí.

La figura 1 muestra un diagrama de bloques de un conjunto de sensor estacionario operado por batería 100 con una transmisión de datos unidireccional. El conjunto de sensor estacionario operado por batería 100 tiene un sensor 102, una instalación 104 para generar paquetes de datos y una instalación 106 para enviar paquetes de datos. El sensor 102 está configurado para determinar datos de sensor y para proporcionar un paquete de datos de sensor basándose en los datos de sensor, teniendo los datos de sensor una cantidad de datos inferior a 1 kbit. La instalación 104 para generar paquetes de datos está configurada para dividir el paquete de datos de sensor en al menos dos paquetes de datos, siendo cada uno de los al menos dos paquetes de datos más corto que el paquete de datos de sensor. La instalación 106 para enviar paquetes de datos está configurada para enviar los paquetes de datos con una tasa de transmisión de datos inferior a 50 kbits/s y un intervalo temporal a través de un canal de comunicación.

45 En ejemplos de realización se transmiten los datos de sensor para aumentar el alcance en una banda estrecha con una tasa de transmisión de datos inferior a 50 kbits/s, por ejemplo, con 40 kbits/s, 30 kbits/s, 20 kbits/s o 10 kbits/s, en lugar de, por ejemplo, con una tasa de transmisión de datos de 100 kbits/s. En un sistema 110 con un conjunto de sensor estacionario operado por batería 100 (emisor de datos) con una transmisión de datos unidireccional (es decir, sin canal de retorno) y un receptor de datos 120, tal como, por ejemplo, se muestra en la figura 2, aumenta la relación SNR en el receptor de datos 120 y, con ello, también el alcance. Sin embargo, como consecuencia aumenta la duración de bits y, por tanto, aumenta la energía emitida por cada bit en el sistema 110 de acuerdo con la invención con la tasa de transmisión de datos baja. Dado que la batería en el sistema 110 no se debe solicitar durante mucho tiempo sino sólo puede proporcionar una corriente eléctrica más elevada durante un tiempo corto, la duración de bits mayor supone un problema. Para garantizar una vida útil de batería larga se deberían emitir sólo ráfagas cortas. Por tanto se divide el paquete de datos de sensor de banda estrecha en paquetes de datos (subpaquetes) más pequeños para obtener sólo una carga corta a modo de pulsos de la batería. Además, los paquetes de datos pueden estar codificados por canal, por ejemplo, de modo que no son necesarios todos los paquetes de datos sino sólo cierta parte para la descodificación de las informaciones.

60 El sensor 102 del conjunto de sensor estacionario operado por batería 100 puede ser un sensor o contador tal como, por ejemplo, un sensor de temperatura, un contador de calefacción, corriente eléctrica o agua, pudiendo los datos de sensor ser un valor de sensor o un nivel de contador. El sistema 110 de acuerdo con la invención con el conjunto de sensor estacionario operado por batería 100 (emisor de datos) y el receptor de datos 120 no tiene un canal de retorno. El emisor de datos 100 puede emitir a este respecto los datos de sensor en un momento pseudoaleatorio, pudiendo el receptor de datos 120 recibir datos de sensor de varios emisores de datos 100 (diferentes).

5 La figura 3 muestra un diagrama de bloques de un receptor de datos 120 de acuerdo con un ejemplo de realización de la presente invención. El receptor de datos 120 tiene una instalación 122 para recibir paquetes de datos y una instalación 124 para leer el paquete de datos de sensor. La instalación 122 para recibir paquetes de datos está configurada para recibir los al menos dos paquetes de datos y para combinar los al menos dos paquetes de datos para determinar el paquete de datos de sensor. La instalación 124 para leer el paquete de datos de sensor está configurada para determinar los datos de sensor a partir del paquete de datos de sensor y para asignar los datos de sensor al conjunto de sensor estacionario operado por batería 100.

10 Para la sincronización del paquete de datos en el receptor de datos 120, la instalación 104 para generar paquetes de datos del conjunto de sensor estacionario operado por batería 100 puede estar configurada para dividir una secuencia de sincronización en secuencias de sincronización parciales y para dotar cada paquete de datos de una de las secuencias de sincronización parciales.

15 La instalación 122 para recibir los paquetes de datos del receptor de datos 120 puede estar configurada a este respecto para localizar los paquetes de datos en un flujo de datos de recepción basándose en las secuencias de sincronización parciales para recibir los paquetes de datos.

20 Para la sincronización de los paquetes de datos en el receptor de datos 120, por tanto, se pueden usar secuencias de sincronización. Secuencias de sincronización son secuencias de datos binarias determinísticas o pseudoaleatorias, por ejemplo, secuencias PRBS (PRBS = *pseudo random bit stream*, en español "flujo de bits pseudoaleatorio"), que se envían junto con los verdaderos datos útiles o datos de sensor en los paquetes de datos al receptor de datos 120. El receptor de datos 120 conoce las secuencias de sincronización. Mediante una correlación del flujo de datos de recepción con la secuencia de sincronización conocida, el receptor de datos 120 puede
 25 determinar la posición temporal de la secuencia de sincronización conocida en el flujo de datos de recepción. A este respecto, la función de correlación tiene en el punto de la secuencia de sincronización en el flujo de datos de recepción un pico de correlación que es mayor cuanto más coincide el flujo de datos de recepción con la secuencia de sincronización conocida. Para seguir manteniendo cortos los paquetes de datos a modo de ráfaga también se puede distribuir la secuencia de sincronización por los paquetes de datos cortos individuales para la sincronización,
 30 de modo que el paquete de datos individual tiene propiedades de sincronización peores que la sincronización mediante varios paquetes de datos. Para usar este efecto de sincronización, los momentos de los paquetes de datos sucesivos pueden ser conocidos para el receptor de datos 120. De manera alternativa, la instalación para recibir los paquetes de datos del receptor de datos 120 puede estar configurada para determinar el intervalo temporal de los paquetes de datos basándose en las secuencias de sincronización parciales para localizar la secuencia de
 35 sincronización parcial en el flujo de datos de recepción. Dado que el emisor de datos 100 y el receptor de datos 120 son estacionarios y, por tanto, permanecen inalterados durante un periodo de tiempo largo, el receptor de datos 120 puede estar configurado para determinar la secuencia temporal de los paquetes de datos mediante procedimientos de aprendizaje.

40 La instalación 104 para generar paquetes de datos del conjunto de sensor estacionario operado por batería 100 puede estar configurada para dividir el paquete de datos de sensor adicionalmente en al menos tres paquetes de datos, siendo cada uno de los al menos tres paquetes de datos más corto que el paquete de datos de sensor. Además, la instalación 106 para enviar paquetes de datos del conjunto de sensor estacionario operado por batería
 45 100 puede estar configurada para enviar los al menos dos paquetes de datos con una primera frecuencia de emisión a través del canal de comunicación y para enviar los al menos tres paquetes de datos con una segunda frecuencia de emisión a través del canal de comunicación.

50 La instalación 122 para recibir los paquetes de datos del receptor de datos 120 puede estar configurada a este respecto para recibir los al menos dos paquetes de datos en una primera frecuencia de emisión y/o para recibir los al menos tres paquetes de datos en la segunda frecuencia de emisión y para combinar los al menos dos paquetes de datos y/o los al menos tres paquetes de datos para determinar el paquete de datos de sensor.

55 La instalación 104 para generar paquetes de datos del conjunto de sensor estacionario operado por batería 100 puede estar configurada además para codificar los al menos dos paquetes de datos con una primera tasa de código (tasa de información) y para codificar los al menos tres paquetes de datos con una segunda tasa de código (tasa de información), siendo la primera tasa de código más grande que la segunda tasa de código.

60 Para ser adicionalmente robustos con respecto a interferencias o sistemas existentes u otros sistemas, los paquetes de datos se pueden distribuir sobre diferentes frecuencias de transmisión o frecuencias de emisión (canales). Por ejemplo, los paquetes de datos se pueden distribuir sobre $n = 2$, $n = 3$, $n = 4$, $n = 5$, $n = 10$ o $n = 20$ canales.

La figura 4 muestra una representación esquemática de una distribución de paquetes de datos en diferentes frecuencias de emisión de acuerdo con un ejemplo de realización de la presente invención. En la figura 4 se dividen los paquetes de datos a modo de ejemplo en tres frecuencias de emisión o canales de frecuencia. El telegrama a

transmitir (paquete de datos de sensor) tiene a modo de ejemplo una cantidad de datos de 75 bytes, transmitiéndose los paquetes de datos a modo de ejemplo con una tasa de transmisión de datos de 20 kbits/s a través del canal de comunicación. La longitud de cada paquete de datos asciende a este respecto, por ejemplo, a 10 ms (= 200 bits), de lo que resulta una longitud de telegrama total de 220 s (tasa de actualización de aproximadamente 4 minutos).

5 En el ejemplo de realización mostrado en la figura 4, la instalación 104 para generar paquetes de datos del conjunto de sensor estacionario operado por batería 100 está configurada para dividir el paquete de datos de sensor en 12 paquetes de datos para dividir el paquete de datos de sensor adicionalmente en 6 paquetes de datos y para dividir el paquete de datos de sensor adicionalmente en 4 paquetes de datos. Además, la instalación 106 para enviar los
10 paquetes de datos del conjunto de sensor estacionario operado por batería 100 está configurada para enviar los 4 paquetes de datos en una primera frecuencia de emisión (canal 1), enviar los 6 paquetes de datos en una segunda frecuencia de emisión (canal 2) y enviar los 12 paquetes de datos en una tercera frecuencia de emisión (canal 3).

15 Además, los datos en los canales individuales pueden estar codificados de diferente manera para ser óptimos para diferentes escenarios de aplicación. Así, por ejemplo, el canal 3 podría estar codificado con una tasa de 1/4 y se podrían enviar paquetes de datos en este canal con una frecuencia mayor que en el canal 1, al enviarse con una frecuencia menor con una tasa de código más elevada de, por ejemplo, 3/4. Así sería posible, en el caso de interferencias en un canal u otro, descodificar además el respectivo otro canal. En el caso sin interferencia se descodificarían los paquetes de datos de todos los canales MLE (MLE = *maximum likelihood estimation*, en español
20 "estimación de máxima verosimilitud"). En el entorno rural, en el que la densidad de emisores es menor, se podría conseguir con la tasa de código y la tasa de emisión de paquetes elevada un alcance elevado. Si aumenta la densidad de emisores, entonces se produce en este canal un aumento de colisión e interferencias. En el caso de densidades de emisores elevadas en el entorno urbano, la tasa de emisión menor en el canal 1 conduciría a menos colisiones, aunque también a un alcance menor debido a la tasa de código más elevada. Sin embargo, en el caso de
25 densidades de emisores elevadas no es necesario un alcance elevado, ya que debido a las muchas colisiones se produce una limitación de alcance por la carga. Una limitación de alcance por la carga significa que debido a las colisiones que se producen se codifican los emisores de datos próximos más intensos (mejor relación señal/ruido) y se cubren los emisores de datos más débiles más alejados. En ejemplos de realización puede ser ventajoso emitir con una menor tasa de código en el caso de densidades de emisores elevadas aunque esto conduzca a una latencia
30 más elevada.

A continuación se describen en más detalle las mejoras y ventajas de la presente invención con respecto al estado de la técnica.

35 La figura 5 muestra una utilización de capacidad temporal de un canal de comunicación en el procedimiento Aloha. A este respecto, la abscisa define el tiempo y la ordenada define la frecuencia. En el procedimiento Aloha se transmiten en un canal desde un emisor de datos A datos útiles en denominados telegramas de manera dividida en uno o varios paquetes de datos. Además, en el mismo canal $n = 0$, otros emisores de datos X_i , X_j y X_k , con $i \in \{1, \dots, n\}$, $j \in \{1, \dots, n\}$ y $k \in \{1, \dots, n\}$ también transmiten paquetes de datos. Si la transmisión de un paquete de datos de un emisor de datos X se solapa temporalmente con la emisión de un paquete de datos desde el emisor de datos A, entonces se perturba la transmisión del paquete de datos desde el emisor de datos A, tal como se muestra en la
40 figura 5. La emisión de paquetes de datos desde los emisores de datos X se realiza de manera aleatoria.

La longitud de los paquetes de datos del emisor de datos A asciende a T_A , aquélla de los emisores de datos X_i asciende a $T_{X,i}$. La ocupación de canal de un emisor de datos X_i individual viene definida por la denominada relación duración-período (en inglés *duty cycle*) del respectivo emisor de datos $D_{X,i} = \tau/T \in [0,1]$ como relación del tiempo de emisión τ con respecto al tiempo operativo T . Un emisor de datos puede adoptar a este respecto el estado de emisor S igual a encendido (1) o apagado (0), esto es, $S \in \{0,1\}$. La probabilidad de una transmisión sin interferencias se puede aproximar en
50

$$P(A_A) = e^{-\frac{(T_A + T_X) D_{\Sigma X}}{T_X}}$$

A este respecto, $D_{\Sigma X} = kD_X$ es la relación duración-período de suma de los emisores de datos X interferentes.

55 Para la recepción de una transmisión es necesario en el receptor de datos 120 principalmente una relación E_b/N_0 que depende de la modulación y codificación de canal utilizadas. E_b designa a este respecto la energía por cada bit, N_0 designa la densidad de potencia de ruido, la potencia del ruido en un ancho de banda estandarizado. La relación SNR (SNR = *signal to noise ratio*, en español "relación señal a ruido") viene definida como

$$60 \quad SNR = \frac{S}{N}$$

con la energía de señal S y la potencia de ruido N . La potencia de ruido se refiere a este respecto a un determinado ancho de banda, es válido $N = BN_0$ con el ancho de banda B . La potencia de señal se calcula con $S = E_b D$. Con ello es válido

5

$$\frac{E_b}{N_0} = \frac{S}{N} \frac{B}{D}$$

o

10

$$\frac{S}{N} = \frac{E_b}{N_0} \frac{D}{B}$$

con la tasa de transmisión de datos D . A medida que se aleja el receptor de datos 120 del emisor de datos A disminuye habitualmente la energía recibida por cada bit E_b . Para aumentar ahora el alcance de una transmisión están disponibles principalmente diferentes posibilidades. Por ejemplo, se puede aumentar la potencia de emisión, con lo que también se aumenta la energía por cada bit E_b , lo que, sin embargo, a menudo no se puede aplicar desde el punto de vista regulatorio. Además se puede utilizar una modulación o codificación de canal con una relación E_b/N_0 baja, estando esto limitado por el límite Shannon. De manera alternativa se puede prolongar la duración de emisión del telegrama (paquete de datos de sensor), por lo que se reduce la tasa de transmisión de datos y se aumenta la energía por cada bit E_b , que es el enfoque descrito a continuación.

20

La figura 6 muestra en un diagrama diferentes posibilidades para aumentar E_b/N_0 en el caso de una transmisión de un telegrama (paquete de datos de sensor) de acuerdo con un ejemplo de realización de la presente invención. A este respecto, la abscisa define el tiempo y la ordenada define la frecuencia. Una reducción de la tasa de transmisión de datos del emisor de datos A se puede realizar mediante una tasa de símbolos menor (emisor B), tal como se ilustra en la figura 6, mediante el uso de una tasa de código menor (emisor C) o mediante una combinación de ambas maneras (emisor D). De este modo se prolonga el tiempo necesario para la transmisión, pudiendo el emisor de datos 100 irradiar así más energía con la misma potencia de emisión y un tiempo de emisión más largo.

25

Por ejemplo, la instalación para enviar los paquetes de datos puede estar configurada para dotar los paquetes de datos de una tasa de símbolos inferior a $1 \cdot 10^6$ símbolos/s o también inferior a $5 \cdot 10^5$ símbolos/s, $3 \cdot 10^5$ símbolos/s, $2 \cdot 10^5$ símbolos/s o $1 \cdot 10^5$ símbolos/s, y/o una tasa de código inferior a 0,8 o también inferior a 0,5, 0,3, 0,25 o 0,1.

30

Si se utiliza una tasa de código menor, es necesaria en general una relación E_b/N_0 menor para una transmisión. Sin embargo, el ancho de banda necesario aumenta en comparación con el uso de una modulación más lenta. En todos los casos esbozados se prolonga la emisión. En el caso de la reducción de la tasa de símbolos con

35

$$P(A_A) = e^{-\frac{(T_A+T_X)D_{\Sigma X}}{T_X}}$$

esto conduce conjuntamente a una reducción de la probabilidad de transmisión.

40

La figura 7 muestra un diagrama de una probabilidad de recibir un telegrama (paquete de datos de sensor) como función de una longitud de telegrama estandarizada. A este respecto, la abscisa define la longitud de telegrama estandarizada f_N con $f_N = T_A / T_X$ y la ordenada define la probabilidad $P(A)$ de recibir el telegrama.

45

Una primera curva 150 define la probabilidad $P(A)$ de recibir el telegrama (paquete de datos de sensor) para $D_{\Sigma X} = 0,05$; una segunda curva 152 define la probabilidad $P(A)$ de recibir el telegrama para $D_{\Sigma X} = 0,10$; una tercera curva 154 define la probabilidad $P(A)$ de recibir el telegrama para $D_{\Sigma X} = 0,15$; una cuarta curva 156 define la probabilidad $P(A)$ de recibir el telegrama para $D_{\Sigma X} = 0,20$; y una quinta curva 158 define la probabilidad $P(A)$ de recibir el telegrama para $D_{\Sigma X} = 0,30$.

50

En la figura 7 se puede apreciar que la probabilidad $P(A)$ de recibir el telegrama (paquete de datos de sensor) disminuye a medida que aumenta la longitud del telegrama. Además, disminuye la probabilidad $P(A)$ de recibir el telegrama a medida que aumenta la relación duración-período de suma $D_{\Sigma X}$. Sin embargo, para aumentar el alcance es necesaria una prolongación de la duración de emisión del telegrama (paquete de datos de sensor) o una reducción de la tasa de transmisión de datos.

55

En ejemplos de realización se divide el paquete de datos de sensor en al menos dos paquetes de datos, enviándose los paquetes de datos con una tasa de transmisión de datos inferior a 50 kbits/s y un intervalo temporal a través del

canal de comunicación. Mediante la división del paquete de datos de sensor en los al menos dos paquetes de datos y mediante la transmisión de los al menos dos paquetes de datos a través del canal de comunicación con un intervalo temporal se reduce, por un lado, la carga de batería y, por otro lado, la probabilidad de error de transmisión, tal como se expone a continuación.

5 Tal como, por ejemplo, se ilustra en la figura 8, el telegrama (paquete de datos de sensor) se puede transmitir con ayuda de varios n paquetes de datos (del mismo tamaño). Si se supone un código ideal, entonces se tienen que recibir en el receptor de datos 120 al menos $\lceil cn \rceil$ paquetes de datos sin errores al utilizar la tasa de código c para que el telegrama (paquete de datos de sensor) se pueda reconstruir sin errores. Con ello, con la probabilidad de error de paquetes $P(PF)$ se calcula la probabilidad de un error de telegrama $P(TF)$ con $p = 1 - P(PF)$ en

$$P(TF) = P(X < \lceil cn \rceil) = \sum_{k=0}^{\lceil cn \rceil - 1} (1-p)^{n-k} p^k \binom{n}{k}$$

15 Para las siguientes consideraciones se parte de que los paquetes de datos emitidos se emiten en momentos aleatorios. Además, a continuación se supone que un sistema X ya está en funcionamiento. Las emisiones se deben realizar de manera aleatoria, la cantidad de datos es constante para todos los emisores de datos del sistema X , T_X es la duración de emisión de cada emisor de datos del sistema X . $D_{\Sigma X}$ es la relación duración-periodo de suma de todos los emisores de datos del sistema X .

20 Ahora se debe operar un emisor de datos A adicional, refiriéndose el emisor de datos A al conjunto de sensor estacionario operado por batería 100. El emisor de datos A se ve perturbado por emisiones del sistema X existente. El emisor de datos A debe transmitir la misma cantidad de datos que en el sistema X y utilizar la misma modulación.

25 El alcance del emisor de datos A se debe aumentar con respecto al sistema X existente mediante el aumento de E_b en el factor f_N . Con ello se prolonga la duración de emisión del telegrama en el factor f_N . Un telegrama se transmite de manera dividida en n paquetes de datos individuales. T_T es la duración de emisión total de un telegrama, $T_P = T_T/n$ es la duración de emisión de un paquete de datos. Con ello se obtiene para la tasa de error de paquete

$$P(PF) = 1 - e^{-\frac{(T_P + T_X) D_{\Sigma X}}{T_X}} = 1 - e^{-\frac{(\frac{T_T}{n} + T_X) D_{\Sigma X}}{T_X}} = 1 - e^{-\frac{(\frac{T_T}{n} + T_X) D_{\Sigma X}}{T_X}} = 1 - e^{-\frac{(f_N + 1) D_{\Sigma X}}{n}}$$

30 De acuerdo con ello, la probabilidad de un error de paquete aumenta con un f_N más grande y disminuye con un n más grande, es independiente de la tasa de código c .

35 Un emisor de datos del sistema X puede emitir f_N telegramas durante el tiempo de emisión que requiere el emisor de datos A para un telegrama. De este modo aumenta la probabilidad de que un telegrama de un emisor X se pueda transmitir en el tiempo en el que el emisor de datos A transmite un telegrama.

40 La probabilidad para el emisor de datos X con f_N telegramas transmitidos en el que cada uno tiene una probabilidad de error de $P(XF)$ de no recibir ninguno se calcula tal como en un código de repetición en

$$P(XF_w) = P(XF)^{f_N}$$

45 El ancho de banda estandarizado con respecto a los emisores de datos del sistema X del emisor de datos A se calcula en

$$b_N = \frac{f_N}{c}$$

50 La figura 9 muestra un diagrama de una probabilidad de un error de telegrama en función del número de paquetes de datos para $f_N = 20$, $D_{\Sigma X} = 0,2$ y $P(XF_w) = 2,3 \cdot 10^{-10}$. Una primera curva 160 define la probabilidad de un error de telegrama para $c = 1$ y $b_N = 0,05$; una segunda curva 162 define la probabilidad de un error de telegrama para $c = 0,5$ y $b_N = 0,1$; una tercera curva 164 define la probabilidad de un error de telegrama para $c = 0,33$ y $b_N = 0,15$; una cuarta curva 166 define la probabilidad de un error de telegrama para $c = 0,25$ y $b_N = 0,20$; una quinta curva 168 define la probabilidad de un error de telegrama para $c = 0,13$ y $b_N = 0,4$; y una sexta curva 170 define la tasa de error de paquete $P(PF)$.

55 La figura 10 muestra un diagrama de la probabilidad de un error de telegrama en función del número de paquetes de

datos para $f_N = 20$, $D_{\Sigma X} = 0,5$ y $P(XF) = 1,0 \cdot 10^{-4}$. Una primera curva 172 define la probabilidad de un error de telegrama para $c = 1$ y $b_N = 0,05$; una segunda curva 174 define la probabilidad de un error de telegrama para $c = 0,5$ y $b_N = 0,1$; una tercera curva 176 define la probabilidad de un error de telegrama para $c = 0,33$ y $b_N = 0,15$; una cuarta curva 178 define la probabilidad de un error de telegrama para $c = 0,25$ y $b_N = 0,20$; una quinta curva 180 define la probabilidad de un error de telegrama para $c = 0,13$ y $b_N = 0,4$; y una sexta curva 182 define la tasa de error de paquete $P(PF)$.

La figura 11 muestra un diagrama de la probabilidad de un error de telegrama en función del número de paquetes de datos para $f_N = 20$, $D_{\Sigma X} = 0,8$ y $P(XF_W) = 1,1 \cdot 10^{-2}$. Una primera curva 184 define la probabilidad de un error de telegrama para $c = 1$ y $b_N = 0,05$; una segunda curva 186 define la probabilidad de un error de telegrama para $c = 0,5$ y $b_N = 0,1$; una tercera curva 188 define la probabilidad de un error de telegrama para $c = 0,33$ y $b_N = 0,15$; una cuarta curva 190 define la probabilidad de un error de telegrama para $c = 0,25$ y $b_N = 0,20$; una quinta curva 192 define la probabilidad de un error de telegrama para $c = 0,13$ y $b_N = 0,4$; y una sexta curva 194 define la tasa de error de paquete $P(PF)$.

En las figuras 9 a 11 se puede apreciar que una división del telegrama (paquete de datos de sensor) en al menos dos paquetes de datos que están protegidos con una corrección de error hacia delante (en inglés *forward error correction code*) aumenta la probabilidad de transmisión. Esto también se puede considerar bajo el aspecto "diversidad de tiempo". Ésta es la base del concepto de acuerdo con la invención de dotar el telegrama o paquete de datos de sensor de una corrección de error hacia delante y dividirlo en al menos dos paquetes de datos y transmitir éstos en momentos pseudoaleatorios. A este respecto, las emisiones del conjunto de sensor estacionario operado por batería 100 se prolongan (se reduce la tasa de transmisión de datos) para aumentar el alcance. Con el procedimiento esbozado se contrarresta la disminución asociada normalmente de la seguridad de transmisión.

Por tanto, en ejemplos de realización se aumenta el alcance mediante una transmisión en una banda más estrecha y una codificación de canal adicional. Además, para mejorar la seguridad de transmisión (perturbación por otros sistemas) y para conseguir una carga menor de la batería se dividen los paquetes de datos de sensor de banda estrecha en varios paquetes de datos cortos. Los paquetes de datos también se pueden transmitir adicionalmente en diferentes bandas de frecuencia (en inglés *frequency hopping*). Además se utilizan secuencias de sincronización cortas para una sincronización mejor.

Ejemplos de realización adicionales de la presente invención crean un procedimiento para enviar un paquete de datos de sensor en un conjunto de sensor estacionario operado por batería con una transmisión de datos unidireccional. En una primera etapa se determinan con un sensor datos de sensor y se proporciona un paquete de datos de sensor basándose en los datos de sensor, teniendo los datos de sensor una cantidad de datos inferior a 1 kbit. En una segunda etapa se generan paquetes de datos, dividiéndose, en la generación de paquetes de datos, el paquete de datos de sensor en al menos dos paquetes de datos, y siendo cada uno de los al menos dos paquetes de datos más corto que el paquete de datos de sensor. En una tercera etapa se envían los al menos dos paquetes de datos con una tasa de transmisión de datos inferior a 50 kbits/s y un intervalo temporal a través de un canal de comunicación.

Ejemplos de realización adicionales de la presente invención se refieren a un procedimiento de transmisión unidireccional inalámbrico para campos de aplicación con un emisor de datos 100 estacionario y un receptor de datos 120 estacionario, teniendo el receptor de datos más tiempo en comparación para recibir los datos.

Aunque se hayan descrito algunos aspectos en relación con un dispositivo se entiende que estos aspectos también constituyen una descripción del procedimiento correspondiente, de modo que un bloque o un componente de un dispositivo también se debe entender como una etapa de procedimiento correspondiente o como una característica de una etapa de procedimiento. De manera análoga a ello, aspectos que se han descrito en relación con una etapa de procedimiento o como una etapa de procedimiento, también constituyen una descripción de un bloque o detalle o característica correspondiente de un dispositivo correspondiente. Algunas o todas las etapas de procedimiento se pueden realizar mediante un aparato de hardware (o utilizando un aparato de hardware) tal como, por ejemplo, un microprocesador, un ordenador programable o un circuito electrónico. En algunos ejemplos de realización se pueden realizar algunas o varias de las etapas de procedimiento más importantes mediante un aparato de este tipo.

Según determinados requisitos de implementación pueden estar implementados ejemplos de realización de la invención en hardware o en software. La implementación se puede realizar utilizando un medio de almacenamiento digital, por ejemplo, un disquete, un DVD, un Blu-ray Disc, un CD, una ROM, una PROM, una EPROM, una EEPROM o una memoria FLASH, un disco duro u otra memoria magnética u óptica en la que están almacenadas señales de control electrónicamente legibles que pueden colaborar o colaboran con un sistema informático programable de modo que se realiza el respectivo procedimiento. Por tanto, el medio de almacenamiento digital puede ser legible por ordenador.

Algunos ejemplos de realización de acuerdo con la invención comprenden, por tanto, un soporte de datos que tiene

señales de control electrónicamente legibles que son capaces de colaborar con un sistema informático programable de modo que se realiza uno de los procedimientos descritos en el presente documento.

5 En general, ejemplos de realización de la presente invención pueden estar implementados como producto de programa informático con un código de programa, actuando el código de programa en el sentido de que realiza uno de los procedimientos cuando se ejecuta el producto de programa informático en un ordenador.

El código de programa, por ejemplo, también puede estar almacenado en un soporte legible por máquina.

10 Otros ejemplos de realización comprenden el programa informático para realizar uno de los procedimientos descritos en el presente documento, estando el programa informático almacenado en un soporte legible por máquina. Dicho de otro modo, un ejemplo de realización del procedimiento de acuerdo con la invención, por tanto, es un programa informático que tiene un código de programa para realizar uno de los procedimientos descritos en el presente documento cuando el programa informático se ejecuta en un ordenador.

15 Un ejemplo de realización adicional de los procedimientos de acuerdo con la invención es, por tanto, un soporte de datos (o un medio de almacenamiento digital o un medio legible por ordenador) en el que está grabado el programa informático para realizar uno de los procedimientos descritos en el presente documento.

20 Un ejemplo de realización adicional del procedimiento de acuerdo con la invención es, por tanto, un flujo de datos o una secuencia de señales que constituye el programa informático para realizar uno de los procedimientos descritos en el presente documento. El flujo de datos o la secuencia de señales, por ejemplo, puede estar configurado o configuradas en el sentido de que se transfieren mediante una conexión de comunicación de datos, por ejemplo, mediante Internet.

25 Un ejemplo de realización adicional comprende una instalación de procesamiento, por ejemplo, un ordenador o un dispositivo lógico programable que está configurado o adaptado en el sentido de que realiza uno de los procedimientos descritos en el presente documento.

30 Un ejemplo de realización adicional comprende un ordenador en el que está instalado el programa informático para realizar uno de los procedimientos descritos en el presente documento.

35 Un ejemplo de realización adicional de acuerdo con la invención comprende un dispositivo o un sistema que está diseñado para transmitir un programa informático para realizar al menos uno de los procedimientos descritos en el presente documento a un receptor. La transmisión se puede realizar, por ejemplo, de manera electrónica u óptica. El receptor, por ejemplo, puede ser un ordenador, un aparato móvil, un aparato de almacenamiento o un dispositivo similar. Por ejemplo, el dispositivo o el sistema puede comprender un servidor de archivos para la transmisión del programa informático al receptor.

40 En algunos ejemplos de realización se puede utilizar un dispositivo lógico programable (por ejemplo, un arreglo de compuertas programable en campo, un FPGA (*Field Programmable Gate Array*) para realizar algunas o todas las funcionalidades de los procedimientos descritos en el presente documento. En algunos ejemplos de realización puede colaborar un arreglo de compuertas programable en campo con un microprocesador para realizar uno de los procedimientos descritos en el presente documento. En general se realizan los procedimientos en algunos ejemplos de realización por parte de cualquier dispositivo de hardware. Éste puede ser un hardware que se puede emplear de manera universal tal como un procesador de ordenador (CPU) o hardware específico del procedimiento tal como, por ejemplo, un ASIC.

50 Los ejemplos de realización descritos anteriormente constituyen sólo una ilustración de los principios de la presente invención. Se entiende que modificaciones y variaciones de las disposiciones y los detalles descritos en el presente documento serán evidentes para otros expertos en la técnica. Por tanto, se pretende que la invención sólo esté limitada por el alcance de protección de las siguientes reivindicaciones y no por los detalles específicos que se presentaron en el presente documento mediante la descripción y la explicación de los ejemplos de realización.

REIVINDICACIONES

1. Conjunto de sensor estacionario operado por batería con una transmisión de datos unidireccional, con las siguientes características:

- 5 un sensor para determinar datos de sensor y para proporcionar un paquete de datos de sensor basándose en los datos de sensor, teniendo los datos de sensor una cantidad de datos inferior a 1 kbit;
- una instalación para generar paquetes de datos que está configurada para dividir el paquete de datos de sensor en al menos dos paquetes de datos, siendo cada uno de los al menos dos paquetes de datos más corto que el
- 10 paquete de datos de sensor; y
- una instalación para enviar paquetes de datos que está configurada para enviar los paquetes de datos con una tasa de transmisión de datos inferior a 50 kbits/s y un intervalo temporal a través de un canal de comunicación;
- estando la instalación para generar paquetes de datos configurada para dividir una secuencia de sincronización en secuencias de sincronización parciales y para dotar cada paquete de datos de una de las secuencias de
- 15 sincronización parciales para la sincronización del paquete de datos en un receptor de datos.

2. Conjunto de sensor estacionario operado por batería de acuerdo con la reivindicación anterior, estando la instalación para enviar los paquetes de datos configurada para elegir el intervalo temporal de los paquetes de datos de modo que está reducida una carga de batería del conjunto de sensor estacionario operado por batería.

3. Conjunto de sensor estacionario operado por batería de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, estando la instalación para enviar los paquetes de datos configurada para dotar los paquetes de datos de una tasa de símbolos inferior a 10^6 símbolos/s y/o una tasa de código inferior a 0,8.

4. Conjunto de sensor estacionario operado por batería de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, estando la instalación para generar paquetes de datos configurada para dividir el paquete de datos de sensor adicionalmente en al menos tres paquetes de datos, siendo cada uno de los al menos tres paquetes de datos más corto que el paquete de datos de sensor; y estando la instalación para enviar paquetes de datos configurada para enviar los al menos dos paquetes de datos con una primera frecuencia de emisión a través del canal de comunicación y para enviar los al menos tres paquetes de datos con una segunda frecuencia de emisión a través del canal de comunicación.

5. Conjunto de sensor estacionario operado por batería de acuerdo con la reivindicación 4, estando la instalación para generar paquetes de datos configurada para codificar los al menos dos paquetes de datos con una primera tasa de código y para codificar los al menos tres paquetes de datos con una segunda tasa de código, siendo la primera tasa de código más grande que la segunda tasa de código.

6. Conjunto de sensor estacionario operado por batería de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, estando la instalación para enviar los paquetes de datos configurada para enviar los paquetes de datos con una tasa de transmisión de datos inferior a 10 kbits/s.

7. Sistema con un conjunto de sensor estacionario operado por batería de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores y un receptor de datos para recibir el paquete de datos de sensor, teniendo el receptor de datos las siguientes características:

- 45 una instalación para recibir paquetes de datos que está configurada para recibir los al menos dos paquetes de datos y para combinar los al menos dos paquetes de datos para determinar el paquete de datos de sensor; y
- una instalación para leer el paquete de datos de sensor que está configurada para determinar los datos de sensor a partir del paquete de datos de sensor y para asignar los datos de sensor al conjunto de sensor
- 50 estacionario operado por batería.

8. Sistema de acuerdo con la reivindicación 7, teniendo los al menos dos paquetes de datos en cada caso una secuencia de sincronización parcial para la sincronización del paquete de datos en el receptor de datos; y estando la instalación para recibir los paquetes de datos configurada para localizar los paquetes de datos en un flujo de datos de recepción basándose en las secuencias de sincronización parciales para recibir los paquetes de datos.

9. Sistema de acuerdo con la reivindicación 8, estando la instalación para recibir los paquetes de datos configurada para determinar el intervalo temporal de los paquetes de datos basándose en las secuencias de sincronización parciales para localizar las secuencias de sincronización parciales en el flujo de datos de recepción.

10. Sistema de acuerdo con una de las reivindicaciones 7 a 9, enviándose el paquete de datos de sensor dividido en al menos dos paquetes de datos con una primera frecuencia de emisión y adicionalmente dividido en al menos tres paquetes de datos con una segunda frecuencia de emisión a través del canal de comunicación; estando la instalación para recibir los paquetes de datos configurada para recibir los al menos dos paquetes de datos en una

primera frecuencia de emisión y/o para recibir los al menos tres paquetes de datos en la segunda frecuencia de emisión, y para combinar los al menos dos paquetes de datos y/o los al menos tres paquetes de datos para determinar el paquete de datos de sensor.

5 11. Sistema de acuerdo con la reivindicación 10, enviándose los al menos dos paquetes de datos codificados con una primera tasa de código y los al menos tres paquetes de datos con una segunda tasa de código a través del canal de comunicación; estando la instalación para recibir los paquetes de datos configurada para descodificar los al menos dos paquetes de datos y/o para descodificar los al menos tres paquetes de datos.

10 12. Procedimiento para enviar un paquete de datos de sensor en un conjunto de sensor estacionario operado por batería con una transmisión de datos unidireccional, con las siguientes etapas:

determinar datos de sensor con un sensor y proporcionar un paquete de datos de sensor basándose en los datos de sensor, teniendo los datos de sensor una cantidad de datos inferior a 1 kbit;
 15 generar paquetes de datos, dividiéndose en la generación de paquetes de datos el paquete de datos de sensor en al menos dos paquetes de datos, y siendo cada uno de los al menos dos paquetes de datos más corto que el paquete de datos de sensor; y
 enviar los al menos dos paquetes de datos con una tasa de transmisión de datos inferior a 50 kbits/s y un intervalo temporal a través de un canal de comunicación;
 20 dividiéndose una secuencia de sincronización en secuencias de sincronización parciales en la generación de paquetes de datos y dotándose cada paquete de datos de una de las secuencias de sincronización parciales para la sincronización del paquete de datos en un receptor de datos.

13. Programa informático con un código de programa para realizar el procedimiento de acuerdo con la reivindicación 12 cuando el programa informático se ejecuta en un ordenador o microprocesador.

14. Conjunto de sensor estacionario operado por batería con una transmisión de datos unidireccional, con las siguientes características:

30 un sensor para determinar datos de sensor y para proporcionar un paquete de datos de sensor basándose en los datos de sensor, teniendo los datos de sensor una cantidad de datos inferior a 1 kbit;
 una instalación para generar paquetes de datos que está configurada para dividir el paquete de datos de sensor en al menos tres paquetes de datos, siendo cada uno de los al menos tres paquetes de datos más corto que el paquete de datos de sensor; y
 35 una instalación para enviar paquetes de datos que está configurada para enviar los paquetes de datos con una tasa de transmisión de datos inferior a 50 kbits/s y un intervalo temporal a través de un canal de comunicación;
 estando la instalación para generar paquetes de datos configurada para codificar por canal los al menos tres paquetes de datos de modo que sólo una parte de los paquetes de datos es necesaria para descodificar el paquete de datos de sensor.

40 15. Conjunto de sensor estacionario operado por batería con una transmisión de datos unidireccional, con las siguientes características:

45 un sensor para determinar datos de sensor y para proporcionar un paquete de datos de sensor basándose en los datos de sensor, teniendo los datos de sensor una cantidad de datos inferior a 1 kbit;
 una instalación para generar paquetes de datos que está configurada para dividir el paquete de datos de sensor en al menos dos paquetes de datos, siendo cada uno de los al menos dos paquetes de datos más corto que el paquete de datos de sensor; y
 50 una instalación para enviar paquetes de datos que está configurada para enviar los paquetes de datos con una tasa de transmisión de datos inferior a 50 kbits/s y un intervalo temporal a través de un canal de comunicación;
 estando la instalación para generar paquetes de datos configurada para dividir el paquete de datos de sensor adicionalmente en al menos tres paquetes de datos, siendo cada uno de los al menos tres paquetes de datos más corto que el paquete de datos de sensor; y
 55 estando la instalación para enviar paquetes de datos configurada para enviar los al menos dos paquetes de datos con una primera frecuencia de emisión a través del canal de comunicación y para enviar los al menos tres paquetes de datos con una segunda frecuencia de emisión a través del canal de comunicación.

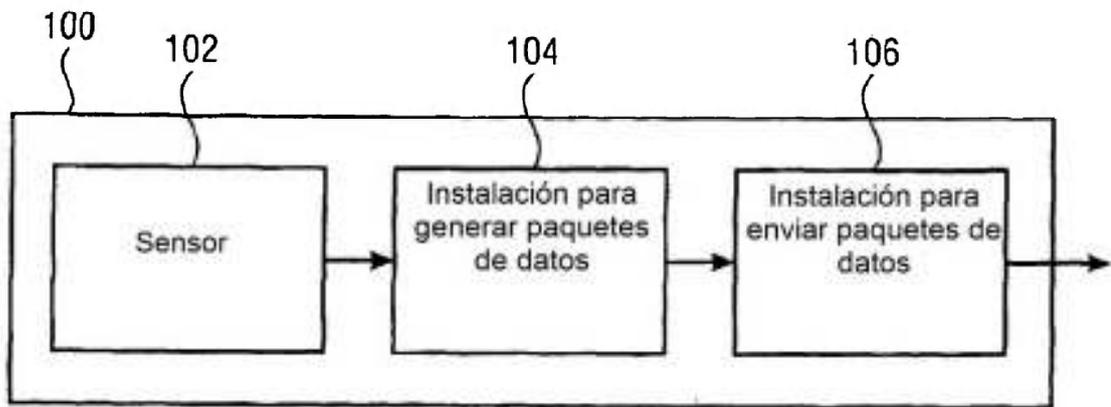


FIG 1

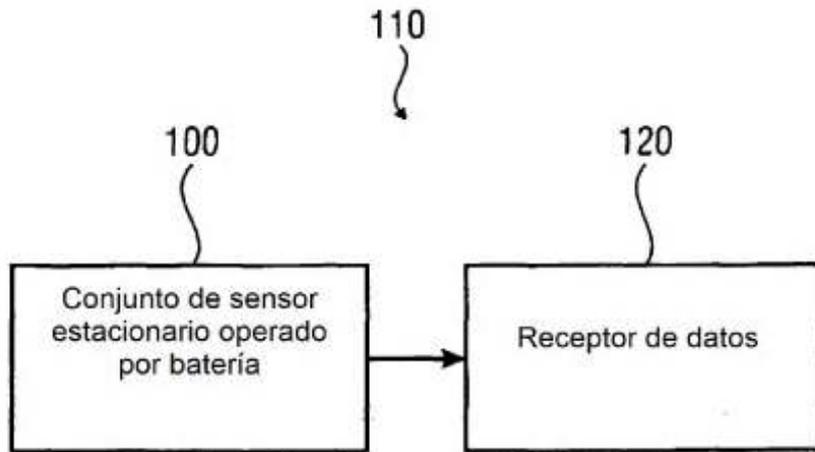


FIG 2

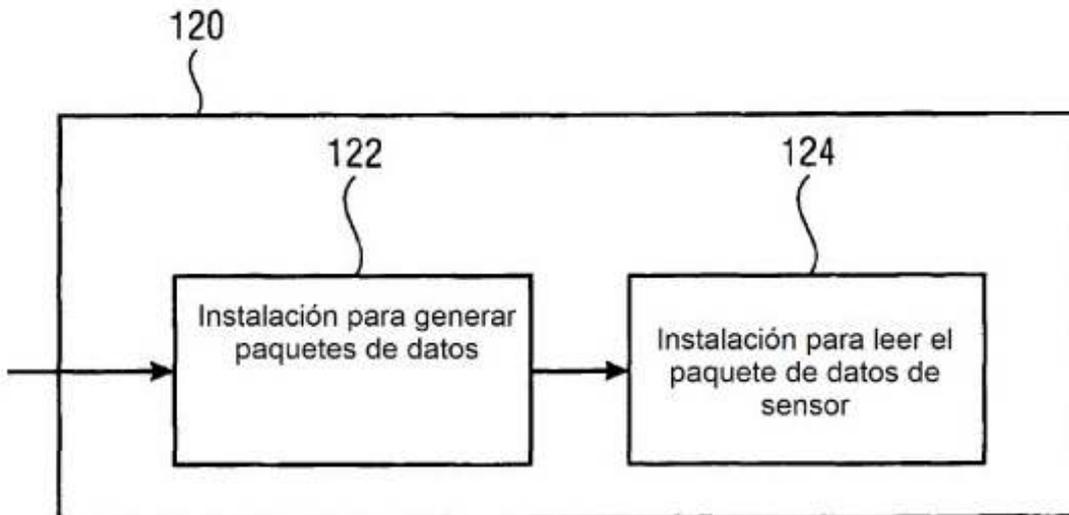


FIG 3

Ejemplo: Transmisión de un paquete de datos de 75 bytes

Tasa de transmisión de datos: 20 kbits/s
 Longitud de paquete: 10 ms (= 200 bits)
 Longitud de telegrama total: 220 s (→ tasa de actualización de aproximadamente 4 minutos)

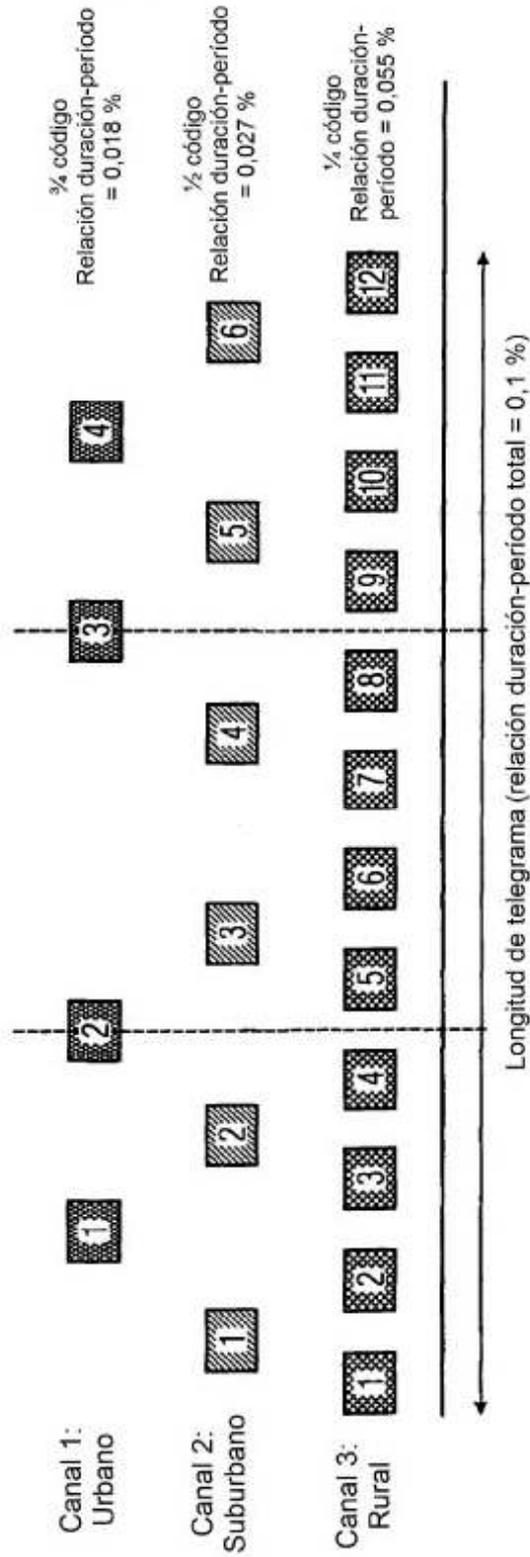


FIG 4

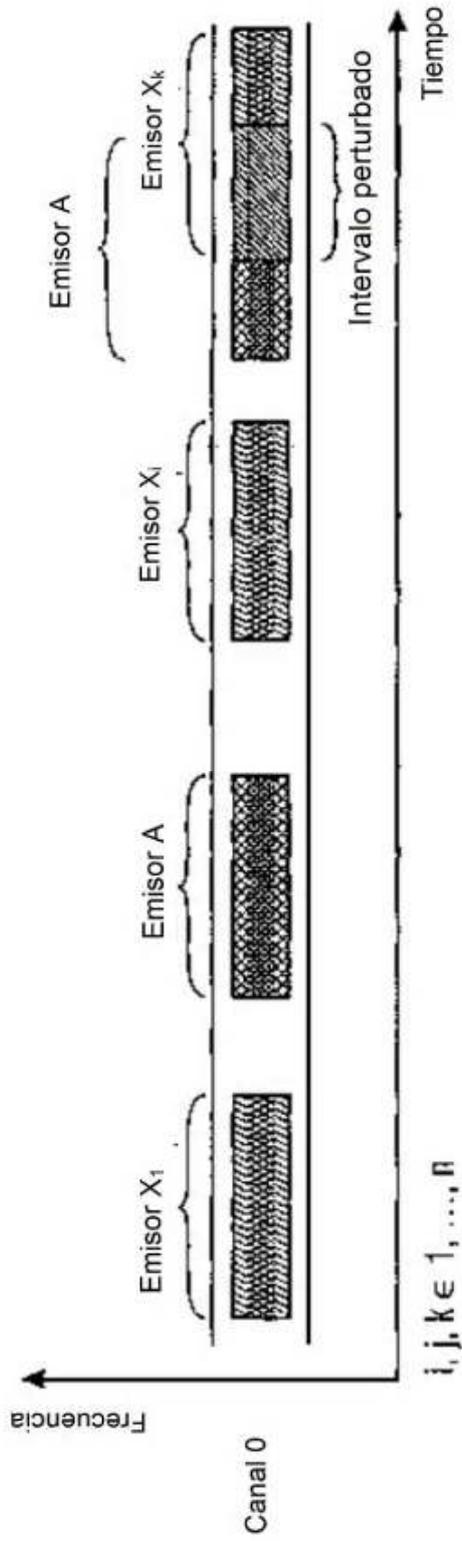


FIG 5

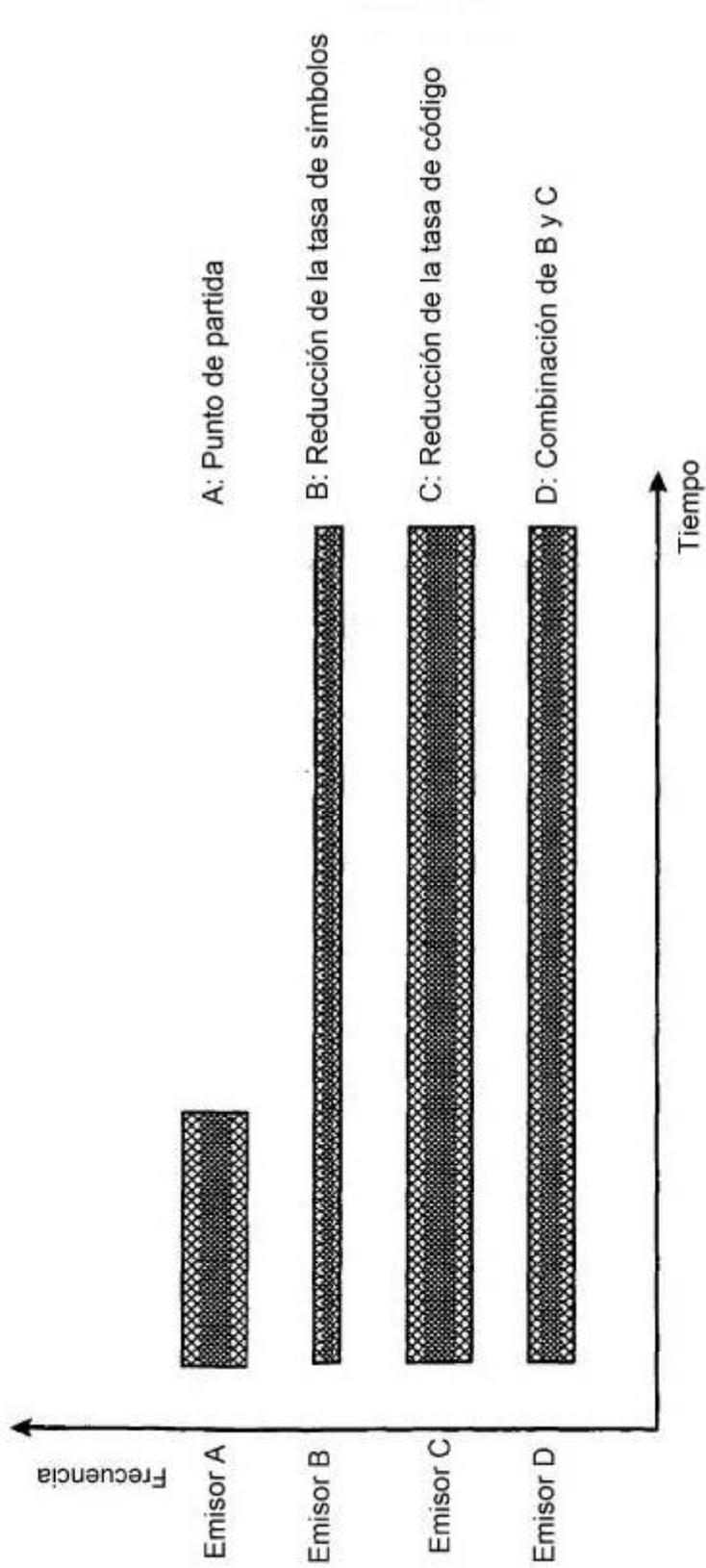


FIG 6

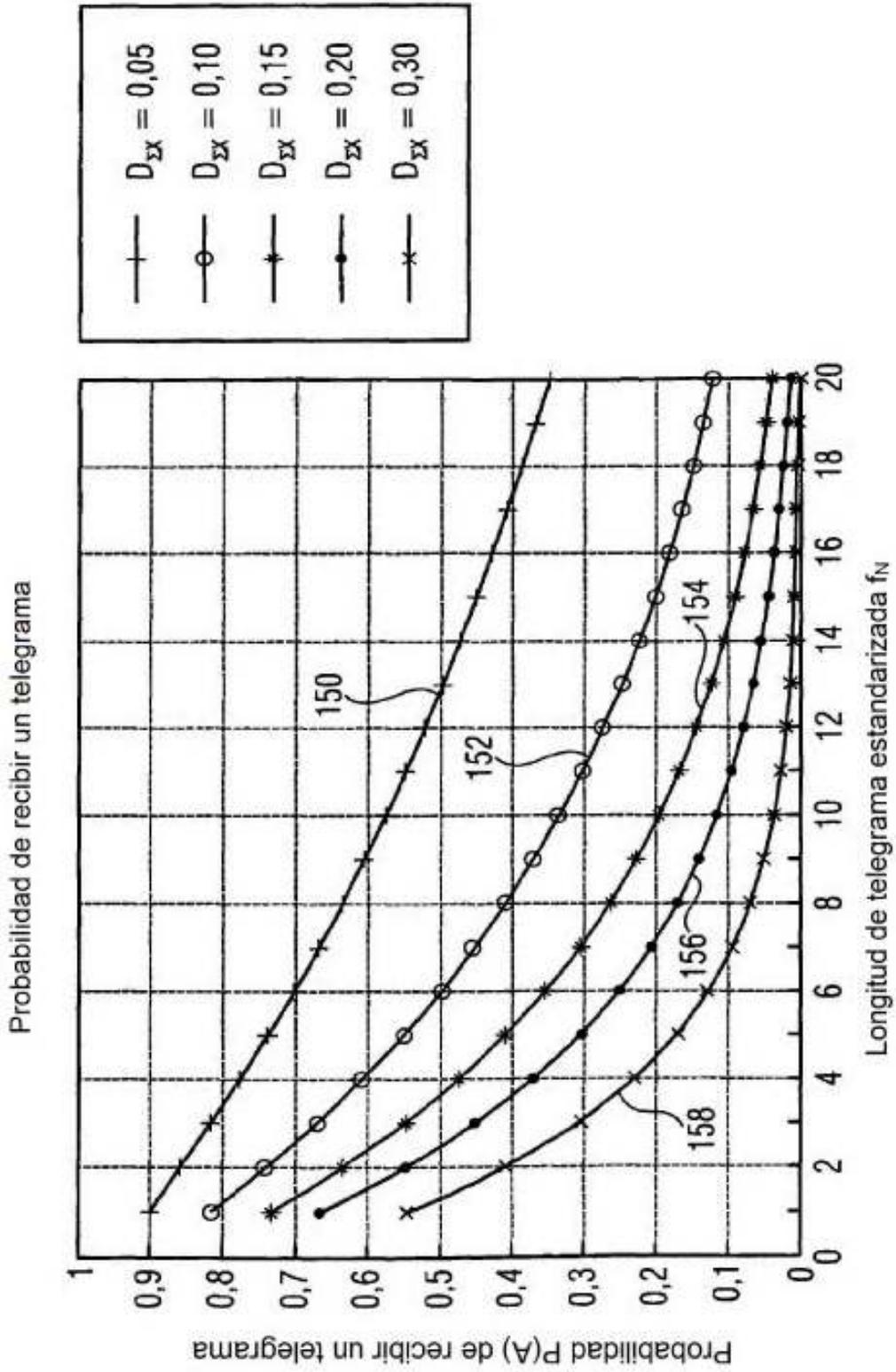


FIG 7

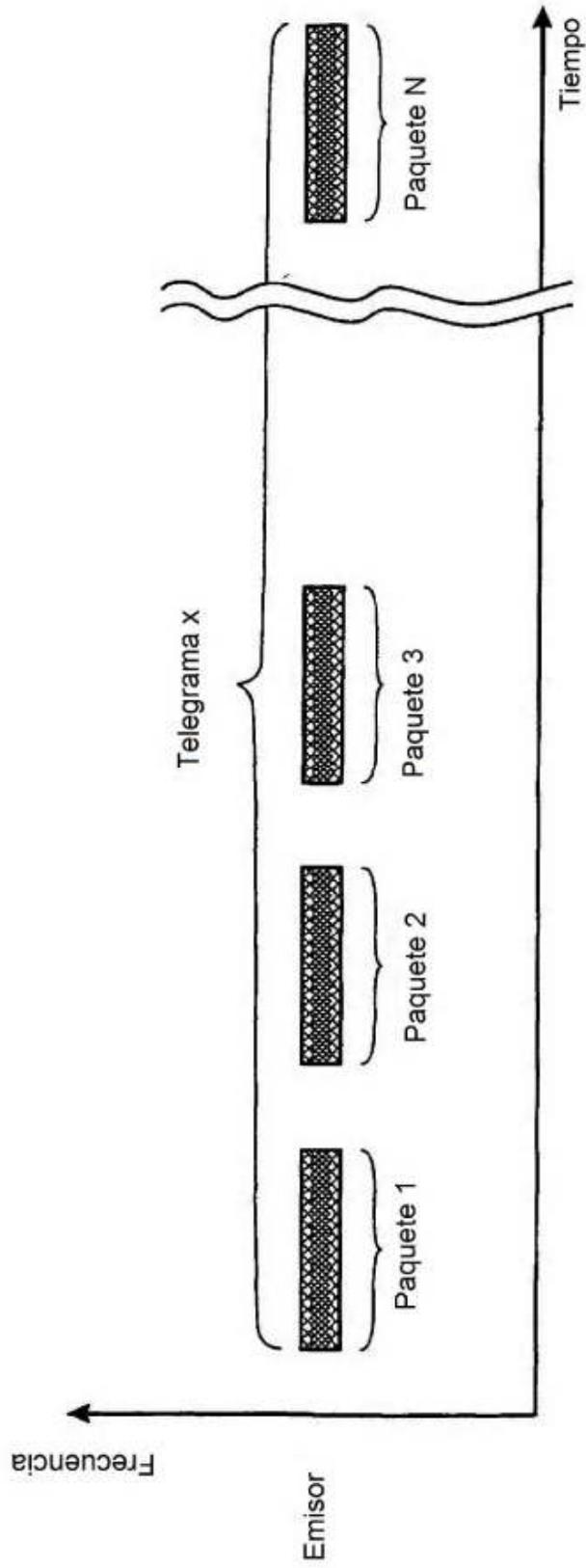


FIG 8

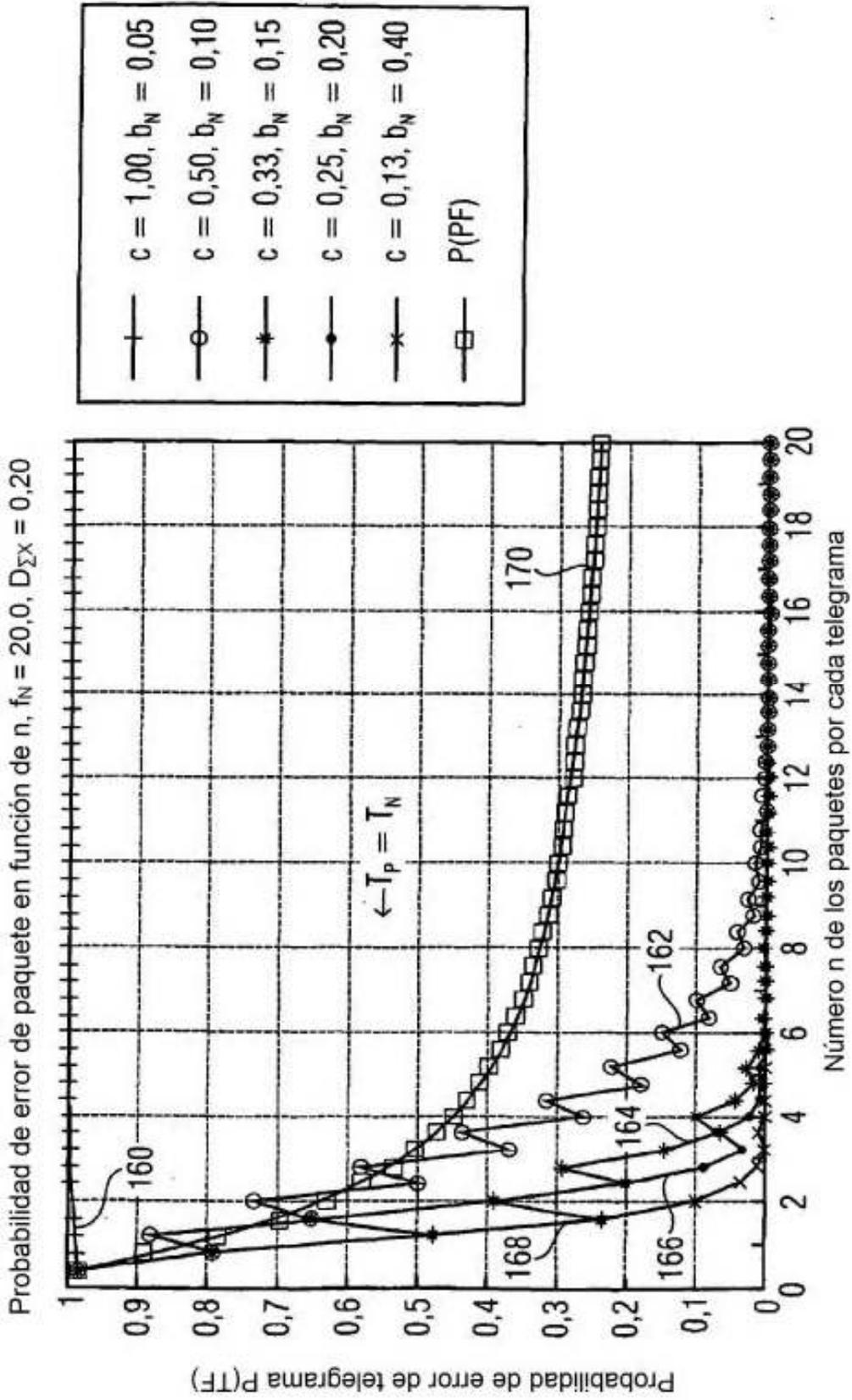


FIG 9

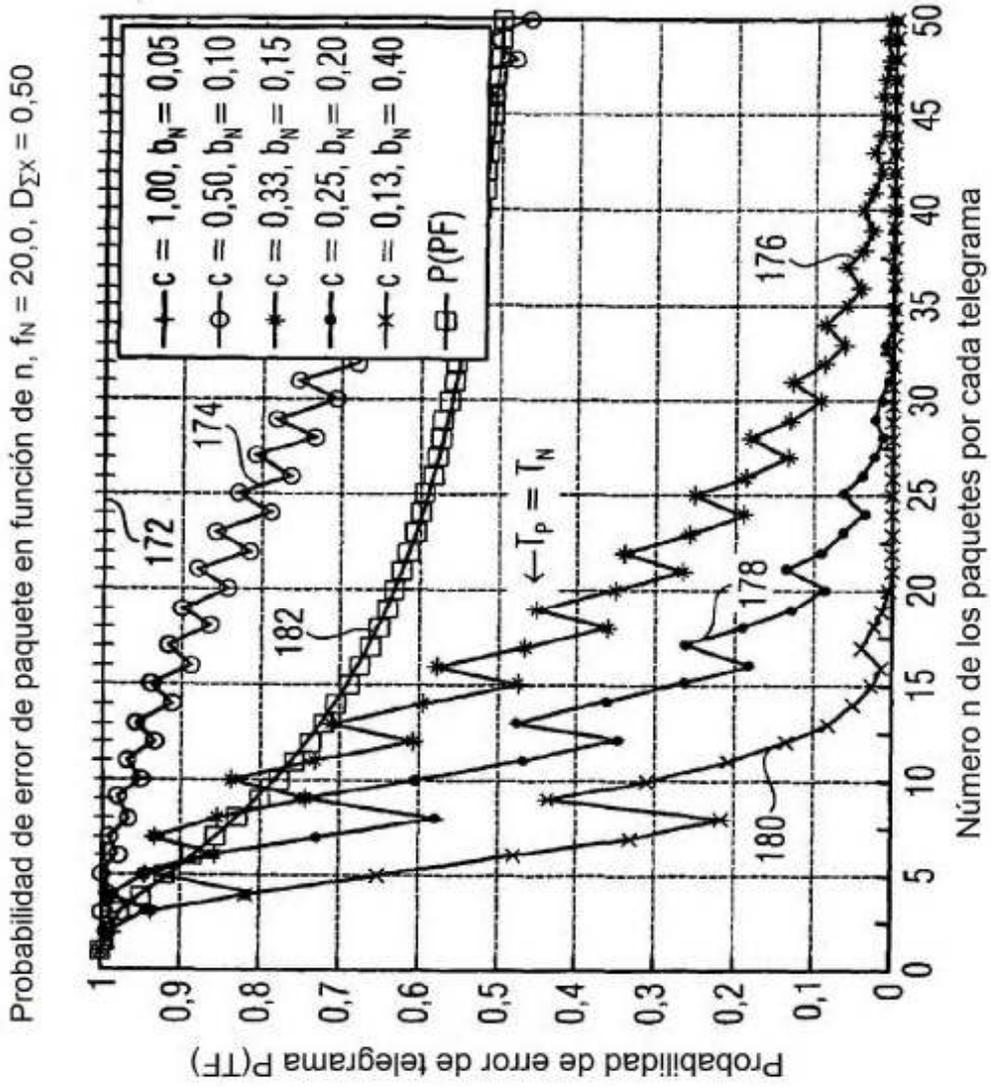


FIG 10

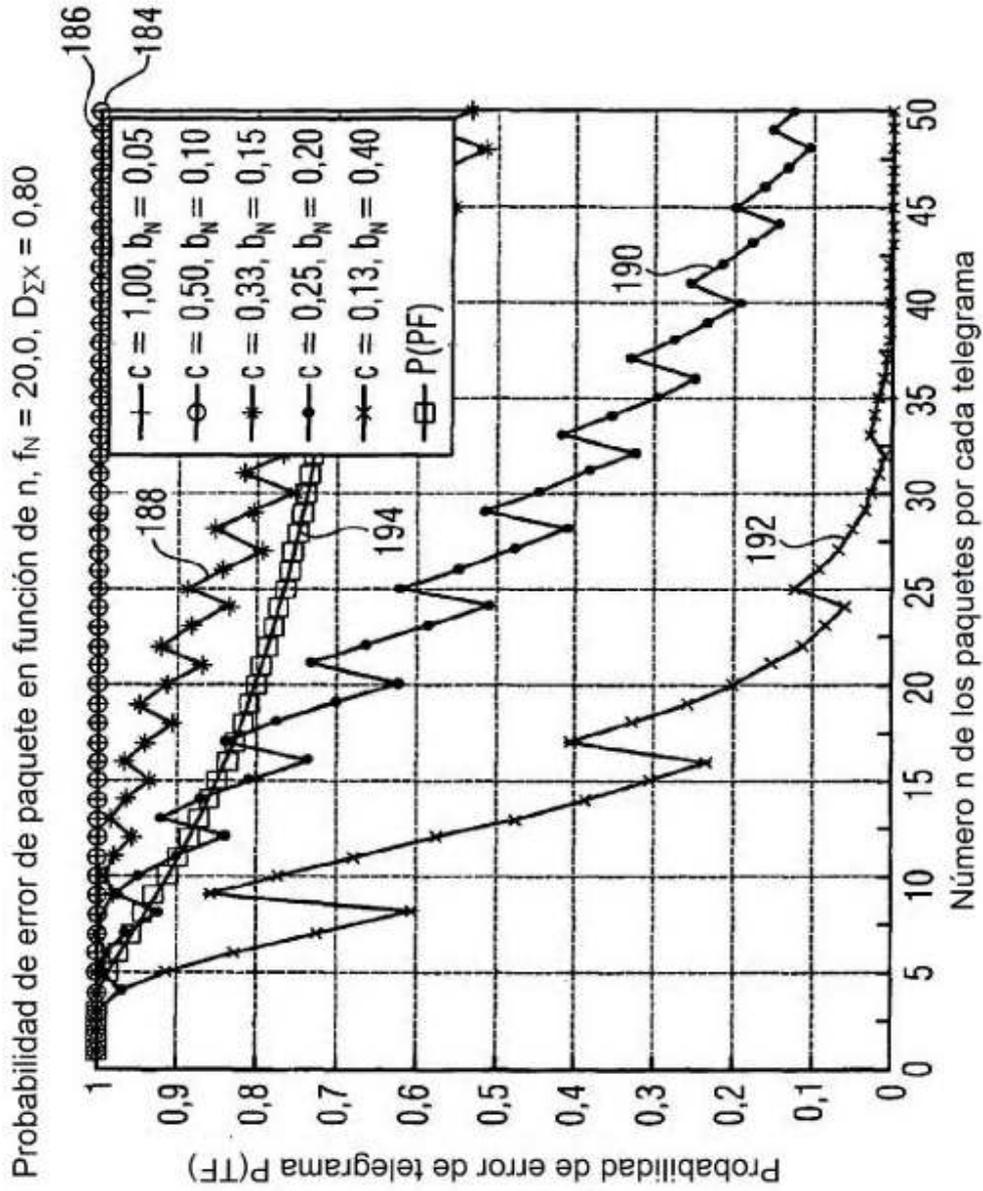


FIG 11