

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 378 644**

51 Int. Cl.:
G01V 8/00 (2006.01)
G01V 8/20 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 96 Número de solicitud europea: **10007002 .8**
- 96 Fecha de presentación: **07.07.2010**
- 97 Número de publicación de la solicitud: **2278359**
- 97 Fecha de publicación de la solicitud: **26.01.2011**

54 Título: **Método para la operación de barreras de luz**

30 Prioridad:
16.07.2009 DE 102009033435

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
16.04.2012

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
16.04.2012

73 Titular/es:
Leuze electronic GmbH + Co. KG
In der Braike 1
73277 Owen/Teck, DE

72 Inventor/es:
Argast, Martin

74 Agente/Representante:
Carvajal y Urquijo, Isabel

ES 2 378 644 T3

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

DESCRIPCIÓN

Método para la operación de barreras de luz.

La presente invención hace referencia a un método para la operación de barreras de luz.

5 En una pluralidad de aplicaciones industriales, una zona de monitorización se protege mediante una o una pluralidad de barreras de luz que presentan respectivamente una luz de emisión en forma de emisores que emiten pulsos de emisión, y un receptor para la recepción de la luz de emisión. Además, una pluralidad de barreras de luz se pueden disponer adyacentes y muy juntas entre sí, de manera tal que la luz de emisión de una de las barreras de luz también incida en los receptores de las barreras de luz adyacentes. Para poder evaluar de forma separada los ejes de luz, es decir, los haces de luz de emisión emitidos por el emisor de una barrera de luz y conducidos hacia el receptor de una barrera de luz, en la puesta en funcionamiento el emisor se ajusta a diferentes frecuencias de reloj, es decir, que los pulsos de emisión se emiten con diferentes frecuencias de reloj. En el caso de un receptor correspondiente de la respectiva barrera de luz, la frecuencia de resonancia de un filtro paso banda se parametriza en relación con dicha frecuencia de reloj. El desplazamiento de frecuencia en relación con la barrera de luz adyacente, se debe seleccionar de una magnitud tal que el filtro paso banda suprima de manera segura la señal de la barrera de luz adyacente.

15 En este caso, resulta una desventaja que cada emisor y receptor se deba parametrizar en el caso de una puesta en funcionamiento. Además, resulta una desventaja que se deba proporcionar del lado del emisor y del lado del receptor, un soporte físico para la selección de la frecuencia, por ejemplo, un conmutador de una pluralidad de etapas. Finalmente resulta una desventaja que los componentes del filtro paso banda del receptor se deban tolerar de manera muy estricta, o que el filtro paso banda del receptor se deba compensar con las posibles frecuencias para evitar una influencia recíproca de las barreras de luz entre sí, que incrementa considerablemente los costes de construcción de dichas barreras de luz.

25 La patente EP 1 464 983 A1 hace referencia a un sistema de monitorización optoelectrónico con una o una pluralidad de barreras de luz. Cada barrera de luz presenta un emisor y un receptor que se encuentran dispuestos en bordes enfrentados de una zona de monitorización. El emisor y el receptor de una barrera de luz se encuentran sincronizados de manera óptica. Cada emisor transmite pulsos de luz en dirección a un receptor, por lo que se conforma un canal óptico. Las señales de salida generadas de esta manera en el respectivo receptor, se proporcionan a partir de dicho canal a una unidad de control y/o de evaluación como señales de evaluación. La unidad de control y/o de evaluación comprende medios para variar de manera aleatoria, al menos, en el caso de una perturbación detectada proveniente de otro sistema, el periodo de exploración con el cual se explora la zona de monitorización a lo largo de un respectivo canal óptico, y/o el punto en el tiempo en el cual la zona de monitorización se somete a, al menos, un pulso de luz durante un respectivo periodo de exploración a lo largo de un respectivo canal óptico, y/o el tren de pulsos o bien, los intervalos de pulsos en el interior de un respectivo canal óptico, y/o el orden en el que, al menos, dos canales ópticos se activan uno después de otro.

35 En la patente DE 103 55 008 A1 se describe una protección fotoeléctrica que presenta un sistema de emisores y receptores que conforman pares, que se utilizan para la detección de objetos en una zona de monitorización. El emisor y el receptor de un par se activan sincronizadamente. A partir de las señales individuales de recepción de cada receptor individual, se conforma y se almacena una señal de recepción total. Dicha señal de recepción total se filtra utilizando una matriz de filtro.

40 La patente EP 1 821 448 A1 hace referencia a un método para la sincronización de la transmisión de una secuencia de bits de la frecuencia de bits f_1 desde un emisor hacia un receptor. En una primera etapa del método se realiza una exploración, al menos, de un pulso de bits en el receptor con una frecuencia de exploración f_2 mayor a la frecuencia de bits f_1 de la secuencia de bits, de manera que resulten una pluralidad de puntos de exploración dentro de dicho pulso de bit. Después se realiza una asignación del valor 0 a todos los puntos de exploración, a continuación se realiza una determinación del punto de exploración en el que se detecta un flanco del pulso de bits, y la asignación del valor 1 a dicho punto de exploración. Finalmente, se realiza una exploración de la secuencia de bits con la frecuencia de bits f_1 sincronizadamente con uno de los puntos de exploración, a los cuales se ha asignado el valor 0.

45 El objeto de la presente invención consiste en proporcionar un método de la clase mencionada en la introducción, que con costes de construcción reducidos permite un funcionamiento de las barreras de luz seguro contra perturbaciones.

50 Para resolver dicho objeto se proporcionan las características de la reivindicación 1. En las reivindicaciones relacionadas se describen las formas de ejecución ventajosas y los perfeccionamientos convenientes de la presente invención.

55 El método conforme a la presente invención se utiliza para la operación de, al menos, una barrera de luz que comprende un emisor y un receptor. En el caso que la trayectoria del haz de luz de la barrera de luz se encuentre libre, los pulsos de emisión emitidos por el emisor con una frecuencia de reloj, inciden en el receptor. Las señales de recepción generadas por el pulso de emisión en el receptor de la, al menos una, barrera de luz, se filtran

digitalmente. Además, dichas señales se exploran mediante una pluralidad de exploraciones con una frecuencia de exploración asíncrona en relación con la frecuencia de reloj del emisor. A partir de los valores de medición obtenidos en las exploraciones se genera una señal de detección de objetos.

5 El filtrado digital de las señales de recepción se puede realizar esencialmente mediante una técnica de soporte lógico, es decir, que no resulta necesario proporcionar circuitos analógicos costosos, particularmente filtros analógicos.

10 Una ventaja esencial del método conforme a la presente invención, consiste en que mediante el filtrado digital se pueden eliminar en gran parte las influencias perturbadoras de luz, en donde particularmente se puede evitar también de manera segura una influencia de las barreras de luz con frecuencias de reloj que sólo se diferencian levemente.

15 Además, se realiza una exploración de las señales de recepción del receptor con una frecuencia de exploración adaptada a la frecuencia de reloj del emisor. Resulta ventajoso que no resulte necesaria una sincronización de la exploración con la frecuencia de reloj, es decir, que la exploración se realiza de manera asíncrona en relación con el ciclo de emisión. Para un filtrado digital resulta esencial sólo la selección de la frecuencia de exploración sincronizada con la frecuencia de reloj, para obtener de esta manera con la exploración un efecto de filtro paso banda sincronizado con la frecuencia de reloj, que se ocupa de que sólo se amplifiquen las señales con una frecuencia de reloj, y de que se supriman todas las demás señales.

El método conforme a la presente invención resulta apropiado particularmente para barreras de luz en las que el emisor emite pulsos de emisión con una relación pulso/pausa de, al menos, aproximadamente 1:1.

20 De acuerdo con una forma de ejecución ventajosa, se ejecutan exploraciones dentro de un periodo de exploración 2^k ($k > 1$). Se conforman las respectivas diferencias de dos valores de medición, que se encuentran desplazadas entre sí por medio periodo de exploración. A partir de la suma de las diferencias se genera la señal de detección de objetos, en donde el periodo de exploración corresponde, al menos, aproximadamente a un periodo de emisión del emisor. Para generar la señal de detección de objetos, se evalúa preferentemente la suma con un valor umbral.

25 Dicha forma de ejecución de la presente invención se encuentra perfeccionada de una manera particularmente ventajosa, de manera tal que las conformaciones de los valores de medición se repiten a lo largo de una pluralidad de periodos de exploración. A partir de las diferencias obtenidas para los periodos de exploración individuales, se obtienen las sumas individuales a partir de las cuales se conforma una suma que se consulta para generar la señal de detección de objetos.

30 Dicha forma de ejecución resulta apropiada particularmente para barreras de luz que emiten pulsos de emisión con una relación pulso/pausa de 1:1. La exploración de las señales de recepción se realiza periódicamente, en donde el periodo de exploración corresponde al cociente de la frecuencia de exploración y al número de exploraciones por periodo de exploración 2^k .

35 Resulta esencial la adaptación de los periodos de exploración al periodo de emisión del emisor, por lo que se garantiza que la frecuencia de transmisión del filtrado digital corresponda a la frecuencia de reloj del emisor de manera que sólo se amplifiquen esencialmente señales con la frecuencia de reloj, y que se obtengan para la evaluación. En general, mediante la exploración de las señales de recepción se obtiene un efecto de filtro paso banda, sincronizado con la frecuencia de reloj del emisor.

40 La sincronización de la frecuencia central del filtro paso banda con la frecuencia de reloj, se puede realizar mediante una parametrización del lado del receptor durante un proceso de aprendizaje.

En general, también se puede realizar una compensación automática de la frecuencia de exploración en relación con la frecuencia de reloj del emisor. En particular, durante el funcionamiento de la barrera de luz también se puede realizar un ajuste automático de la frecuencia de exploración en relación con la frecuencia de reloj del emisor, cuando dicha frecuencia varía debido a influencias de la temperatura o similares.

45 De acuerdo con un perfeccionamiento ventajoso de la presente invención, se proporcionan una pluralidad de barreras de luz cuyos emisores operan con diferentes frecuencias de reloj, en donde de manera ventajosa la predeterminación de la frecuencia de reloj de los emisores de las barreras de luz se realiza mediante una interconexión de los emisores individuales.

50 El filtrado digital de las señales de recepción de los receptores de las barreras de luz, se realiza nuevamente con una exploración discreta de las señales de recepción, en donde las frecuencias de exploración individuales se encuentran sincronizadas con las frecuencias de reloj de los emisores individuales. De esta manera, se pueden evitar las influencias recíprocas no deseadas de las barreras de luz.

A continuación, la presente invención se explica mediante los dibujos. Muestran:

Figura 1: Esquema de bloques de una barrera de luz.

Figura 2a: Diagrama en función del tiempo de pulsos de emisión que son emitidos con una frecuencia de reloj por el emisor de la barrera de luz, de acuerdo con la figura 1.

Figura 2b: Diagrama en función del tiempo de señales de recepción de la barrera de luz de acuerdo con la figura 1, que se exploran con una frecuencia de exploración.

5 Figura 3: Resultados de la exploración para el sistema de las figuras 1, 2 en el caso de una adaptación óptima de la frecuencia de exploración a la frecuencia de reloj.

Figura 4: Resultados de la exploración para el sistema de las figuras 1, 2 en el caso de una adaptación que aún resulta suficiente de la frecuencia de exploración a la frecuencia de reloj.

10 Figura 5: Resultados de la exploración para el sistema de las figuras 1, 2 en el caso de una adaptación insuficiente de la frecuencia de exploración a la frecuencia de reloj.

Figura 6: Representación del efecto del filtro paso banda obtenido mediante el filtrado digital de acuerdo con las figuras 3 a 5.

Figura 7: Un efecto de filtro paso banda mejorado en comparación con la figura 6.

15 Figura 8: La señal obtenida en el filtrado digital de acuerdo con las figuras 3 a 6, para generar una señal de detección de objetos.

Figura 9: Forma de ejecución de un sistema múltiple de barreras de luz.

Figura 10: Representación de filtros paso banda de exploración para el sistema de acuerdo con la figura 10.

Figura 11: Otra forma de ejecución de un sistema múltiple de barreras de luz.

Figura 12: Representación de filtros paso banda de exploración para el sistema de acuerdo con la figura 12.

20 Figuras 13a, 13b: Diagramas para el ajuste automático de la frecuencia de exploración de una barrera de luz.

Figuras 14a, 14b: Diagramas en función del tiempo de una exploración de la señal de recepción de una barrera de luz.

Figura 15a: Diagramas en función del tiempo de acuerdo con la figura 14b ante la presencia de una perturbación.

Figura 15b: Variante de la figura 15a.

25 Figura 16: Dependencia de la frecuencia de la integral del valor de perturbación, para las exploraciones de acuerdo con las figuras 14, 15.

30 La figura 1 muestra un ejemplo de ejecución de una barrera de luz 1. La barrera de luz 1 presenta un emisor 2 en forma de un diodo emisor de luz que emite haces de luz 3 en forma de pulsos de emisión. Además, la barrera de luz 1 comprende un receptor 4 para la recepción de los haces de luz 3. El receptor 4 se puede conformar mediante un fotodiodo. En la salida del receptor 4 se encuentra conectada una unidad de procesamiento de señales 5, cuyas señales de salida se suministran a través de un convertidor digital analógico no representado, de una unidad de evaluación 6, en la cual se genera una señal de detección de objetos en relación con las señales de recepción en la salida del receptor 4. La señal de detección de objetos se emite a través de una salida de conmutación 7.

35 El emisor 2 se integra en una primera carcasa 8, mientras que el receptor 4 y los componentes conectados del lado del receptor, se encuentran integrados en una segunda carcasa 9. Las carcasas 8, 9 se encuentran dispuestas en bordes enfrentados de una zona de monitorización. A dicha zona de monitorización los haces de luz 3 del emisor 2 llegan sin obstáculos al receptor 4. Por el contrario, un objeto en la zona de monitorización genera una interrupción del haz de luz 3. En correspondencia, se genera una señal binaria de conmutación en la unidad de evaluación 6 como una señal de detección de objetos, cuyos estados de conmutación indican si se encuentra, o no, un objeto en la zona de monitorización.

40 Las detecciones incorrectas se pueden generar mediante la radiación de una luz ajena 10, en donde dicha luz ajena 10 de otras barreras de luz 1 puede ser generada sólo mediante haces ajenos. Para eliminar esta clase de influencias de luz ajena o perturbadora, en la barrera de luz 1 se realiza un filtrado digital de las señales de recepción, que se explica mediante las figuras a continuación 2 a 8.

45 La figura 2a muestra los pulsos de emisión emitidos por el emisor 2 de la barrera de luz 1. El emisor 2 emite con una frecuencia de reloj una secuencia de pulsos de emisión rectangulares con una relación pulso/pausa de 1:1.

La figura 2b muestra el desarrollo en el tiempo de las señales de recepción U_a después del paso a través de la unidad de procesamiento de señales 5 en el caso que la zona de monitorización se encuentre libre, es decir, para el caso en que los pulsos de emisión incidan sin obstáculos en el receptor 4. La señal de recepción presenta la

frecuencia de reloj correspondiente a las secuencias de pulsos de emisión. Sin embargo, como consecuencia del procesamiento de señal en la unidad de procesamiento de señal 5, la señal de recepción ya no resulta rectangular. Esto se basa en que mediante los condensadores de acoplamiento, en el amplificador de recepción de la unidad de procesamiento de señales 5, se genera un filtro de paso alto. Mediante una amplificación de frecuencia limitada de los transistores y sus modos de conexión en la unidad de procesamiento de señal 5, se conforma además un filtro de paso bajo que conjuntamente con el filtro de paso alto, resulta en un filtro de paso banda de recepción de banda ancha. Para la realización del filtrado digital, se explora con una frecuencia de exploración la señal de salida amplificada U_a mediante el convertidor analógico/digital antes de la lectura en la unidad de evaluación 6.

Como se observa en la figura 2b, la señal de recepción amplificada U_a se explora periódicamente, en donde el periodo de exploración se indica en la figura 2b con el símbolo de referencia A. En el presente caso, se realizan seis exploraciones discretas, desplazadas en $m \Delta t$, por periodo de exploración. Además, es $1/\Delta t$ de la frecuencia de exploración. La exploración se realiza de manera asíncrona en relación con la frecuencia de reloj del emisor 2, es decir, que existe un desplazamiento de fases aleatorio PV (representado en la figura 2a) entre la exploración y la frecuencia de reloj. En general, por periodo de exploración se realizan $N=2^k$ ($k>1$) exploraciones. Los valores de medición obtenidos en las exploraciones individuales, se conforman para el filtrado digital de la señal de recepción. Además, para cada periodo de exploración se conforma la diferencia de los pares de valores de medición que se encuentran desplazados en el tiempo por medio periodo de reloj. Dichas diferencias aportan para el resultado que consiste en una medida para el nivel de recepción (intensidad). Debido al desplazamiento de fases aleatorio PV, el par de valores de medición $D3 = u(3) - u(6)$ suministra, por ejemplo, un aporte reducido. Por lo tanto, se deben considerar todos los pares de valores de medición. Se conforman los siguientes valores de diferencia:

$$D1 = u(1) - u(4)$$

$$D2 = u(2) - u(5)$$

$$D3 = u(3) - u(6)$$

Para obtener una selección de frecuencia, se suman los valores de diferencia D1, D2 y D3 convenientemente a lo largo de una pluralidad de periodos de la frecuencia de reloj del sensor 2.

En la exploración de la señal de recepción representada en la figura 2b, la frecuencia de exploración se encuentra ajustada de manera óptima a la frecuencia de reloj, en tanto que se cumple con exactitud la relación

$$f_T = \frac{1}{N} * f_A$$

en donde f_T es la frecuencia de reloj del emisor 2, f_A es la frecuencia de exploración y N es el número de exploraciones por periodo de exploración. Esto significa que en cada caso, el periodo de exploración corresponde al periodo de emisión del emisor 2.

Para dicho caso, se obtiene el diagrama en la figura 3 para las diferencias D1, D2, D3 en relación con los periodos de emisión sucesivos entre sí del emisor 2. A partir de ello, resulta evidente que las diferencias D1, D2, D3 resultan constantes en el tiempo.

La figura 4 muestra el caso de una adaptación incorrecta reducida de la frecuencia de exploración y de la frecuencia de reloj, en donde en este caso vale la siguiente relación entre ambas variables.

$$f_T = 1,05 * \frac{1}{N} f_A$$

Debido a la adaptación incorrecta reducida entre f_A y f_T , se obtiene una variación en el tiempo relativamente lenta de las diferencias D1, D2, D3.

La figura 5 muestra el caso en el que existe una adaptación incorrecta mayor entre f_T y f_A , en donde en este caso existe la siguiente relación entre ambas variables:

$$f_T = 1,2 * \frac{1f_A}{N}$$

Debido a la adaptación incorrecta mayor entre f_A y f_T , se obtiene una variación rápida en el tiempo de las diferencias D1, D2, D3.

5 Para generar la señal de detección de objetos, en primer lugar se suman las diferencias individuales D1, D2, D3 obtenidas por periodo de exploración, a lo largo de una pluralidad de periodos de exploración de acuerdo con las siguientes relaciones:

$$Su1 = D1_1 + D1_2 + \dots + D1_n$$

$$Su2 = D2_1 + D2_2 + \dots + D2_n$$

10

$$Su3 = D3_1 + D3_2 + \dots + D3_n$$

A partir de dichos valores, se conforma a continuación, de acuerdo con la siguiente relación, la suma:

$$E = | Su1 | + | Su2 | + | Su3 |$$

15 La señal binaria de conmutación se obtiene mediante el hecho de que la suma E se evalúa con un valor umbral s_1 . Por lo tanto, si el valor actual de E es mayor que el valor umbral s_1 , la zona de monitorización se encuentra libre. Si el valor de E es menor que el valor umbral s_1 , existe la intervención de un objeto en la zona de monitorización.

La figura 6 muestra el efecto de filtro paso banda obtenido mediante el filtrado digital explicado. Además, la figura 6 muestra la dependencia de la suma E en relación con los cocientes de frecuencia:

$$df = \frac{f_T}{N * f_A}$$

20 en donde f es la frecuencia de la señal de recepción registrada por el receptor 4 de la barrera de luz 1.

Como se observa en la figura 6, la suma E adopta su valor máximo en $f = 1$, es decir, cuando se cumple la condición representada en la figura 2, que consiste en que el periodo de exploración corresponde directamente al periodo de emisión.

25 Dicha condición en el caso de una barrera de luz 1 cuyo periodo de exploración se ajusta exactamente a los pulsos de emisión, se cumple cuando los pulsos de emisión del emisor 2 también inciden en el receptor 4, y se conforman de la manera que se representa en la figura 2.

30 Sin embargo, si la frecuencia de reloj del emisor 2 se modifica debido a una variación de la temperatura o similar, de esta manera se puede modificar su frecuencia de exploración de manera tal que df, por ejemplo, adopte el valor 1,05 (en correspondencia con el caso de la figura 4). Por lo tanto, el valor de E (1,05) es menor que el valor máximo E (1,0), sin embargo, también el valor E (1,05) es mayor que el valor umbral s_1 , de manera tal que se indique correctamente una zona de monitorización libre con la señal de detección de objetos.

35 En el caso que falle, por ejemplo, el propio emisor 2, y llegue luz de emisión de otra barrera de luz 1 al receptor 4, cuya frecuencia de exploración es mayor en un 20% que la frecuencia de exploración del propio emisor 2, de esta manera en el filtrado digital se obtiene el valor E (1,2). Debido al efecto de filtro paso banda obtenido mediante el filtrado digital, el valor E (1,2) resulta menor al valor umbral s_1 , es decir, que dicha luz perturbadora ha sido detectada por la barrera de luz 1, y de acuerdo con ello no se inicia ninguna activación incorrecta que indique una zona de monitorización libre.

40 De esta manera, como muestra la figura 6, mediante el filtrado digital se obtiene un filtro paso banda de intervalos, que se ocupa de que sólo se amplifiquen las señales en $df = 1$, mientras que se suprimen las señales cuya frecuencia difiere significativamente de $df = 1$.

La figura 7 muestra un perfeccionamiento de la forma de ejecución de acuerdo con la figura 6, que consiste en que un filtro paso banda de una banda muy estrecha, se conforma de manera que la conformación de las sumas se realiza mediante un número elevado de periodos de reloj, por ejemplo, $n = 32$. En correspondencia con la relación de la frecuencia de exploración con la frecuencia de reloj, se conforman puntos ceros recurrentes, como se conoce de los filtros digitales. En la zona B1 y B3, se suprimen en gran parte las perturbaciones, es decir, los emisores de haces de luz ajenos. Dentro del ancho de banda B4 se identifica de manera segura la frecuencia de reloj del propio emisor 2. En el caso de valores múltiples impares de la frecuencia de resonancia f_2 , se conforman máximos. Para suprimir la luz ajena 10 en dichas zonas, el filtro de paso bajo analógico del amplificador se diseña de manera que la luz ajena 10 con $3 \cdot f_2$ se atenúe de manera suficiente, y permanezca de manera segura por debajo del valor umbral s_1 .

La señal de las sumas E obtenida en la exploración de acuerdo con la figura 2, depende del desplazamiento de fases PV de dicha exploración en relación con la frecuencia de reloj del emisor 2. Dicha dependencia se representa en la figura 8. En el caso de las seis exploraciones realizadas por filtro paso banda de intervalos, la ondulación de la señal de las sumas E asciende a alrededor del 15%. Se puede reducir la ondulación con un índice elevado de exploración $k > 6$. El número de los valores sumados de las diferencias n no representa una influencia para la ondulación. Dado que la ondulación sólo asciende a alrededor del 15%, no se perjudica la señal de conmutación dado que la suma E siempre resulta mayor que el valor umbral s_1 .

La figura 9 muestra un sistema de dos barreras de luz 1a, 1b, en donde la primera barrera de luz 1a presenta un emisor 2a que emite haces de luz 3a, y un receptor 4a. En correspondencia, la segunda barrera de luz 1b presenta un emisor 2b que emite haces de luz 3b, y un receptor 4b.

Cada emisor 2a, 2b transmite con una frecuencia de reloj, que se diferencia lo suficiente del emisor adyacente 2a, 2b. Para que se puedan utilizar unidades de la misma clase que no se deban parametrizar, se conectan los emisores 2a, 2b mediante una línea de control 11. Para la conexión de las líneas de control 11, se proporcionan en cada emisor 2a, 2b respectivamente una entrada de activación 12 y una salida de activación 13. La salida de activación 13 de una barrera de luz 1a se conecta respectivamente con la entrada de activación 12 del emisor 2b de la barrera de luz 1b conectada a continuación. El emisor 2a, que no identifica ninguna señal de activación en su entrada de activación 12, transmite con la frecuencia de reloj f_1 lo más elevada posible. En su salida de activación 13a dicho emisor proporciona una señal de reloj que asciende, al menos, a la mitad del valor de un desplazamiento de frecuencia B2 ajustable, con la frecuencia de reloj f_1 , o un código a partir del cual se genera la frecuencia de reloj f_2 del siguiente emisor 2.

$$f_2 = f_1 - B_2 / 2$$

El emisor 2b identifica dicha señal de activación a través de su entrada de activación 12, y emite pulsos de emisión con la frecuencia de reloj f_2 . Para el siguiente emisor 2b, dicho emisor proporciona en su salida de activación 13, la señal de activación con la frecuencia f_3 . De esta manera, todos los emisores interconectados 2a, 2b operan con diferentes frecuencias en una secuencia descendente.

Para la puesta en funcionamiento, se cubren todos los emisores 2a, 2b excepto uno. En el ejemplo que se muestra, la luz de emisión del emisor 2a llega al receptor 4a. Mediante una instrucción de aprendizaje se induce al receptor 4a a emitir aquellas frecuencias de exploración que se encuentran a disposición para dicho receptor, que corresponden a la frecuencia de reloj del emisor 2a. En una segunda etapa se define el valor umbral s_1 en relación con el valor máximo, es decir, el valor máximo para la suma E obtenido en la exploración digital.

La figura 10 muestra los posibles filtros paso banda de exploración, obtenidos mediante el filtrado digital, con las frecuencias de reloj f_1 , f_2 y f_3 , en donde los filtros paso banda de intervalos se definen en correspondencia con la figura 6. Cuando la señal de sumas E en la frecuencia f_1 excede el valor umbral s_1 , la frecuencia de reloj se considera identificada, y el receptor 4a se asigna de esta manera al emisor 2a, que emite pulsos de emisión con la frecuencia de reloj f_1 . En la siguiente etapa se cubren todos los emisores, excepto el emisor 2b, y el proceso de aprendizaje se repite con el receptor 4a.

La figura 11 muestra una extensión del sistema de barreras de luz de acuerdo con la figura 9. El sistema de barreras de luz de acuerdo con la figura 11 comprende tres barreras de luz 1a, 1b, 1c respectivamente con un emisor 2a, 2b, 2c que emite un haz de luz 3a, 3b, 3c, y tres receptores 4a, 4b, 4c. En dicho sistema, los haces de luz 3a, 3b, 3c de los emisores 2a, 2b, 2c llegan no sólo a los respectivos receptores 4a, 4b, 4c enfrentados asignados, sino que también llegan a los adyacentes que se encuentran a continuación. Los emisores 2a, 2b, 2c del sistema emiten pulsos de emisión con diferentes frecuencias de reloj f_1 , f_2 , f_3 , como se indica en figura 11. El filtrado digital del lado del receptor se realiza análogamente a los ejemplos de ejecución anteriores.

Cada receptor 4a, 4b, 4c que recibe luz suficiente de un emisor adyacente 2a, 2b, 4c, puede identificar dicha luz, y puede evaluarla en relación con el objeto existente. De esta manera, se detectan los espacios en la zona de monitorización, que se generan entre los ejes de luz de los haces de luz 3. Además, cada receptor 4a, 4b, 4c puede monitorizar a sus emisores adyacentes 2a, 2b, 2c en relación con la función, y eventualmente puede emitir una señal

de advertencia. Dicha funcionalidad resulta posible en tanto que de acuerdo con la medición en los propios emisores 2a, 2b, 2c con la frecuencia de exploración correspondiente a la frecuencia de reloj de dicho emisor 2a, 2b, 2c, se realiza de manera esporádica o cíclica una medición de control de la frecuencia de reloj adyacente.

5 La figura 12 muestra los filtros paso banda de exploración provistos en los receptores 4a, 4b, 4c, para las frecuencias de reloj f1, f2 y f3. Para el control, se puede incrementar el ancho de banda mediante el hecho de que la exploración de la señal de recepción se realiza para el filtrado digital sólo a lo largo de pocos periodos de exploración. Esto presenta la ventaja de que la medición se realiza esencialmente más rápido, y que se detectan los rangos de frecuencias entre las frecuencias de exploración discretas f1, f2 y f3. Mediante dicho procedimiento se pueden controlar los emisores adyacentes 2 o bien, se puede identificar una radiación perturbadora con la frecuencia f_{pert} , y se pueden asignar aproximadamente a un rango de frecuencia.

10 En el caso de la barrera de luz 1 de acuerdo con la figura 1, como en el caso de los sistemas de barreras de luz de las figuras 9 y 11, se puede ajusta automáticamente la frecuencia de exploración y, de esta manera, el filtro paso banda de exploración durante la operación de detección, a la frecuencia de reloj del respectivo emisor 2. Esto se representa a modo de ejemplo en las figuras 13a, 13b para una barrera de luz 1 de acuerdo con la figura 1.

15 La figura 13a muestra la manera en que el filtro paso banda de exploración se desplaza comenzando en la frecuencia de exploración f_{inic} hasta f_{parad} . Los niveles medidos con los respectivos filtros paso banda de exploración, en el caso que el emisor 2 se encuentre conectado, dan como resultado una evolución como se muestra en la figura 13b. El nivel máximo A0 corresponde al nivel para la zona de monitorización libre, cuando se explora con dicha frecuencia f0. Dichos valores se pueden utilizar para un proceso de aprendizaje de acuerdo con la figura 9.

20 En el caso que el emisor 2 se encuentre desconectado, se pueden determinar la frecuencia y la intensidad de una o una pluralidad de fuentes de luz ajena. Dicha determinación de las fuentes de luz ajena en un modo de diagnóstico, se puede aplicar también para otros principios de sensores, como por ejemplo, captadores o sensores de luz reflejada.

25 Mediante la evaluación de los valores medios momentáneos se pueden detectar también frecuencias perturbadoras que se encuentran por encima de la frecuencia de reloj del emisor. En el caso que no se hayan identificado las frecuencias perturbadoras en las proximidades inmediatas de la frecuencia de reloj del emisor, se modifica sólo esencialmente la amplitud de la señal de recepción y el valor medio U_{m1} . Para detectar también esta clase de perturbaciones, se debe haber desplazado de manera notable la frecuencia de exploración.

30 La figura 14a muestra una exploración de la señal de recepción en correspondencia con la figura 2b, en donde en el ejemplo que se muestra, se explora seis veces un periodo de reloj del emisor. A partir de los pares de valores medios correspondientes, se conforma la diferencia $D1 = u(1) - u(4)$, $D2 = u(2) - u(5)$ y $D3 = u(3) - u(6)$. Además, se almacenan respectivamente los tres valores medios anteriores, por ejemplo, $u(1)$, $u(2)$ y $u(3)$. Después de la totalización de la diferencia D1 en la suma $Su1$, se puede eliminar $u(1)$, y se puede almacenar en cambio $u(4)$. De esta manera, resulta suficiente una profundidad de memoria de 3 etapas de exploración.

35 La figura 14b muestra la manera en que se utilizan los valores de medición ya existentes $u(1)$, $u(2)$ y $u(3)$ de acuerdo con la figura 14a para la detección de perturbaciones. Mediante la adición de los pares de valores de medición, se conforma el valor medio U_{m0} . En el caso sin perturbaciones, los valores medios F de los pares de valores de medición, que se encuentran desplazados entre sí precisamente por medio periodo de reloj del emisor, se encuentran próximos al punto de trabajo predeterminado mediante el circuito analógico.

40
$$F1 = (u(1) + u(4)) / 2$$

$$F2 = (u(2) + u(5)) / 2$$

$$F3 = (u(3) + u(6)) / 2$$

45 Mediante una información adicional en relación con una pluralidad de periodos del ciclo de emisión, se obtiene el valor medio estable U_{m0} . Condicionado por el acoplamiento del filtro de paso alto en el amplificador del receptor, dicho valor medio U_{m0} se ajusta también en el caso de perturbaciones superpuestas.

50 La figura 15a muestra como una extensión de las figuras 14a, 14b el caso en que una perturbación de baja frecuencia se superpone a la señal de recepción U_a amplificada. De esta manera, varía el valor medio U_{m1} momentáneo, cuya evolución en el tiempo se determina mediante los respectivos valores de F ($F1, F2, F3, F1'$, etc.). La diferencia de valores ($U_{m1} - U_{m0}$) es una medida para el valor de perturbación momentáneo. Mediante el número predeterminado de periodos n sumados, se obtiene la integral del valor de perturbación Sti . En el caso que se exceda Sti el valor umbral de perturbación $s2$, la perturbación se considera detectada, y se pueden tomar medidas para la estabilización de la señal de conmutación. Una posibilidad consiste en bloquear la salida de

conmutación hasta que la integral del valor de perturbación St_i haya descendido nuevamente por debajo del valor umbral de perturbación s_2 . Otra medida consiste en la reducción de la frecuencia de conmutación, en tanto que se detecta la perturbación.

5 La figura 15b muestra la manera en que se simula otra combinación de pares de valores de medición G, por ejemplo, $G_1 = u(1) - u(3)$ una frecuencia de exploración mayor en un 25%. De esta manera, también se puede detectar de manera segura la perturbación en las proximidades de la frecuencia de reloj del emisor. Otra opción puede consistir en la conformación de pares de valores de medición H, en donde H puede ser $H_1 = u(1) - u(5)$, $H_2 = u(2) - u(6)$, etc. De esta manera, se ha simulado una frecuencia de exploración más profunda en un 20%.

10 La figura 16 muestra la evolución de la integral del valor de perturbación St_i a lo largo de la frecuencia de exploración f . En la frecuencia f_A , se encuentra el mínimo para el caso de la exploración con pares de valores de medición F de acuerdo con la figura 15a. En este caso, no se ha detectado una perturbación sinusoidal con la frecuencia f_{pert} en las proximidades inmediatas de f_F . La integral del valor de perturbación $St_i(f_G)$, que se conforma con la ayuda de los pares de valores de medición G, en el caso de la frecuencia de perturbación f_{pert} se encuentra evidentemente por encima del valor umbral de perturbación s_2 . Mediante la adición de ambas evoluciones de la
 15 integral de perturbación, se obtiene la evolución total $St_{i_{total}}$. De esta manera, se detecta de manera segura cada perturbación que presente una amplitud suficiente.

Lista de símbolos de referencia

- (1) Barrera de luz
- (1a) Barrera de luz
- 20 (1b) Barrera de luz
- (2) Emisor
- (2a) Emisor
- (3) Haces de luz
- (3a) Haces de luz
- 25 (4) Receptor
- (4a) Receptor
- (4b) Receptor
- (5) Unidad de procesamiento de señales
- (6) Unidad de evaluación
- 30 (7) Salida de conmutación
- (8) Carcasa
- (9) Carcasa
- (10) Luz ajena
- (11) Línea de control
- 35 (12) Entrada de activación
- (13) Salida de activación
- (13a) Salida de activación
- BP: Filtro paso banda de exploración
- B1, B3: Rangos de frecuencia en los que se suprime la luz ajena
- 40 B4: Ancho de banda del filtro paso banda de exploración
- B2: Rango que se debe evitar para los ejes de luz adyacentes
- D1, D2, D3: Diferencia de las tensiones exploradas en el punto $t=1 \dots 6$

$$D1 = u(1) - u(4)$$

$$D2 = u(2) - u(5)$$

$$D3 = u(3) - u(6)$$

E: Resultado calculado como medida para el nivel de recepción

E: Resultado calculado como medida para el nivel de recepción

5

$$E = |Su1| + |Su2| + |Su3|$$

f1, f2, f3: Frecuencias de reloj

G: Par de valores de medición

H: Par de valores de medición

F: Par de valores de medición

10 k: Número de exploraciones por periodo de reloj ($2 < k < 16$, preferentemente 6)

n: Número de periodos de reloj evaluados (longitud de ráfaga) ($2 < n < 1000$, preferentemente 32 para la medición y 4 para el control)

PV: Desplazamiento de fase entre el ciclo de emisión y el ciclo de exploración

Su1, Su2, Su3: Valores de diferencias sumados

15

$$Su1 = D1_1 + D1_2 + \dots + D1_n$$

$$Su2 = D2_1 + D2_2 + \dots + D2_n$$

$$Su3 = D3_1 + D3_2 + \dots + D3_n$$

s1: Valor umbral para generar una señal de detección de objetos

s2: Valor umbral de perturbación

20 Ue: Tensión de entrada de la unidad de procesamiento de señales

Ua: Tensión de salida de la unidad de procesamiento de señales

Um: Valor medio

REIVINDICACIONES

1. Método para la operación de, al menos, una barrera de luz (1) que comprende un emisor (2) y un receptor (4), en donde los pulsos de emisión emitidos por el emisor (2) con una frecuencia de reloj, inciden en el receptor (4) cuando la trayectoria del haz de la barrera de luz (1) se encuentra libre, **caracterizado porque** se filtran digitalmente las señales de recepción generadas por el pulso de emisión en el receptor (4) de la, al menos una barrera de luz (1), en tanto que dichas señales se exploran mediante una pluralidad de exploraciones con una frecuencia de exploración asíncrona en relación con la frecuencia de reloj del emisor (2), y porque a partir de los valores de medición obtenidos en las exploraciones se genera una señal de detección de objetos.
2. Método de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado porque** dentro de un periodo de exploración 2^k ($k > 1$) se realizan exploraciones, y se conforman las respectivas diferencias de dos valores de medición que se encuentran desplazados entre sí por medio periodo de exploración, y porque a partir de la suma de las diferencias se genera la señal de detección de objetos.
3. Método de acuerdo con la reivindicación 2, **caracterizado porque** las conformaciones de valores de medición se repiten a lo largo de una pluralidad de exploraciones, y porque a partir de las diferencias obtenidas para cada periodo de exploración individual, se obtienen sumas individuales a partir de las cuales se conforma una suma que se consulta para generar la señal de detección de objetos.
4. Método de acuerdo con la reivindicación 3, **caracterizado porque** para generar la señal de detección de objetos se evalúa la suma con un valor umbral.
5. Método de acuerdo con una de las reivindicaciones 2 a 5, **caracterizado porque** el periodo de exploración corresponde, al menos, aproximadamente a un periodo de emisión del emisor (2).
6. Método de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 6, **caracterizado porque** el emisor (2) emite pulsos de emisión con una relación pulso/pausa de, al menos, aproximadamente 1: 1.
7. Método de acuerdo con una de las reivindicaciones 2 a 6, **caracterizado porque** la frecuencia de exploración se predetermina como un valor de parámetro en un proceso de aprendizaje.
8. Método de acuerdo con una de las reivindicaciones 2 a 6, **caracterizado porque** la frecuencia de exploración se determina automáticamente.
9. Método de acuerdo con la reivindicación 8, **caracterizado porque** la frecuencia de exploración se ajusta automáticamente a la frecuencia de reloj del emisor (2).
10. Método de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 9, **caracterizado porque** se proporciona una pluralidad de barreras de luz (1) cuyos emisores (2) operan con diferentes frecuencias de reloj.
11. Método de acuerdo con la reivindicación 10, **caracterizado porque** la predeterminación de la frecuencia de reloj de los emisores (2) de las barreras de luz (1) se realiza mediante una interconexión de los emisores individuales (2).
12. Método de acuerdo con una de las reivindicaciones 10 u 11, **caracterizado porque** a cada emisor (2) de las barreras de luz individuales (1) se asocia, al menos, un receptor (4), en donde en un proceso de aprendizaje se asigna una frecuencia de exploración para el receptor (4) que se encuentra adaptada a la frecuencia de reloj del emisor asociado (2).

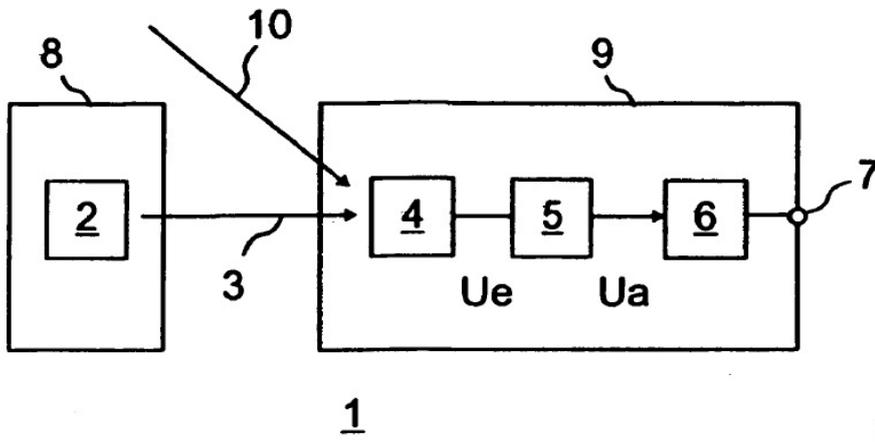


Fig 1

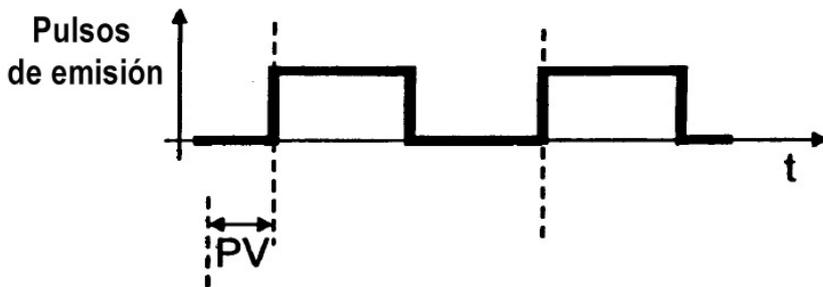


Fig 2a

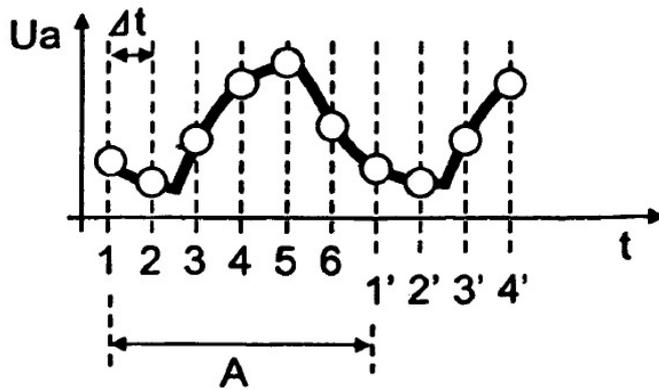


Fig 2b

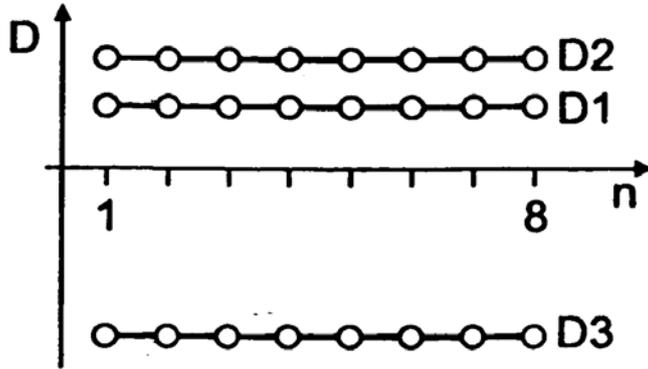


Fig 3

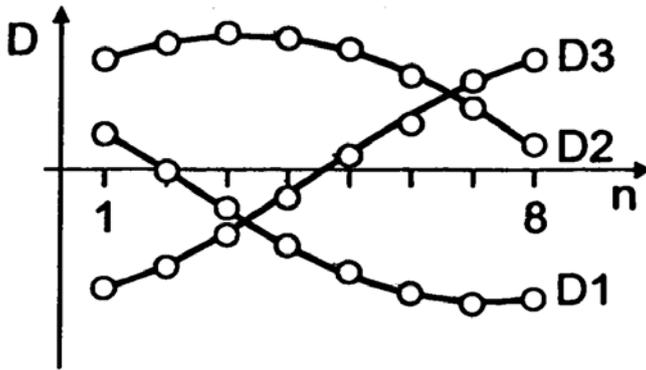


Fig 4

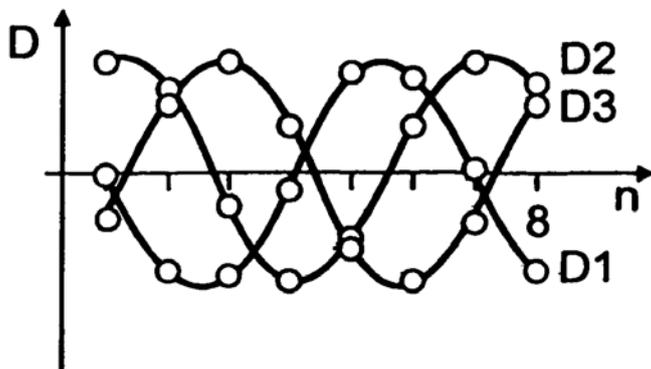


Fig 5

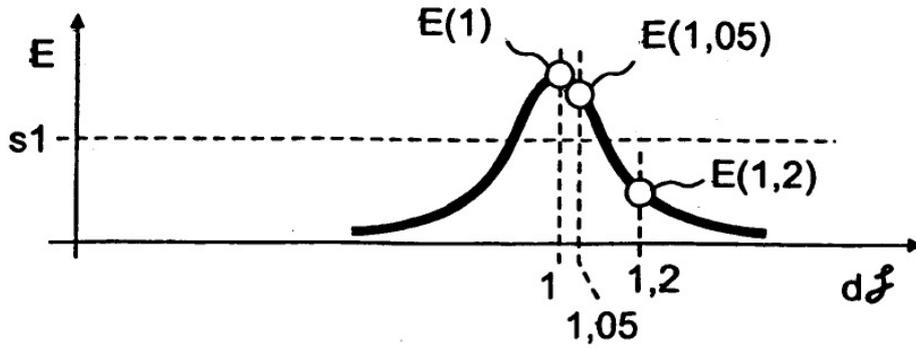


Fig 6

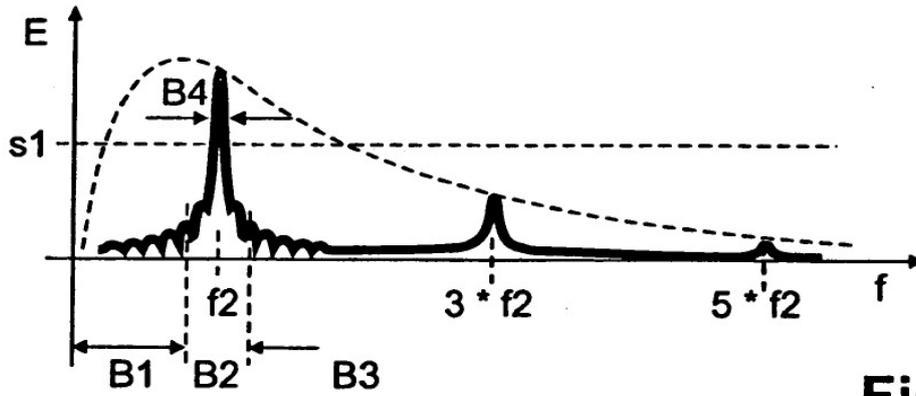


Fig 7

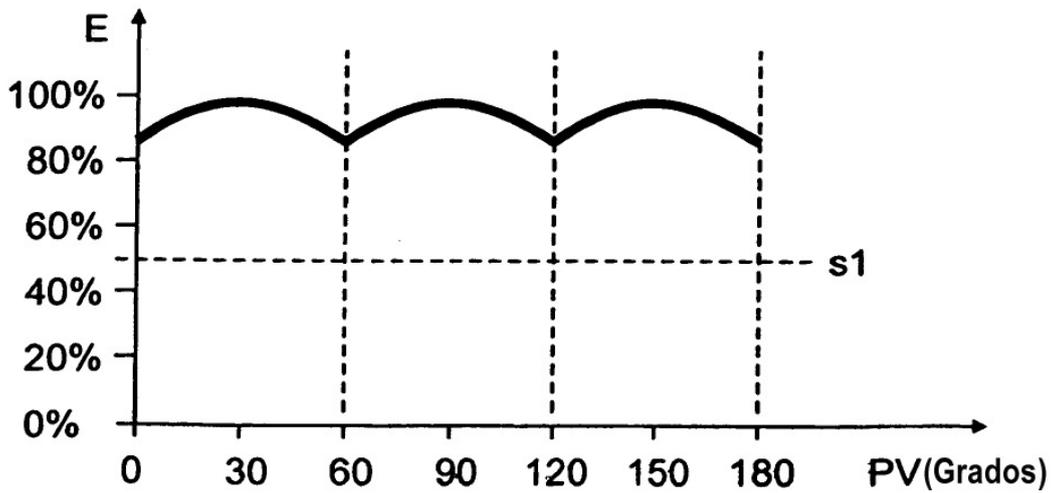


Fig 8

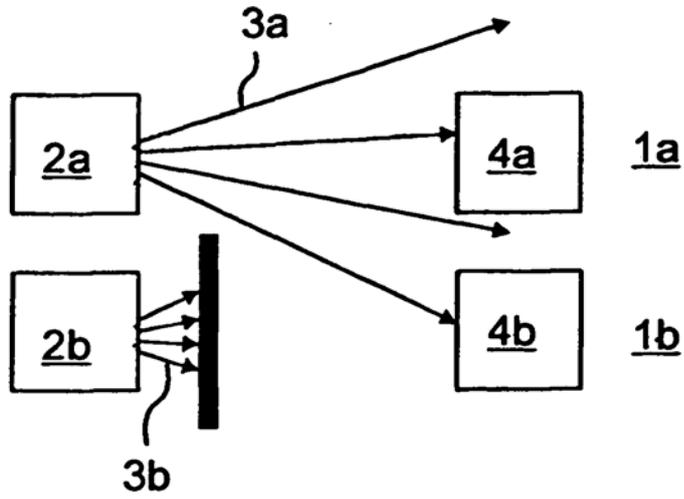


Fig 9

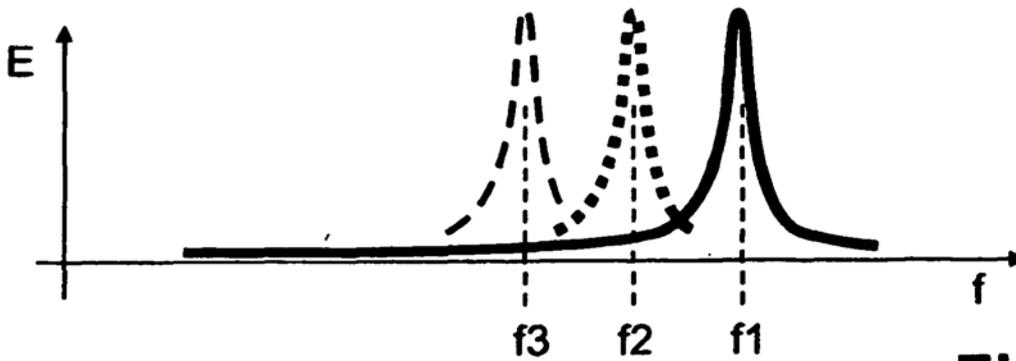


Fig 10

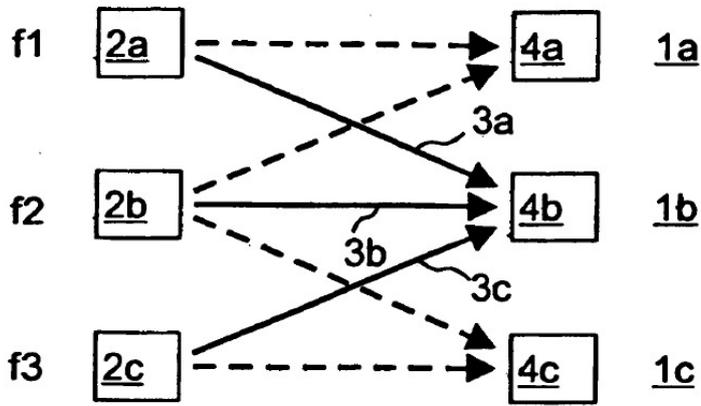


Fig 11

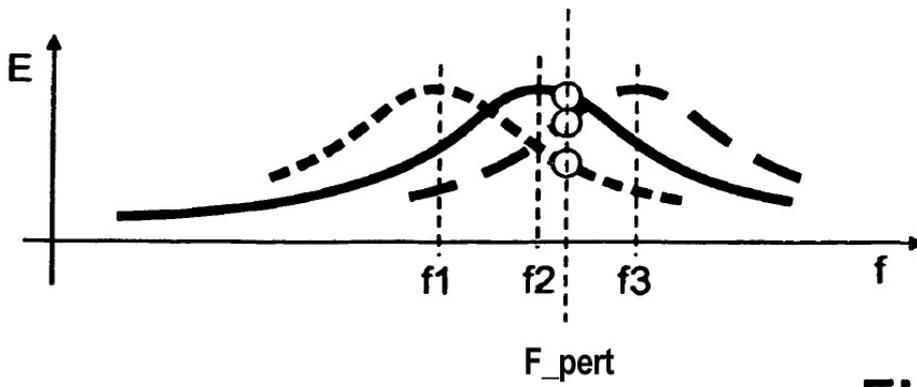


Fig 12

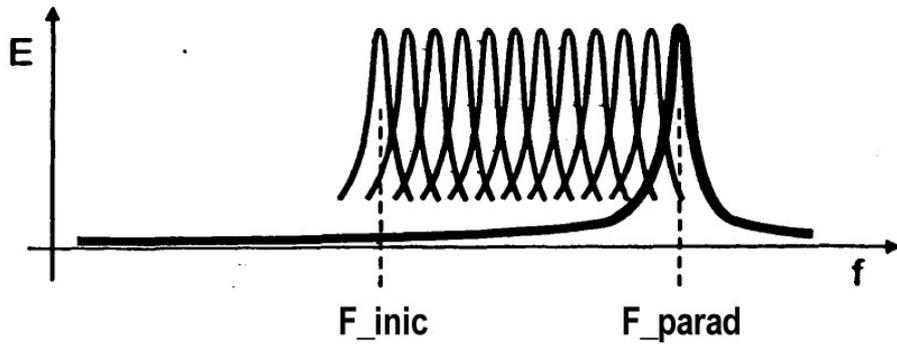


Fig 13a

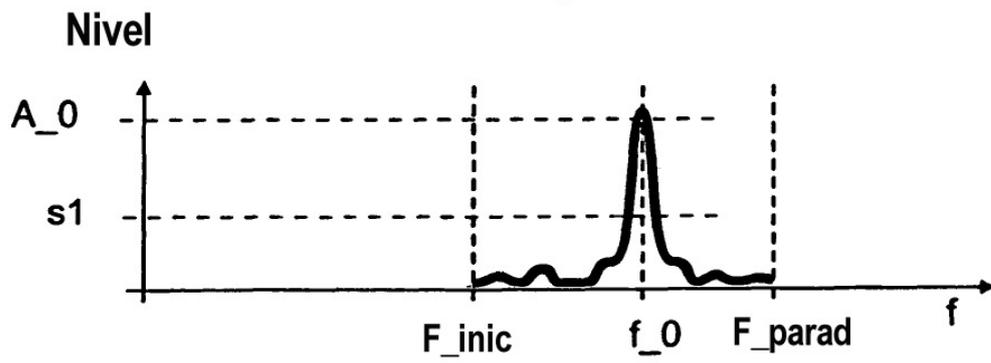


Fig 13b

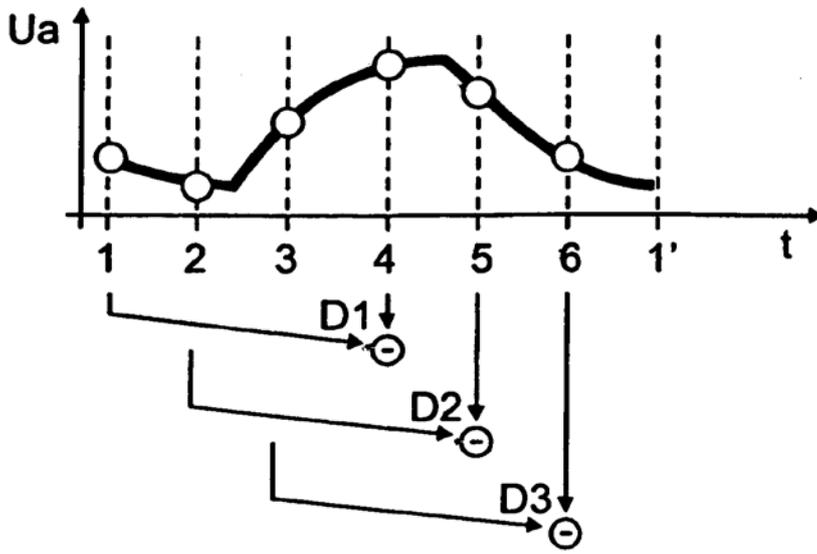


Fig 14a

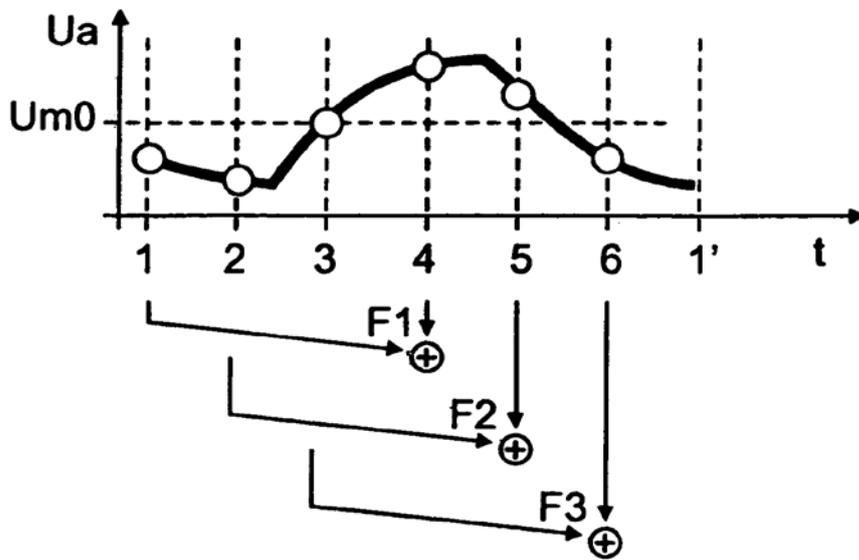


Fig 14b

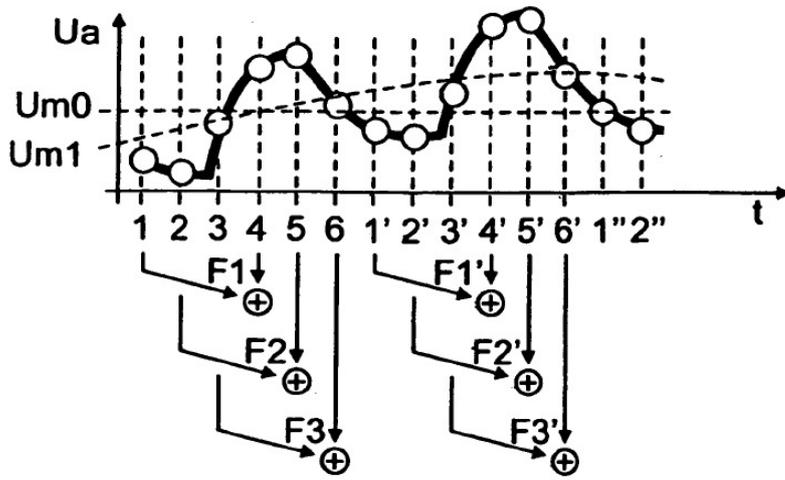


Fig 15a

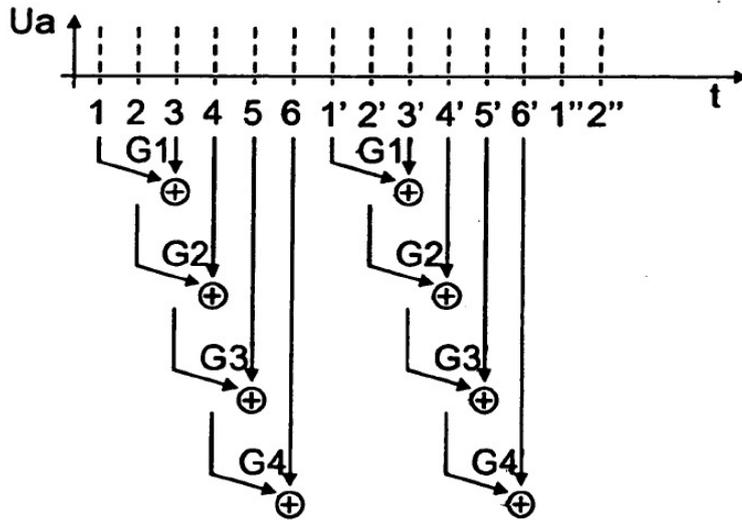


Fig 15b

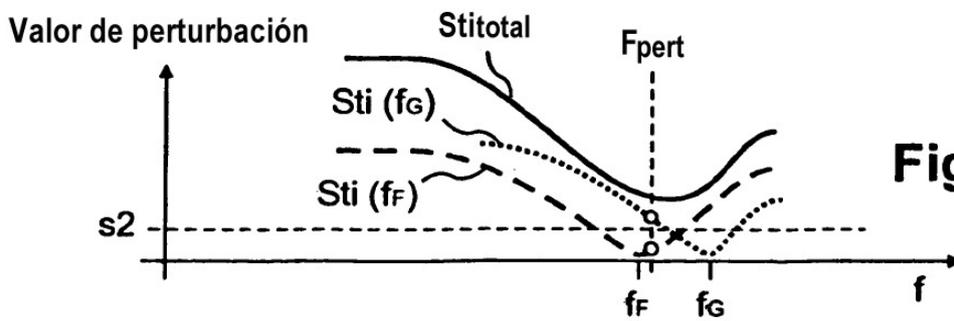


Fig 16