

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 604 410**

51 Int. Cl.:

H04B 1/7163 (2011.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **20.06.2013 PCT/EP2013/062827**

87 Fecha y número de publicación internacional: **23.01.2014 WO14012734**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **20.06.2013 E 13733971 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **07.09.2016 EP 2850739**

54 Título: **Procedimiento para la transmisión por radio mediante transmisión de banda ultra ancha**

30 Prioridad:

19.07.2012 DE 102012212689

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

06.03.2017

73 Titular/es:

**SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT (100.0%)
Wittelsbacherplatz 2
80333 München, DE**

72 Inventor/es:

**GLÄNZER, ULRIKE y
HÜTTNER, JÖRG**

74 Agente/Representante:

LOZANO GANDIA, José

ES 2 604 410 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).

PROCEDIMIENTO PARA LA TRANSMISIÓN POR RADIO MEDIANTE TRANSMISIÓN DE BANDA ULTRA ANCHA**DESCRIPCIÓN**

- 5 La invención se refiere a un procedimiento para la transmisión por radio de símbolos de mensaje, que se emiten como señal de emisión de banda ancha mediante un emisor UWB. UWB es la transmisión de banda ultra ancha (UWB – ultra wide band, banda ultra ancha) de por sí conocida, tal como se define la misma por ejemplo también en la norma IEEE 802.15.4a. La señal de emisión de banda ancha se genera en consecuencia mediante una
- 10 modulación por fase de impulso (en inglés: PPM- pulse-position-modulation) y presenta por lo tanto un espectro de líneas con una pluralidad de líneas de frecuencia moduladas. La modulación por fase de impulso se denomina en función de su denominación inglesa también modulación por posición de impulso. A la invención pertenecen también un sistema para la transmisión por radio mediante transmisión de banda ultra ancha, así como un receptor para el sistema.
- 15 La modulación por fase de impulso se describirá a continuación más en detalle en base a la figura 1. Se muestra un diagrama en el que a lo largo del tiempo t se registra una señal de control s de un emisor UWB, mediante el cual puede controlarse por ejemplo un oscilador para generar una señal electromagnética de radio. En la modulación por fase de impulso puede estar representada mediante el emisor UWB una secuencia 10 de símbolos de mensaje 12, 12' como tren de impulsos 14, 14', que se emiten desplazados en el tiempo dentro de una trama de emisión o trama de tiempo 16 predeterminada. Un decalaje en el tiempo 20 de cada impulso 14, 14' depende entonces del correspondiente símbolo de mensaje 12 que se representa mediante el impulso 14, 14'. Si se transmite por ejemplo una señal binaria, entonces puede estar compuesto el llamado alfabeto de los símbolos de mensaje posibles para el emisor por los símbolos de mensaje "0" (en la figura 1 señalado con la referencia a 12) y "1" (referencia 12'). Para transmitir una secuencia de ceros y unos puede entonces en cada caso enviarse para el símbolo de mensaje "0" un impulso 14 en un instante que coincida con la trama de tiempo 16. El símbolo de mensaje "1" puede estar representado, a diferencia del anterior, en cada caso mediante un impulso 14', que se envía desplazado en la mitad de la duración de una trama 22, tal como se muestra en la figura 1 mediante el desplazamiento 20. Mediante la trama de tiempo 16 se define una frecuencia portadora o frecuencia de trama f_{rep} , cuyo valor inverso $1/f_{rep}$ corresponde a la duración de la trama 22, con la que se emiten dos impulsos consecutivos 14, 14' de un mismo símbolo de mensaje 12, 12' cuando no se utilizan medidas de codificación adicionales, como por ejemplo un scrambling. El decalaje en el tiempo 20 para el símbolo de mensaje "1" puede entonces corresponder precisamente a $1/(2f_{rep})$. La señal en el tiempo de un único impulso puede ser en cada caso por ejemplo un impulso rectangular con una anchura predeterminada o bien (como en el ejemplo de la figura 1) también un impulso 14, 14' con otra forma. La señal electromagnética de emisión propiamente dicha puede adicionalmente desplazarse mediante una modulación a una gama de frecuencias de alta frecuencia, por ejemplo entre 1 y 10 GHz, pero ello no es relevante para describir la invención.
- 20
- 25
- 30
- 35
- 40 La transmisión basada en impulsos descrita está orientada a aplicaciones en las que se exigen soluciones económicas y que ahorran energía. Por ejemplo con esta transmisión es posible operar sensores inalámbricos consumiendo poca energía. La utilización de impulsos relativamente pequeños y con ello de banda ancha posibilita además una transmisión de datos más robusta, ya que los efectos de desvanecimiento debido a la propagación multivía (fading) tienen una influencia claramente inferior a en técnicas de transmisión de banda estrecha.
- 45 Un inconveniente de la comunicación basada en UWB es desde luego que en el lado receptor es necesario un circuito receptor relativamente complejo. Se necesita un receptor de correlación para las distintas señales de impulsos, mediante el cual se identifiquen los distintos impulsos y pueda detectarse su posición en la trama de tiempo. Esta técnica de circuitos es muy costosa.
- 50 Por el documento US 2005/0254553 A1 se conoce un procedimiento para la modulación ortogonal en polaridad de impulso para sistemas de banda ultra ancha.
- 55 Por el documento US 2005/0175068 A1 se conoce un procedimiento para eliminar líneas espectrales y la formación de un espectro de densidad de potencia de una señal de transmisión de banda ultra ancha.
- Un objetivo de la presente invención es proporcionar un equipo de comunicación UWB con una técnica de circuitos fácil de realizar.
- 60 El objetivo se logra mediante un procedimiento según la reivindicación 1, un sistema según la reivindicación 10 y un receptor según la reivindicación 11. Ventajosos perfeccionamientos de la invención resultan de las reivindicaciones secundarias.
- 65 El procedimiento correspondiente a la invención se basa en consecuencia en la transmisión por radio de símbolos de mensaje con un emisor UWB que genera a partir de símbolos de mensaje mediante una modulación por fase de impulso de la manera descrita al principio una señal de emisión de banda ancha. Un aspecto importante para la invención es entonces que una tal señal de emisión presenta un espectro de líneas con una pluralidad de líneas de frecuencias, ya que un tren de impulsos enviado periódicamente con la frecuencia de la trama presenta un espectro de líneas. Debido a los posibles decalajes en el tiempo de impulsos individuales en la trama de tiempo, por ejemplo en la mitad de la duración de una trama, no resulta ciertamente una señal perfectamente periódica. Un

5 conocimiento importante, que sirve de base a la invención, es aquí que también el espectro de la señal de emisión de banda ancha de una modulación por fase de impulso sigue presentando un espectro de líneas. Mediante el decalaje en el tiempo se modifican entonces, respecto al tren de impulsos equidistante, solamente algunas de las líneas de frecuencias mediante la modulación por fase de impulso. Cada línea de frecuencias modificada mediante la modulación por fase de impulso respecto al espectro de líneas no modulado, se denomina aquí línea de frecuencias modulada. En función del tipo de la modulación por fase de impulso utilizada, se ensanchan estas líneas de frecuencias o se reparten en un grupo formado por varias líneas de frecuencias pequeñas.

10 A partir de la señal de emisión no se reconstruye de nuevo según el procedimiento correspondiente a la invención la señal de tiempo de la secuencia de impulsos mediante el receptor, para determinar los símbolos de mensaje enviados, ya que esto significaría procesar la señal de emisión en su anchura de banda completa. En lugar de ello recibe la señal de emisión un receptor que sólo obtiene una señal de banda estrecha a partir de una de las líneas de frecuencias moduladas. La señal de banda estrecha abarca en conjunto una anchura de banda que corresponde a menos del doble de la frecuencia de trama correspondiente a la trama de tiempos que sirve de base a la modulación por fase de impulso del emisor UWB. Esta anchura de banda se denomina aquí banda estrecha. La anchura espectral de la señal de banda estrecha es bastante inferior a la anchura de banda completa de la señal de emisión, que puede ser de más de diez veces la frecuencia de la trama. Correspondientemente se entiende aquí bajo un banda ancha una zona espectral que corresponde al menos a cinco veces la frecuencia de la trama.

20 Para la reconstrucción de la secuencia emitida de símbolos de mensaje se determina a partir de la señal de banda estrecha mediante el receptor en instantes predeterminados una fase de la señal de banda estrecha. La fase determinada en cada caso se asocia entonces a uno de los varios símbolos de mensaje predeterminados del alfabeto del emisor.

25 La invención presenta la ventaja de que sólo es necesario disponer de un receptor que pueda procesar una señal de banda estrecha. Un tal receptor es en cuanto a técnica de circuitos bastante más sencillo de realizar que un receptor que pueda procesar la señal de emisión de banda ancha completa. En particular puede formarse un receptor adecuado para realizar el procedimiento correspondiente a la invención a partir de un receptor para una señal PSK (PSK – phase shift keying, modulación por desplazamiento de fase), dado el caso mediante ligeras modificaciones en la técnica de circuitos. En este contexto incluye también la invención la utilización de un receptor PSK de banda estrecha para obtener los símbolos de mensaje a partir de la señal de emisión UWB de banda ancha.

30 La invención se basa aquí en el siguiente conocimiento: Cuando en el tren de impulsos de la señal de emisión se envían impulsos individuales con decalaje en el tiempo variable, resulta un espectro de líneas con líneas de frecuencias que se repiten en el espectro de líneas a intervalos espectrales regulares. Sólo algunas de las líneas de frecuencias están modificadas entonces mediante la modulación de impulsos en comparación con una señal no modulada. La anchura de banda espectral de una proporción significativa para la recepción de una tal línea de frecuencias modulada puede ser de hasta dos veces f_{freq} , indicando f_{freq} la frecuencia de trama mencionada. Se ha comprobado que es suficiente para el reconocimiento fiable de los símbolos de mensaje observar una única línea de frecuencias modulada de esta manera. La señal de tiempo de banda estrecha de una tal línea de frecuencias modulada es una señal sinusoidal, al menos por segmentos, que en puntos previamente determinados presenta saltos de fase. La señal de banda estrecha puede aislarse por ejemplo mediante un filtro pasa-banda a partir de la señal de emisión.

40 Con preferencia se desmodula la señal de banda estrecha primeramente mediante el receptor, para determinar la fase en una banda de base. Tras una modulación en sentido descendente de la señal de emisión puede utilizarse también un filtro paso-bajo para aislar la señal de banda estrecha. Además es posible un tratamiento digital de la señal de banda estrecha.

45 El lugar donde se encuentra una línea de frecuencias modulada adecuada en el espectro de la señal de emisión, puede deducirse a partir de la frecuencia de la trama conocida y del procedimiento de modulación conocido. Según una forma de ejecución del procedimiento, se evalúa la señal de banda estrecha de una línea de frecuencias modulada cuya frecuencia central es un múltiplo impar de la frecuencia de la trama correspondiente a la trama de emisión. A continuación pueden detectarse símbolos de mensaje de un alfabeto binario, que se diferencian entre sí mediante un desplazamiento en la mitad de la duración de la trama.

50 Para transmitir un único símbolo de mensaje puede generar el emisor UWB en cada caso también varios impulsos consecutivos, que presentan el mismo decalaje en el tiempo en la trama de tiempos de la modulación por fase de impulso (envío múltiple). La señal de emisión que de ello resulta puede además evaluarse correctamente mediante el receptor. A ello se añade la ventaja de que el reconocimiento de los símbolos de mensaje es más robusto debido a la redundancia y a la vez la anchura espectral de las líneas de frecuencias moduladas es menor que en una señal de emisión con sólo un impulso por cada símbolo de mensaje.

65 Si la anchura de banda de la señal de banda estrecha no es crítica, puede enviar el emisor UWB también un único símbolo de mensaje codificado como una secuencia predeterminada de impulsos. También de esta manera pueden lograrse una transmisión más robusta frente a señales parásitas. El procedimiento correspondiente a la invención es compatible aquí ventajosamente también con un scrambling de los impulsos.

Una ventaja adicional resulta cuando el receptor obtiene también una señal de referencia a partir de la señal de emisión. La fase de la señal de referencia puede ser necesaria como fase de referencia, para detectar en base a la señal de banda estrecha no sólo los impulsos individuales, sino también su posición absoluta en el tiempo en la trama de tiempos del emisor. La señal de referencia se obtiene con preferencia a partir de una señal sinusoidal de otra línea de frecuencias (no modulada) del espectro de líneas. Esta forma de ejecución del procedimiento utiliza el conocimiento de que no todas las líneas de frecuencias se ven influidas por la modulación por fase de impulso. Algunas líneas de frecuencias permanecen invariables con independencia de la secuencia de símbolos de mensaje que se envíe. Por lo tanto a partir de estas líneas de frecuencias puede obtenerse la señal de referencia para proporcionar la fase de referencia. En la variante de transmisión antes descrita con alfabeto binario y un desplazamiento de la mitad de la duración de la trama, la frecuencia de la otra línea de frecuencias es con preferencia un múltiplo par de la frecuencia de trama fijada por la trama de tiempos de la modulación por fase de impulso del emisor UWB. Para otros modos de emisión puede utilizarse por ejemplo un análisis espectral de la señal de emisión para encontrar líneas de frecuencias adecuadas.

En este contexto pertenece también a la invención un receptor configurado para recibir una señal de emisión y para reconstruir símbolos de mensaje a partir de la señal de emisión recibida. El receptor está configurado además para obtener a partir de la señal de emisión recibida una señal de emisión de banda estrecha, que corresponde a una línea de frecuencias modulada de un espectro de líneas de la señal de emisión y cuya anchura de banda es inferior al doble de la frecuencia de la trama. Además el receptor está diseñado para determinar en instantes previamente determinados en cada caso una fase de la señal de banda estrecha y formar a partir de una señal sinusoidal otra línea de frecuencias (no modulada) del espectro de líneas de una fase de referencia. El receptor dispone además de medios para comparar la fase determinada con la fase de referencia y mediante ello determinar un valor para un desplazamiento de fase de la señal de banda estrecha respecto a la señal sinusoidal y asociar este valor determinado a uno de varios símbolos de mensaje previamente determinados. En la realización técnica de circuitos o realización digital del receptor puede recurrirse a variantes conocidas de por sí por el estado de la técnica. Para la obtención de la señal de referencia y su fase de referencia puede utilizarse por ejemplo un procedimiento para obtener una señal portadora como señal de referencia para una desmodulación de la portadora modulada. La obtención de la señal de banda estrecha, la determinación de su fase y la asociación del valor de diferencia de fases a un símbolo de mensaje pueden realizarse según el principio de la desmodulación PSK.

Para el procedimiento correspondiente a la invención son adecuadas básicamente para obtener la señal de banda estrecha varias de las líneas de frecuencias moduladas en el espectro de líneas. Para aprovechar esto de manera ventajosa, según una forma de ejecución del procedimiento, comprueba el receptor primeramente la calidad de la señal de una pluralidad de líneas de frecuencias moduladas del espectro de líneas, en particular en cuanto a la relación señal-ruido y/o a una potencia de la señal. Como línea de frecuencias modulada a utilizar se elige entonces a partir de esta pluralidad una línea de frecuencias modulada en la que la calidad de la señal sobrepasa un valor de umbral previamente determinado. Así puede reaccionarse flexiblemente a elementos perturbadores. De la misma manera puede también procederse en la determinación de una línea de frecuencias no modulada adecuada para obtener la señal de referencia de forma sinusoidal.

Pueden utilizarse ventajosamente también varias líneas de frecuencias moduladas para una evaluación simultánea, en paralelo, de la señal del emisor. Para ello, según una forma de ejecución del procedimiento, se evalúa de la forma citada una fase de una señal de banda estrecha de al menos otra línea de frecuencias modulada del espectro de líneas y a partir de ello se reconstruye en cada caso otro símbolo de mensaje. A partir de todos los símbolos de mensaje reconstruidos se determina entonces uno de ellos como el símbolo de mensaje enviado. Si se evalúan por ejemplo tres o más líneas de frecuencias, puede tomarse la decisión mayoritaria respecto al símbolo de mensaje correcto.

Tal como ya se ha explicado, pertenece también a la invención un sistema para la transmisión por radio de símbolos de mensaje en el que se aporta un emisor UWB para generar una señal de emisión de banda ancha a partir de los símbolos de mensaje mediante una modulación por posición de impulso o modulación por fase de impulso. Para recibir la señal de emisión y para reconstruir los símbolos de mensaje a partir de la señal de emisión recibida, se aporta un receptor, configurado para a partir de una línea de frecuencias modulada de un espectro de líneas de la señal de emisión de banda ancha, determinar una señal de banda estrecha cuya anchura de banda es inferior al doble de la frecuencia de trama correspondiente a una trama de tiempos de la modulación por fase de impulso y determinar en instantes predeterminados en cada caso una fase de la señal de banda estrecha y según una regla de asignación predeterminada, asignarla a uno de varios símbolos de mensaje predeterminados. Los instantes resultan aquí de la trama de tiempos del emisor. El sistema hace posible la realización del procedimiento correspondiente a la invención. Para la realización del receptor del sistema, puede recurrirse básicamente a la forma constructiva de un receptor para una señal PSK.

A la invención pertenecen también perfeccionamientos del receptor correspondiente a la invención antes descrito y del sistema correspondiente a la invención, que presentan características que ya se han descrito en relación con los perfeccionamientos del procedimiento correspondiente a la invención. Por esta razón no se describen aquí de nuevo los correspondientes perfeccionamientos del receptor y del sistema.

A continuación se describe la invención de nuevo con más precisión en base a ejemplos de ejecución concretos. Para ello muestra:

figura 1 un diagrama con un tren de impulsos para el control de un oscilador de un emisor UWB,
 figura 2 dos diagramas con espectros de líneas de una señal de emisión del emisor UWB,
 figura 3 tres diagramas de fase para describir los espectros de líneas de la figura 2,
 figura 4 un esquema de bloques de circuitos que muestra la forma constructiva básica de un emisor de una forma
 5 de ejecución preferente del sistema correspondiente a la invención y
 figura 5 un esquema de bloques de circuitos que muestra la forma constructiva básica de una forma de ejecución
 preferente del receptor correspondiente a la invención.

En los ejemplos descritos a continuación representan los componentes del sistema descritos en cada caso
 10 características de la invención individuales, a considerar independientemente entre sí, que perfeccionan la invención
 en cada caso también independientemente una de otra y con ello también han de considerarse individualmente o
 también en otra combinación distinta a la mostrada como parte integrante de la invención. Además puede
 complementarse la forma de ejecución descrita también mediante otras de las características ya descritas de la
 invención.

En la figura 2 se muestra en el diagrama superior en función de la frecuencia f un valor absoluto $|S|$ de un espectro
 de líneas S de una señal de emisión de un emisor UWB, tal como resulta cuando el emisor UWB emite impulsos con
 la correspondiente señal de tiempo o señal de impulso $p(t)$ en una trama de tiempos con una duración de la trama
 20 $1/f_{rep}$. En otras palabras, se emiten los impulsos a intervalos de tiempo iguales de $1/f_{rep}$, es decir, con una
 frecuencia de repetición f_{rep} . Los impulsos son por lo tanto equidistantes. El espectro de líneas S presenta una
 pluralidad de líneas de frecuencias 24, de las cuales en la figura 2, para mayor claridad, sólo algunas se han dotado
 de una referencia. Una anchura de banda total 26 del espectro de líneas S puede ser por ejemplo de 1 GHz.

El espectro de líneas S es el espectro de la señal de tiempo $s(t)$ del tren de impulsos. La señal del tiempo puede
 25 describirse como:

$$s(t) = p(t) * \sum_k d(t - k / f_{rep}) = \sum_k p(t - k / f_{rep}),$$

siendo $d()$ el impulso de Dirac, n es el número P_i y el símbolo $*$ es el operador de convolución. El índice sumatorio k
 30 puede incluir teóricamente todos los números naturales. $s(t)$ describe la señal emitida. La misma resulta de la
 convolución de una única señal de impulso $p(t)$ con un "peine" de impulsos con la periodicidad f_{rep} . Si se considera
 la señal en la zona de frecuencias, entonces resulta el espectro de líneas S cuyas líneas se encuentran distanciadas
 entre sí en f_{rep} . La forma y el espectro de posición vienen determinados por el contrario por la forma espectral $P(w)$
 y la frecuencia de la señal de impulso $p(t)$.

$$S(w) = P(w) \sum_l d(w - 2 \pi l f_{rep}),$$

siendo $w = 2 \pi f$ es la frecuencia angular. El índice sumatorio l puede incluir teóricamente todos los números enteros.

Desde el punto de vista de un receptor de banda estrecha son así componentes de señales sinusoidales, de banda
 40 estrecha, para distintas frecuencias portadoras:

$$s(t) = \sum_l P(2 \pi l f_{rep}) \exp(j 2 \pi l f_{rep} t),$$

siendo $\exp()$ la función exponencial y j la unidad imaginaria con $j^2 = -1$.

En el caso de una señal modulada PPM, se observa para el espectro S que la posición en fase de algunas de las
 50 señales portadoras sinusoidales igualmente debe modificarse, ya que la posición en fase de la portadora de AF
 consiste siempre en una relación de un múltiplo entero respecto a la fase de la frecuencia de repetición. Cuando se
 modifica la posición de la secuencia de impulsos, varía también la posición en fase de las frecuencias portadoras
 sinusoidales.

En el diagrama inferior de la figura 2 se muestra para mayor claridad el espectro de líneas S , tal como puede resultar
 cuando el emisor UWB desplaza los impulsos para transmitir una secuencia de símbolos de mensaje distintos
 55 mediante una modulación por fase de impulso respecto a la retícula de tiempos. En el presente ejemplo se toma
 como base un alfabeto binario (símbolos de mensaje "0" y "1") y un desplazamiento en la mitad de la duración de la
 trama para uno de los símbolos de mensaje.

El espectro S presenta varias líneas de frecuencias moduladas 28, de las cuales para mayor claridad de nuevo se
 60 han dotado de referencias sólo algunas. Cada línea de frecuencias modulada 28 está compuesta en el
 procedimiento de modulación por fase de impulso aquí utilizado por líneas de frecuencias iguales 30 con amplitud
 reducida, es decir, líneas de frecuencias 24 individuales se repartieron aquí mediante la modulación por fase de
 impulso en cada caso en un grupo de líneas de frecuencias 30. La línea de frecuencias moduladas 28 puede ser no
 obstante también una línea de frecuencias 24 ensanchada, que espectralmente "se ha hecho borrosa". Por el

contrario, otras líneas de frecuencias 32 del espectro S no se han modificado por causa de la modulación por fase de impulso. Las líneas de frecuencias 32 no modificadas presentan frecuencias que corresponden a un múltiplo par de una frecuencia de trama f_{rep} correspondiente a la trama de tiempos de la modulación por fase de impulso. Las frecuencias centrales 34 de las líneas de frecuencias moduladas 28 corresponden a un múltiplo impar de la frecuencia de la trama f_{rep} . Una anchura de banda D de cada grupo de líneas de frecuencias más pequeñas 30 de una línea de frecuencia modulada 28 es inferior al doble de la frecuencia de trama f_{rep} . En la figura 2 se muestran todas estas interrelaciones, indicándose un factor n que corresponde a un número impar.

La figura 3 muestra la aparición de las líneas de frecuencias moduladas 28. En el diagrama superior se representa la posición en fase $F(1,t)$ de la componente de señal sinusoidal con la frecuencia de repetición básica f_{rep} de una única señal de impulso $p(t)$ desplazada respecto a la trama de tiempos en función del tiempo t. La fase $F(n,t)$ de las componentes de señal sinusoidales de banda estrecha con frecuencia portadora múltiple impar n veces f_{rep} está modulada y por el contrario las portadoras para un múltiplo par $(n+1)$ de la frecuencia de repetición de impulsos f_{rep} permanecen sin modular, es decir, la fase $F(n+1,t)$ no se ve influida por el desplazamiento del impulso. La evolución en el tiempo de la fase $F(n+1,t)$ puede utilizarse así como fase de referencia. Una comparación por ejemplo de las evoluciones de la fase $F(n,t)$ con las de la fase $F(n+1,t)$ muestra entonces cuándo se ha enviado un impulso, que presenta respecto a la trama de tiempos del emisor un decalaje.

Una PPM puede así convertirse en una modulación PSK para portadoras de múltiplo impar de la frecuencia de repetición de impulsos f_{rep} . Así puede básicamente recibirse una señal de impulsos UWB emitida con una arquitectura de receptor que corresponde a la utilizada para un receptor PSK.

Para una transmisión de datos se conmuta entre ambas posiciones PPM. La conmutación debe realizarse tal que no se supere la anchura de banda del receptor. Esto puede traer como consecuencia que tengan que emplearse varios impulsos "desplazados" uno tras otro para representar un símbolo. Con este método por un lado se reduce la anchura de banda de la modulación y por otro se aumenta la ganancia de procesamiento en el lado receptor.

Para conferir a la transmisión de datos una robustez adicional, pueden contener los símbolos también una codificación.

Una posible implementación del emisor se muestra en la figura 4. La misma está compuesta básicamente por dos bloques. Primeramente se genera la correspondiente frecuencia de emisión, realizándose esto digitalmente y puede estar realizado por ejemplo en una FPGA (field programmable gate array, matriz de puertas programable en campo) o CPLD (complex programmable logic device, elemento lógico programable complejo). Esta secuencia SQ controla entonces el generador de impulsos 36. Para la generación de impulsos de AF coherentes 38 hay diversos métodos. El aquí representado se refiere a la utilización de un generador DC 40 (DC - señal de tensión continua) que controla un oscilador de AF 42. El oscilador de AF oscila al recibir un impulso $p(t)$ siempre con la misma fase (inicio de oscilación coherente). Esta arquitectura se realiza con pocos componentes y permite una posición del impulso de AF 38 que puede ajustarse. Mediante el inicio de oscilación coherente se evita que las líneas de frecuencias moduladas 28 se vean distorsionadas por diferencias de fase en las señales portadoras de los distintos impulsos. También se evita una modulación no deseada de las otras líneas de frecuencias 32.

Una posible arquitectura de un receptor R se muestra en la figura 5. Tras una amplificación de entrada de la señal de emisión $s(t)$ recibida a través de una antena 44 mediante un amplificador 46, se realiza una mezcla descendente mediante un mezclador 48 hasta una banda de frecuencias intermedias ZF. A continuación se filtra y amplifica la señal mezclada en sentido descendente mediante otro circuito analógico 50, se digitaliza mediante un convertidor analógico-digital 52 y se mezcla en sentido descendente en forma digital mediante un mezclador digital 54 hasta una banda de base BB. Para la realización del receptor mostrado en la figura 5 puede tomarse como base a modo de ejemplo una arquitectura DDS-PLL (DDS - direct digital synthesis, síntesis digital directa; PLL - phase locked loop, bucle de seguimiento de fase) para generar las frecuencias del circuito de mezcla w_0 y w_1 . No obstante, básicamente son posibles cualesquiera otras variantes que generen la frecuencia portadora necesaria. Además resultan ventajas especiales cuando las líneas de frecuencias 32 múltiplos en número par se captan a la vez y se evalúan. Así puede realizarse una recepción coherente de la señal.

Para configurar más robusta la recepción de la señal PSK hay diversas posibilidades. Por un lado puede aumentarse la cantidad de impulsos desplazados por cada símbolo de mensaje. Por otro lado puede utilizarse para la transmisión de datos una codificación, por ejemplo utilizando una secuencia patrón 56 para cada impulso, que ofrece en función de la longitud una ganancia de proceso adicional. La secuencia patrón 56 puede entonces compararse digitalmente mediante un correlador 58 compuesto por un multiplicador 60 y un integrador 62 con la señal de la banda de base. Un decisor 64 muestra entonces en qué instante se ha detectado una secuencia patrón 56 completa. Una comparación con la trama de tiempos permite entonces asociar el impulso que sirve de base a la secuencia patrón 56 a uno de los símbolos de mensaje ("0" ó "1").

En lugar del correlador 58 puede realizarse también otra evaluación de la señal, que por ejemplo reconstruye directamente la evolución de la fase $F(n,t)$. Para ello ofrece el estado de la técnica una pluralidad de soluciones, por ejemplo la desmodulación PSK.

La evaluación puede realizarse también en varias frecuencias y con ello incrementarse adicionalmente la robustez del sistema. Otra posibilidad adicional que ofrece la transmisión simultánea de las líneas de frecuencias es elegir a

ES 2 604 410 T3

partir de la señal transmitida las líneas de frecuencia óptimamente adecuadas. Así pueden excluirse perturbadores de banda estrecha o evitarse efectos de desvanecimiento.

- 5 La invención tiene la ventaja de pueden unirse entre sí en el lado emisor las ventajas de un sistema de impulsos UWB y en el lado receptor las ventajas de un receptor PSK. El emisor sólo necesita estar compuesto por un oscilador de impulsos que inicia la oscilación de forma coherente, que se entremezcla con un tren de impulsos adecuado, generado mediante la PPM. Así no se necesita una costosa generación de una señal de AF. El receptor por el contrario no necesita ningún receptor de correlación para la señal de impulsos, sino que puede funcionar con una arquitectura de receptor PSK. Además ofrece el procedimiento correspondiente a la invención la ventaja de que
- 10 cada línea de frecuencias 32 repetida un número par de veces aporta la información de la portadora y con ello no es necesaria una costosa recuperación de la portadora para una recepción coherente.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Procedimiento para la transmisión por radio de símbolos de mensaje (12, 12'), en la que se emite mediante un emisor UWB (36) una señal de emisión (s) modulada por fase de impulso, que incluye impulsos (14, 14') separados de los cuales cada uno presenta respecto a una trama de tiempos (16) un decaje en el tiempo (20), que depende de un símbolo de mensaje (12, 12') que representa el impulso (14, 14') y en conjunto presenta la señal de emisión (s) un espectro de líneas (S) con una pluralidad de líneas de frecuencia (30, 32), recibándose en el procedimiento la señal de emisión (s) mediante un receptor (R),
- 10 **caracterizado porque** mediante el receptor (R) :
- se obtiene una señal de banda estrecha de una línea de frecuencias modulada (28) del espectro de líneas (S), abarcando la señal de banda estrecha en conjunto una anchura de banda (D) que corresponde a menos del doble de una frecuencia de trama (frep) correspondiente a la trama de tiempos (16)
 - en instantes predeterminados se determina una fase (F(n,t)) de la señal de banda estrecha y
 - la fase (F(n,t)) determinada en cada caso se asocia a uno de varios símbolos de mensaje (12, 12') predeterminados.
- 15
2. Procedimiento según la reivindicación 1, **caracterizado porque** mediante el receptor (R) para determinar la fase (F(n,t)) se desmodula la señal de banda estrecha en una banda de base (BB).
- 20
3. Procedimiento según la reivindicación 1 ó 2, **caracterizado porque** se evalúa la señal de banda estrecha de una línea de frecuencias modulada (28) cuya frecuencia central (34) es un múltiplo impar de la frecuencia de la trama (frep).
- 25
4. Procedimiento según una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado porque** para transmitir un único símbolo de mensaje (12, 12') genera el emisor UWB (36) varios impulsos (14, 14'), que presentan el mismo decaje en el tiempo (20) en la trama de tiempos (16).
- 30
5. Procedimiento según una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado porque** el emisor UWB (36) envía un único símbolo de mensaje (12, 12') codificado como una secuencia predeterminada (56) de impulsos.
- 35
6. Procedimiento según una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado porque** el receptor (R) genera una señal de referencia con una fase de referencia (F(n+1,t)), para determinar la fase de la señal de banda estrecha a partir de una señal sinusoidal de otra línea de frecuencias (22) del espectro de líneas (S).
- 40
7. Procedimiento según la reivindicación 6, en el que la frecuencia de la otra línea de frecuencias (32) es un múltiplo par de una frecuencia de trama (frep).
- 45
8. Procedimiento según una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado porque** el receptor (R) comprueba primeramente la calidad de la señal de una pluralidad de líneas de frecuencias moduladas (28) del espectro de líneas (S), en particular en cuanto a una relación señal-ruido y/o a una potencia de la señal y como línea de frecuencias modulada (28) se elige a partir de la pluralidad de las líneas de frecuencias moduladas (28) una en la que la calidad de la señal sobrepasa un valor de umbral previamente determinado.
- 50
9. Procedimiento según una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado porque** se determina de la forma citada una fase de una señal de banda estrecha de al menos otra línea de frecuencias modulada (28) del espectro de líneas (S) y a partir de ello se reconstruye en cada caso otro símbolo de mensaje (12, 12') y a partir de todos los símbolos de mensaje reconstruidos (12, 12') se determina uno de ellos como el símbolo de mensaje (12, 12') enviado.
- 55
10. Sistema para la transmisión por radio de símbolos de mensaje (12, 12'), en el que se aporta un emisor UWB (36) para generar una señal de emisión de banda ancha (s) a partir de los símbolos de mensaje (12, 12') mediante una modulación por fase de impulso, **caracterizado porque** para recibir la señal de emisión (s) y para reconstruir los símbolos de mensaje (12, 12') a partir de la señal de emisión recibida, se aporta un receptor (R), configurado para a partir de una línea de frecuencias modulada (28) de un espectro de líneas (S) de la señal de emisión de banda ancha (s), obtener una señal de banda estrecha cuya anchura de banda (D) es inferior al doble de una frecuencia de trama (frep) correspondiente a una trama de tiempos (16) de la modulación por fase de impulso y determinar en instantes predeterminados en cada caso una fase (F(n,t)) de la señal de banda estrecha y asignarla a un símbolo de mensaje (12, 12').
- 60
- 65
11. Receptor (R) para un sistema según la reivindicación 10, configurado para recibir una señal de emisión modulada por fase de impulso, que presenta un espectro de líneas (S) con una pluralidad de líneas de frecuencias modificadas mediante la modulación de impulso y para reconstruir símbolos de mensaje (12, 12') a partir de la señal de emisión recibida,

caracterizado porque

el receptor está configurado para

- 5 - obtener a partir de la señal de emisión recibida una señal de banda estrecha, que incluye una línea de frecuencias modulada (30) del espectro de líneas (S) de la señal de emisión (s) y cuya anchura de banda (D) es inferior al doble de una frecuencia de trama (frep) correspondiente a una trama de tiempo (16) de la modulación por fase de impulso,
- determinar en instantes previamente determinados en cada caso una fase de la señal de banda estrecha,
- 10 - formar a partir de una señal sinusoidal de otra línea de frecuencias (32) del espectro de líneas (S) una fase de referencia $(F(n+1,t))$,
- comparar la fase determinada $(F(n,t))$ con la fase de referencia $(F(n+1,t))$ y mediante ello determinar un valor de diferencia de fase para un desplazamiento de fase de la señal de banda estrecha respecto a la señal sinusoidal y
- 15 - asociar este valor de diferencia de fase a uno de varios símbolos de mensaje (12, 12') previamente determinados.

FIG 1

(Estado de la técnica)

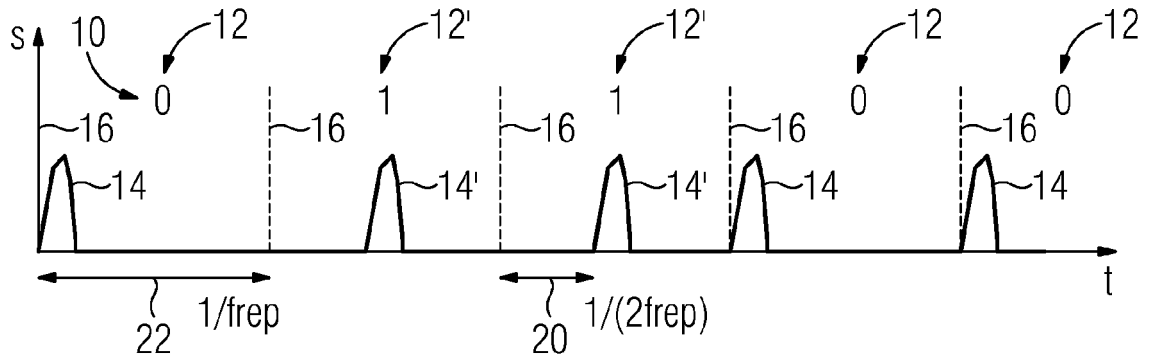


FIG 2

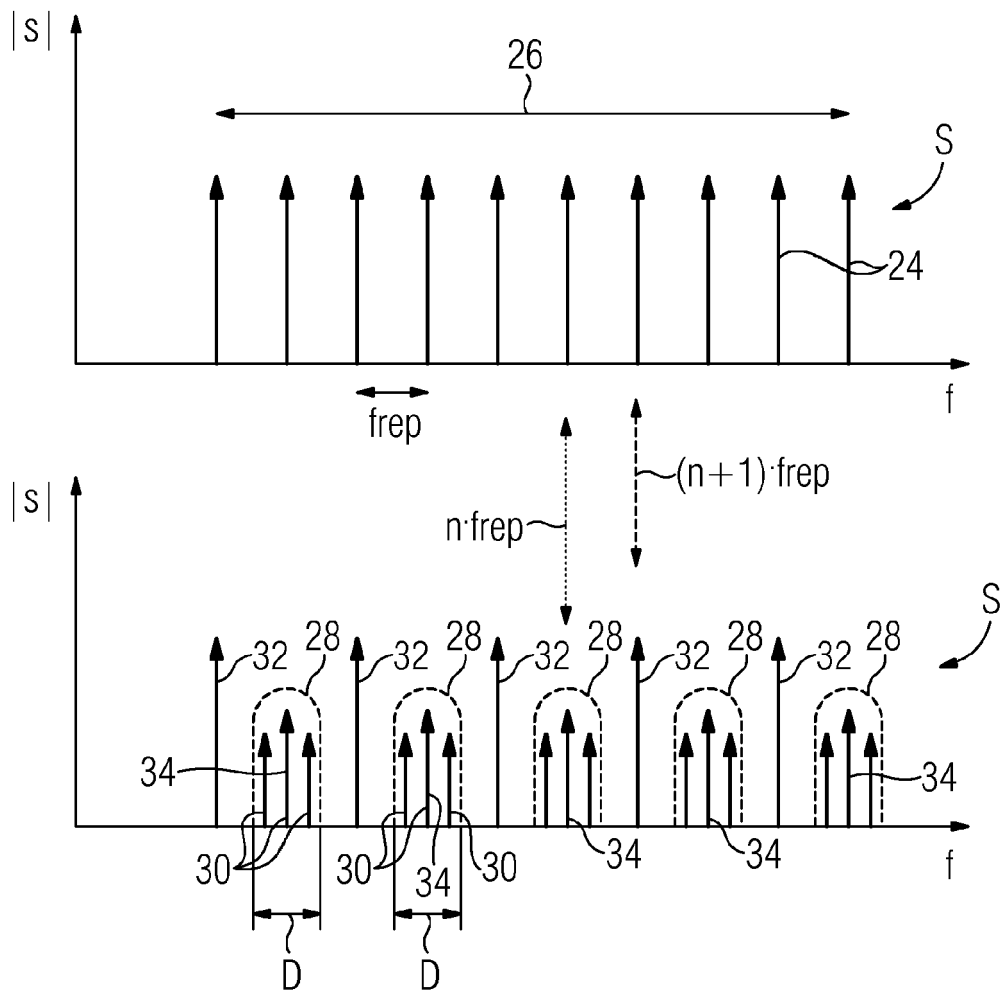


FIG 3

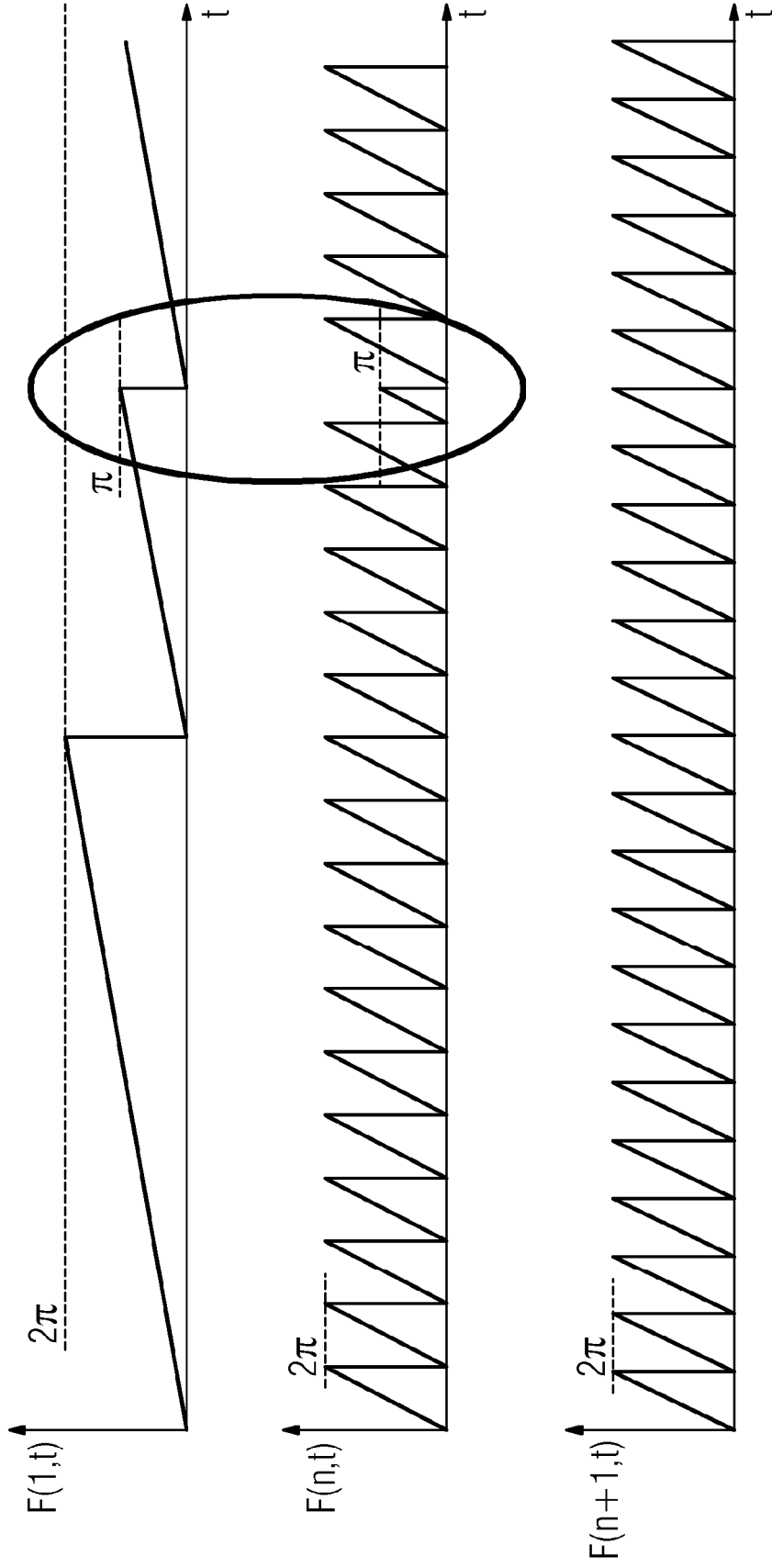


FIG 4

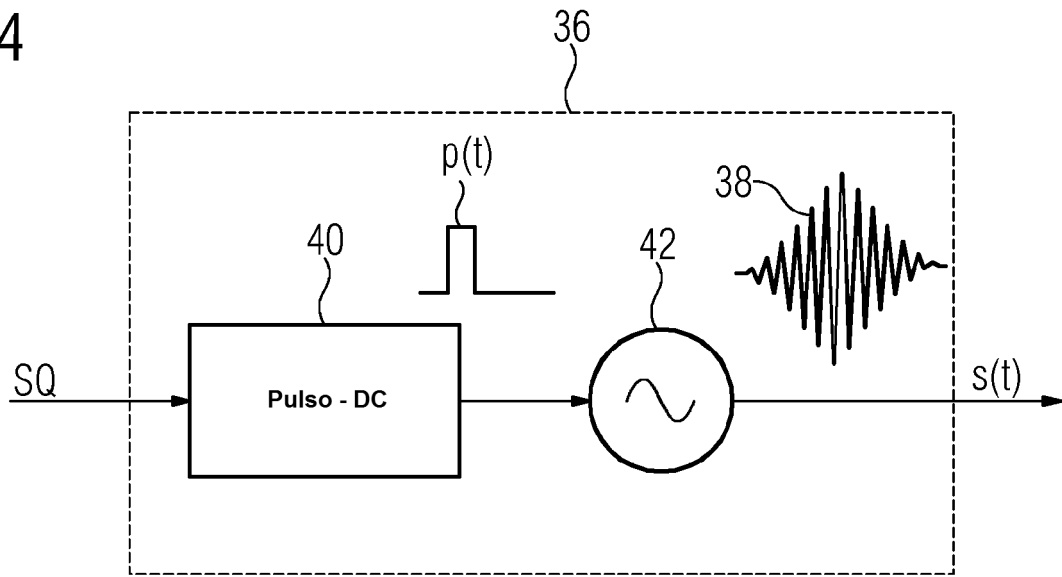


FIG 5

