

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 629 259**

51 Int. Cl.:

H03G 3/30

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **15.03.2012 PCT/EP2012/054576**

87 Fecha y número de publicación internacional: **04.10.2012 WO12130625**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **15.03.2012 E 12712605 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **10.05.2017 EP 2692057**

54 Título: **Dispositivos para el ajuste automático de un factor de ganancia o de atenuación**

30 Prioridad:

31.03.2011 DE 102011006566

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

08.08.2017

73 Titular/es:

**ROHDE&SCHWARZ GMBH&CO. KG (100.0%)
Mühldorfstrasse 15
81671 München, DE**

72 Inventor/es:

**KUHWALD, THOMAS y
VALTEN, THOMAS**

74 Agente/Representante:

VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro

ES 2 629 259 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

Dispositivos para el ajuste automático de un factor de ganancia o de atenuación

- 5 La invención se refiere a un dispositivo para el ajuste automático de un factor de ganancia o atenuación de elementos de ganancia y/o atenuación dispuestos en cascada.

10 La etapa de entrada de los equipos de radio modernos presenta normalmente una dinámica de entrada muy alta, con el fin de recibir señales de radio en el mayor alcance posible. Esta dinámica de entrada de una etapa de entrada supera por regla general el margen dinámico de unidades de procesamiento de señales en equipos de radio como por ejemplo filtros o convertidores analógico-digital. Para poder ofrecer aun así una dinámica alta, se emplean controles automáticos de ganancia (*automatic gain control*, AGC).

15 Del documento JP 2004-080455 A se desprende una línea de procesamiento de señales con varios amplificadores dispuestos en cascada y ajustables en cuanto a su factor de ganancia, cuyo factor de ganancia se ajusta en cada caso por medio de un control que se basa en una estructura de retroalimentación (*feed-back structure*).

20 El documento US 6 977 976 B1 desvela un dispositivo para filtrar y amplificar señales y un dispositivo de acuerdo con el preámbulo de la reivindicación 1. El documento WO 00/59110 A2 muestra un dispositivo para la adaptación automática de la ganancia del altavoz y micrófono de un teléfono móvil; el documento GB 2 179 810 A desvela un dispositivo para el control del margen dinámico de una señal.

25 Puesto que una estructura de control retroalimentada presenta en general una peor respuesta en régimen transitorio y por tanto una peor dinámica temporal y puesto que los equipos de radio modernos funcionan en un procedimiento de salto de frecuencia con ranuras de tiempo relativamente cortas para la transmisión de mensajes, un control automático de ganancia de este tipo solo es apropiado de manera limitada para los amplificadores dispuestos en el trayecto de señal de un equipo de radio. A esto se añade que una estructura de control puede tender, de manera condicionada a la estructura, a un comportamiento inestable, lo que no es aceptable para una transmisión de señales segura, por ejemplo en radiotelecomunicación aérea.

30 El objetivo de la invención es, por tanto, desarrollar un dispositivo con un control automático de ganancia o atenuación para elementos de ganancia o atenuación dispuestos en el trayecto de señal de un equipo de radio, que presente un comportamiento en el tiempo óptimo.

35 El objetivo se alcanza mediante un dispositivo para el ajuste automático de un factor de ganancia o atenuación de varios elementos de ganancia interconectados en cascada o de varios elementos de ganancia y atenuación interconectados en cascada con las características de la reivindicación 1. Ampliaciones técnicas ventajosas se indican en las reivindicaciones dependientes individuales.

40 El dispositivo para el ajuste automático de un factor de ganancia o atenuación de varios elementos de ganancia interconectados en cascada o de varios elementos de ganancia y atenuación interconectados en cascada presenta, para cada elemento de ganancia o atenuación, en cada caso un detector para medir el nivel de señal en la entrada del respectivo elemento de ganancia o atenuación y en cada caso una unidad de control subsiguiente para determinar el factor de ganancia o atenuación correspondiente en cada caso al respectivo elemento de ganancia y/o atenuación. De acuerdo con la invención, cada unidad de control está implementada como unidad de control directa, que determina el factor de ganancia o atenuación correspondiente en cada caso al respectivo elemento de ganancia y/o atenuación únicamente en función del nivel de señal medido de la señal presente en la entrada del respectivo elemento de ganancia y/o atenuación. Además, en una unidad de control correspondiente al elemento de ganancia está previsto cada caso un multiplicador para ponderar el nivel de señal medido por el detector en la entrada del respectivo elemento de ganancia por un factor de ponderación, que corresponde a la pendiente de la característica de transferencia correspondiente a la unidad de control, y en cada caso un sumador para sumar un nivel de señal así ponderado con un valor de desfase (*offset value*), que corresponde al valor del eje de ordenadas de la característica de transferencia correspondiente a la respectiva unidad de control.

55 La característica de transferencia de la unidad de control correspondiente al elemento de ganancia puede determinarse a partir de la característica de transferencia del detector correspondiente y la característica de transferencia del elemento de ganancia correspondiente.

60 De acuerdo con un ejemplo, en la unidad de control está prevista una memoria, cuyas celdas de almacenamiento son direccionables en cada caso en función del valor de abscisas de la característica de transferencia de la unidad de control, es decir en función del nivel de señal presente en la entrada del respectivo elemento de ganancia por el detector y que se representa a escala lineal, y cuyo contenido en las celdas de almacenamiento direccionadas, es decir el factor de ganancia correspondiente, puede leerse en la salida de la unidad de control.

65 La característica de transferencia de la unidad de control correspondiente a un elemento de atenuación puede determinarse preferiblemente a partir de la característica de transferencia del detector correspondiente, que

transforma un nivel de señal, registrado a escala logarítmica, de la señal presente en la entrada del respectivo elemento de atenuación en una señal presente en la salida del detector, a escala lineal, y los factores de atenuación individuales que van a ajustarse en los elementos de atenuación.

5 La unidad de control correspondiente al elemento de atenuación presenta para ello, preferiblemente, una máquina de estados, que tiene para cada factor de atenuación implementable en el elemento de atenuación en cada caso un estado. En el respectivo estado permanece la máquina de estados hasta que la señal presente en la salida del detector se encuentre en un intervalo de nivel de señal correspondiente al estado. En caso de que el nivel de señal presente en la salida del detector se salga del intervalo de nivel de señal correspondiente al estado, se produce una
10 conmutación a uno de los dos estados adyacentes. Las transiciones entre los estados individuales de la máquina de estados se producen preferiblemente por medio de una característica de histéresis. El dispositivo de acuerdo con la invención para el ajuste automático de un factor de ganancia o atenuación de elementos de ganancia dispuestos en cascada o de varios elementos de ganancia y atenuación interconectados en cascada se mostrará a continuación en detalle con ayuda del dibujo. Las figuras del dibujo muestran:

15 la figura 1 un diagrama de bloques de una trayectoria de señal en el lado de recepción de un equipo de radio en el que encuentra aplicación la invención,
las figuras 2A, 2B un diagrama a modo de ejemplo con la característica de transferencia de un detector y la característica de transferencia de un elemento de ganancia,
20 las figuras 3A, 3B la figura 3A, un diagrama de bloques a modo de ejemplo de una unidad de control correspondiente a un elemento de ganancia no de acuerdo con la invención y la figura 3B, un diagrama de bloques a modo de ejemplo de una de acuerdo con la invención,
la figura 4 un diagrama de bloques a modo de ejemplo de una unidad de control correspondiente a un elemento de atenuación de acuerdo con la invención,
25 la figura 5 un diagrama de estados a modo de ejemplo para la determinación de un factor de atenuación para un elemento de atenuación en una unidad de control correspondiente a un elemento de atenuación de acuerdo con la invención y
las figuras 6A,6B un diagrama a modo de ejemplo con la característica de transferencia de una unidad de control correspondiente al elemento de ganancia y de una unidad de control correspondiente al
30 elemento de atenuación.

En la trayectoria de señal de un equipo de radio desde la antena hasta el convertidor analógico-digital de acuerdo con la figura 1 se incorporan elementos de atenuación 1 y 2 conmutables o amplificadores 3 ajustables, los cuales garantizan que la señal recibida desde una antena 4 de la señal de radio pueda procesarse en el margen dinámico
35 existente de las unidades de procesamiento de señales individuales en el equipo de radio, consistentes por ejemplo en el filtro de selección de alta frecuencia 5, el filtro de selección de frecuencia intermedia 6, el convertidor analógico-digital 7. El ajuste del factor de ganancia o atenuación de las etapas de ganancia o atenuación 1, 2 y 3 individuales se produce tras una medición del nivel de señal en la entrada de la respectiva etapa de ganancia o atenuación 1, 2 y 3 por medio de un correspondiente detector 8, 9 y 10 en un control automático de ganancia (*automatic gain control* (AGC)) 11, 12 y 13 asociado. Una unidad de control 14 no de acuerdo con la invención para la determinación de un factor de ganancia para un elemento de ganancia 3, es decir para un amplificador ajustable en cuanto a su factor de ganancia G, consiste de acuerdo con la figura 3A en una memoria 15, que preferiblemente está realizada como memoria de solo lectura (*Read-Only Memory* (ROM)). En las celdas de almacenamiento individuales de la memoria 15 están depositados los valores –en una cuadrícula equidistante–del factor de ganancia
45 G para el elemento de ganancia 13. Las celdas de almacenamiento individuales de la memoria 15 son direccionables en función del nivel de señal de la señal presente en la salida del detector 10. De esta manera, la unidad de control 14 implementada mediante la memoria 15 presenta una característica de transferencia entre el nivel de señal a escala lineal de la señal S en la salida del detector 10 y el factor de ganancia G ajustado en el elemento de ganancia 3 a escala logarítmica de acuerdo con la figura 6A.
50

La unidad de control 14' de acuerdo con la invención para la determinación de un factor de ganancia G para un elemento de ganancia 3 consiste de acuerdo con la figura 3B en una conexión en serie de un multiplicador 16 preferiblemente digital y un sumador 17 preferiblemente digital. En el multiplicador 16 se pondera la señal S a escala lineal en la salida del detector 10 por un factor de ponderación depositado en una memoria 15', preferiblemente una
55 memoria de solo lectura, que corresponde de acuerdo con la figura 6A a la pendiente de la característica de transferencia de la unidad de control 14 o 14'. La señal S' ponderada por el factor de ponderación se suma en el sumador 17 subsiguientemente a un valor de desfase depositado en la memoria 15', que corresponde de acuerdo con la figura 6A al valor del eje de ordenadas de la característica de transferencia de la unidad de control 14 o 14'. Las respectivas celdas de almacenamiento de la memoria 15' que almacenan el factor de ponderación y el valor de desfase se direccionan a través del nivel de señal de la señal presente en la salida del detector 10. Por tanto se implementa con la forma de realización de una unidad de control 14' de acuerdo con la invención igualmente una característica de transferencia entre el nivel de señal a escala lineal de la señal S en la salida del detector 10 y el factor de ganancia G ajustado en el elemento de ganancia 3 a escala logarítmica de acuerdo con la figura 6A.
60

65 Tanto los factores de ganancia depositados en cada caso en las celdas de almacenamiento de la memoria 15 para el ejemplo de una unidad de control 14 no de acuerdo con la invención como los factores de ponderación y valores

de desfase depositados en cada caso en las celdas de almacenamiento de la memoria 15' para la forma de realización de una unidad de control 14' de acuerdo con la invención se determinan de antemano mediante medición de la característica de transferencia del detector 10 entre la señal medida a escala logarítmica en la entrada del elemento de ganancia 3 y el nivel de señal a escala lineal de la señal presente en la salida del detector 10 de acuerdo con la figura 2A y la característica de transferencia del elemento de ganancia 3 entre el nivel de señal medido a escala logarítmica de la señal presente en la entrada del elemento de ganancia 3 y el factor de ganancia G ajustado en el elemento de ganancia 3 a escala logarítmica de acuerdo con la figura 6A.

La unidad de control 14" de acuerdo con la invención para la determinación de un factor de atenuación ATT para un elemento de atenuación 1 o 2 consiste de acuerdo con la figura 4 preferiblemente en una máquina de estados 18. La máquina de estados 18 presenta un número de estados correspondiente al número de valores de factor de atenuación implementados en el elemento de atenuación 1 o 2. La máquina de estados correspondiente al diagrama de estados en la figura 5 presenta, por ejemplo, 5 estados con los valores de factor de atenuación ATT_1 , ATT_2 , ATT_3 , ATT_4 y ATT_5 correspondientes en cada caso. Por lo que respecta a un entramado más fino de los factores de atenuación ajustables en cada caso en el elemento de atenuación 1 o 2 puede ponerse en práctica también un mayor número de estados en la máquina de estados 18.

La elección del respectivo estado de la máquina de estados 18 se produce con ayuda del nivel de señal de la señal S presente en la salida del detector 8 o 9. Para ello se asocia a cada estado individual un intervalo de nivel de señal de la señal presente en la salida del detector 8 o 9 de acuerdo con la figura 5. Si el nivel de señal de la señal S presente en la salida del detector 8 o 9 aumenta por encima del intervalo de nivel de señal del estado actual, se produce entonces en la máquina de estados 18 una transición al estado adyacente cuyo intervalo nivel de señal se encuentre por encima del intervalo de nivel de señal del estado actual. Si se reduce el nivel de señal de la señal S presente en la salida del detector 8 o 9 por debajo del intervalo de nivel de señal del estado actual, la máquina de estados 18 pasa entonces al estado adyacente cuyo intervalo de nivel de señal se encuentre por debajo del intervalo de nivel de señal del estado actual.

Para evitar un cambio constante de la máquina de estados 18 entre dos estados adyacentes en el caso de un nivel de señal sujeto a ruido de la señal S presente en la salida del detector 8 o 9 en el intervalo de nivel de señal de una transición entre estados, las transiciones entre los estados individuales de la máquina de estados 18 presentan preferiblemente una característica de histéresis, tal como está representada en el diagrama de estados de la figura 5.

De esta manera se determina con la unidad de control 14" de acuerdo con la invención una característica de transferencia entre el nivel de señal a escala lineal de la señal S en la salida del detector 8 o 9 y el factor de atenuación ATT ajustado en el elemento de atenuación 1 o 2 de acuerdo con la figura 6B.

La invención no está limitada a las formas de realización representadas, sino que se define por las reivindicaciones.

REIVINDICACIONES

1. Dispositivo para el ajuste automático de un factor de ganancia o de atenuación (G;ATT) de varios elementos de ganancia (3) interconectados en cascada o de varios elementos de ganancia y atenuación (1;2;3) interconectados en cascada con, para cada elemento de ganancia o de atenuación, en cada caso un detector (8;9;10) para medir un nivel de señal de una señal presente en la entrada del respectivo elemento de ganancia o de atenuación (1;2;3) y en cada caso una unidad de control (14;14';14'') subsiguiente para determinar el factor de ganancia o de atenuación (G;ATT) correspondiente en cada caso al respectivo elemento de ganancia y/o de atenuación (1;2;3), siendo cada unidad de control (14;14';14'') una unidad de control directa para determinar el factor de ganancia o de atenuación (G;ATT) correspondiente en cada caso al respectivo elemento de ganancia y/o de atenuación (1;2;3) en función únicamente del nivel de señal medido de la señal presente en la entrada del respectivo elemento de ganancia y/o de atenuación (1;2;3), **caracterizado por que** en la unidad de control (14') correspondiente a un elemento de ganancia (3) está presente una conexión en serie de un multiplicador (16) y de un sumador (17), estando configurada la unidad de control de tal modo que un factor de ponderación necesario para ponderar la señal en la salida del detector (10) en el multiplicador (16), que corresponde a la pendiente de la característica de transferencia correspondiente a la unidad de control (14'), y un valor de desfase necesario para la suma de la señal ponderada en el sumador (17), que corresponde al valor del eje de ordenadas de la característica de transferencia correspondiente a la unidad de control (14'), están depositados en cada caso en una celda de almacenamiento de una memoria (15'), que son direccionables a través del nivel de señal de la señal presente en la salida del detector (10).
2. Dispositivo según la reivindicación 1, **caracterizado por que** la característica de transferencia de la unidad de control (14;14') correspondiente a un elemento de ganancia (3) se determina en función de la característica de transferencia del respectivo detector (10) entre el nivel de señal medido de la señal presente en la entrada del respectivo elemento de ganancia (3) y el nivel de señal emitido en la salida del respectivo detector (10) y la característica de transferencia del respectivo elemento de ganancia (3) entre el nivel de señal de la señal presente en la entrada del elemento de ganancia (3) y el factor de ganancia (G) ajustado en el elemento de ganancia (3).
3. Dispositivo según la reivindicación 2, **caracterizado por que**, en el caso de varios elementos de ganancia y atenuación (1;2;3) interconectados en cascada, la característica de transferencia de la unidad de control (14'') correspondiente a un elemento de atenuación (1;2) se determina en función de la característica de transferencia del respectivo detector (8;9) entre el nivel de señal medido de la señal presente en la entrada del respectivo elemento de atenuación (1;2) y el nivel de señal emitido en la salida del respectivo detector (8;9) así como de los factores de atenuación (ATT₁, ATT₂, ATT₃, ATT₄, ATT₅) individuales implementables por el elemento de atenuación (1;2).
4. Dispositivo según la reivindicación 3, **caracterizado por que**, en el caso de varios elementos de ganancia y atenuación (1;2;3) interconectados en cascada, la unidad de control (14'') correspondiente a un elemento de atenuación (1;2) está implementada como máquina de estados (18), en la que para cada factor de atenuación (ATT₁, ATT₂, ATT₃, ATT₄, ATT₅) implementable en el elemento de atenuación (1;2) está previsto en cada caso un estado en el que permanece la máquina de estados (18) para un intervalo correspondiente del nivel de señal emitido en la salida del respectivo detector (8;9).
5. Dispositivo según la reivindicación 4, **caracterizado por que**, en el caso de varios elementos de ganancia y atenuación (1;2;3) interconectados en cascada, las transiciones entre los estados individuales de la máquina de estados (18) presentan una característica de histéresis.

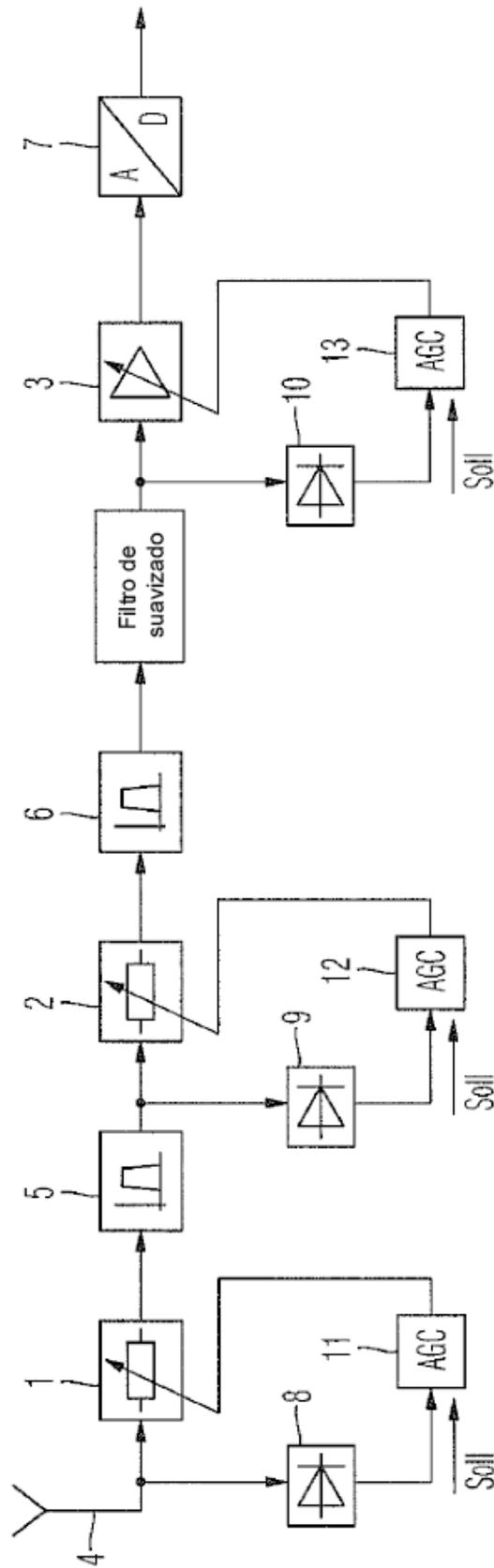


Fig. 1

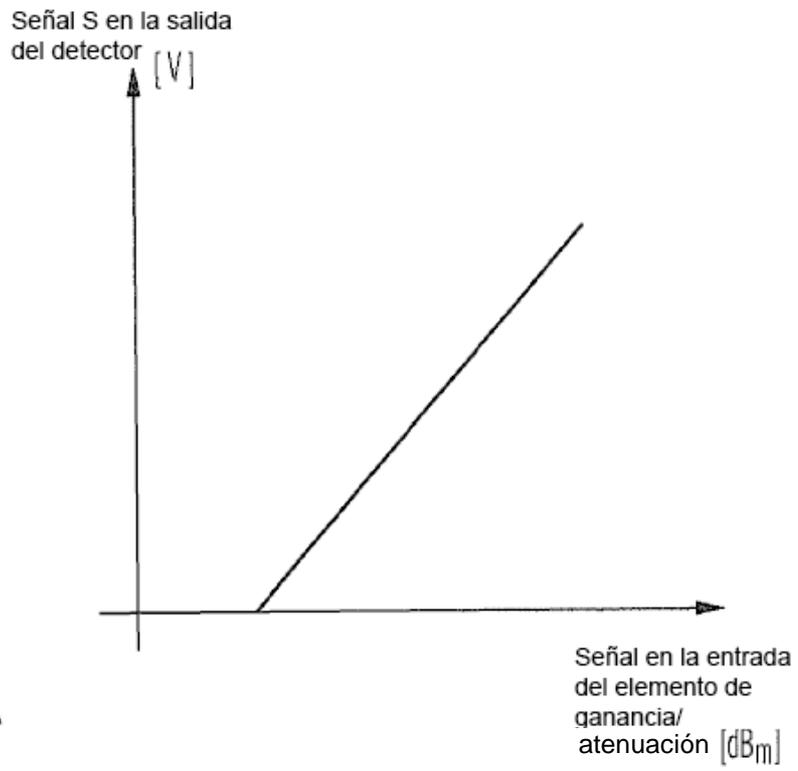


Fig. 2A

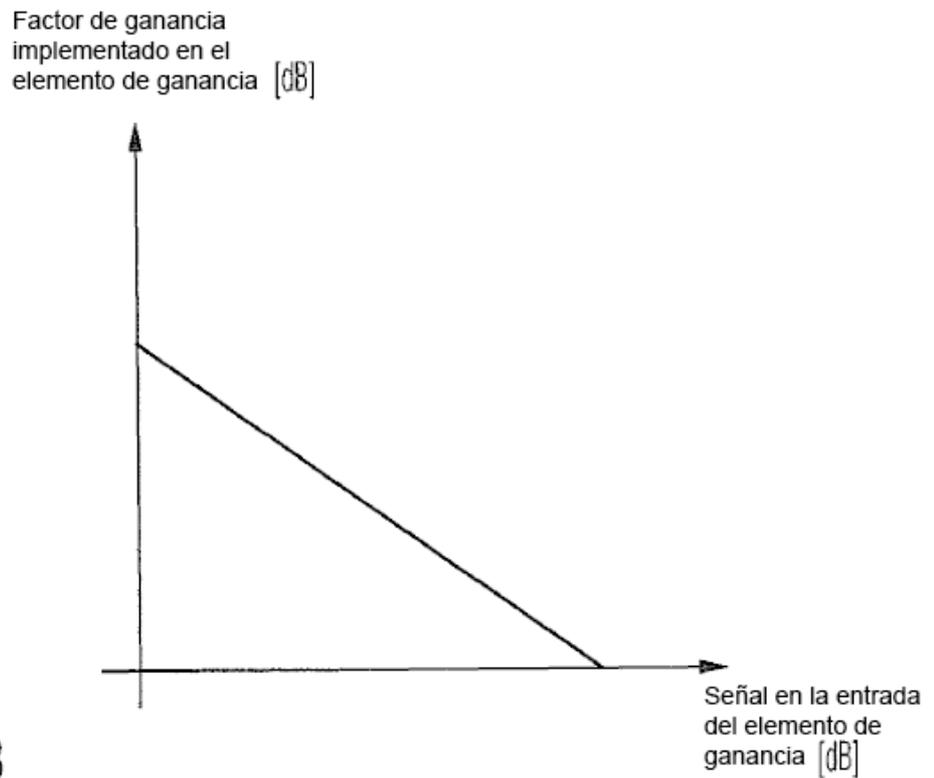


Fig. 2B

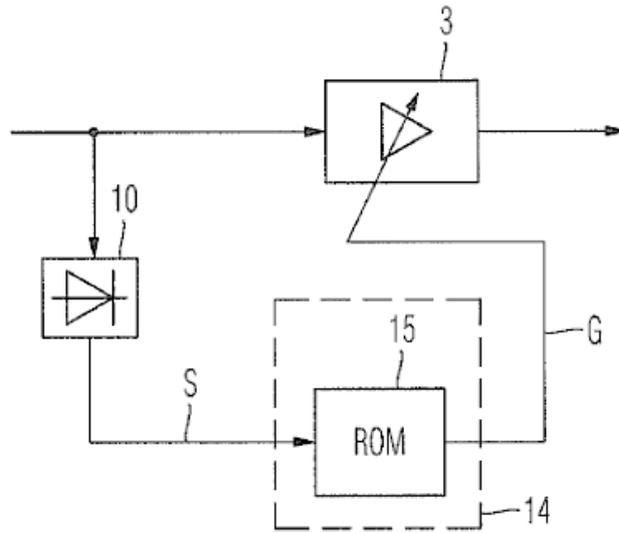


Fig. 3A

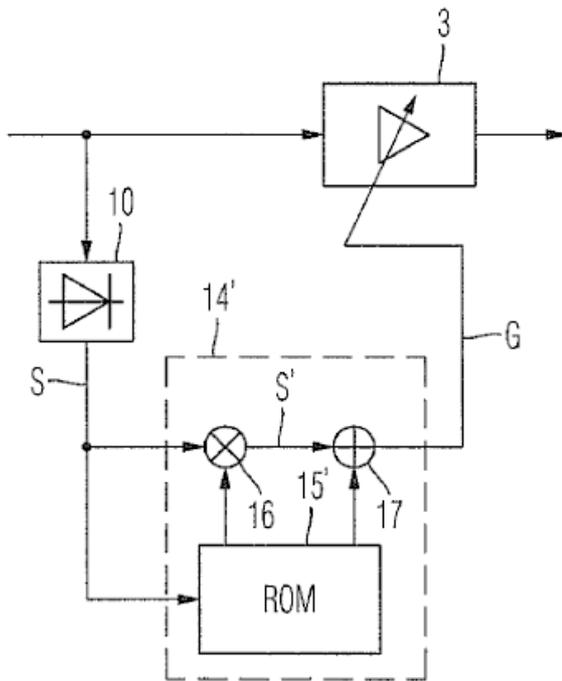


Fig. 3B

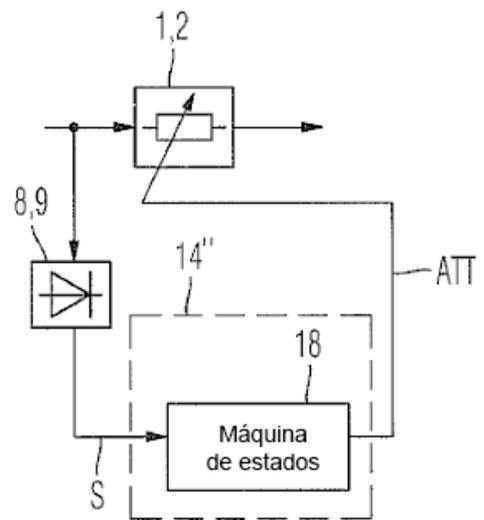


Fig. 4

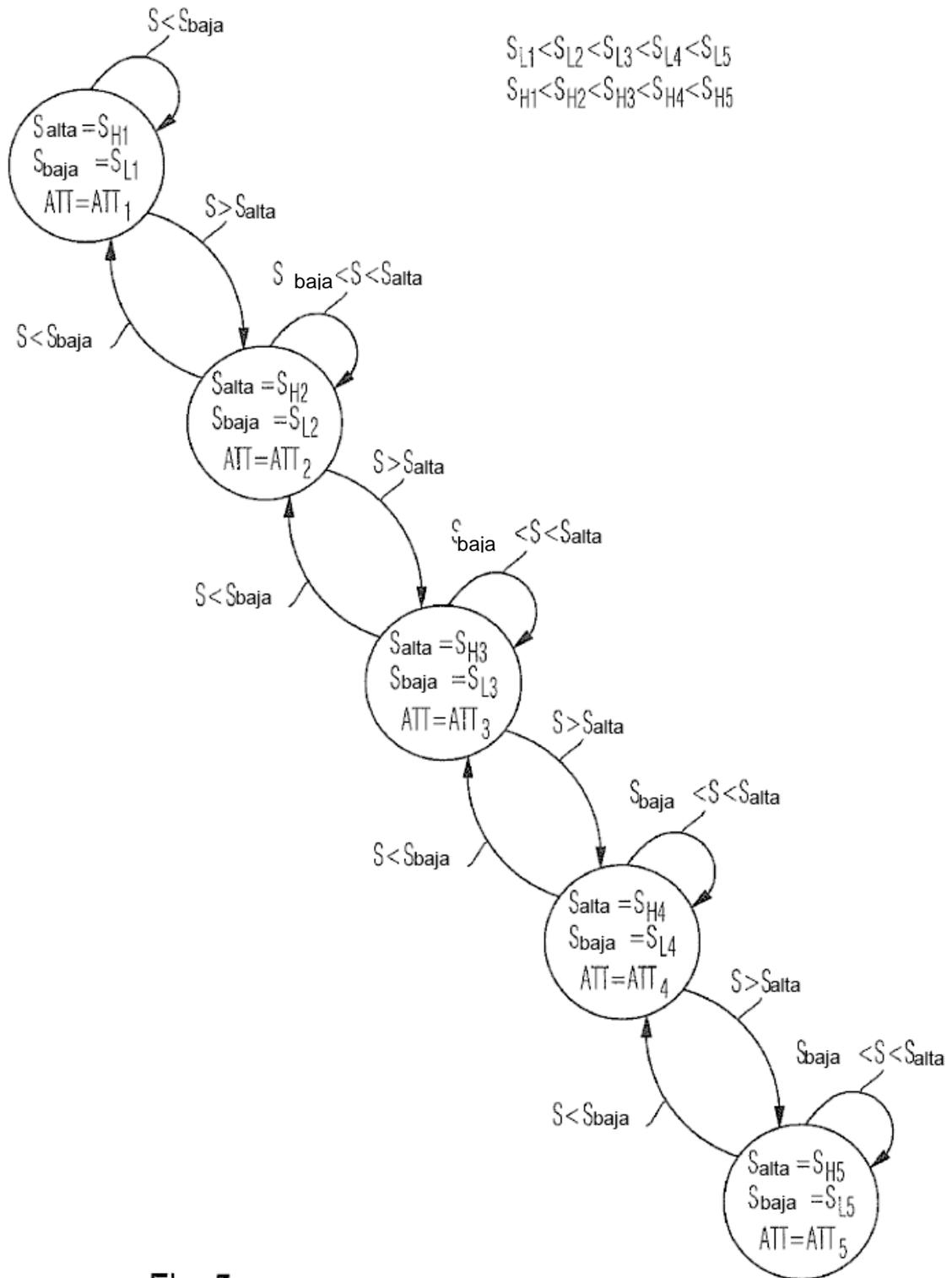


Fig. 5

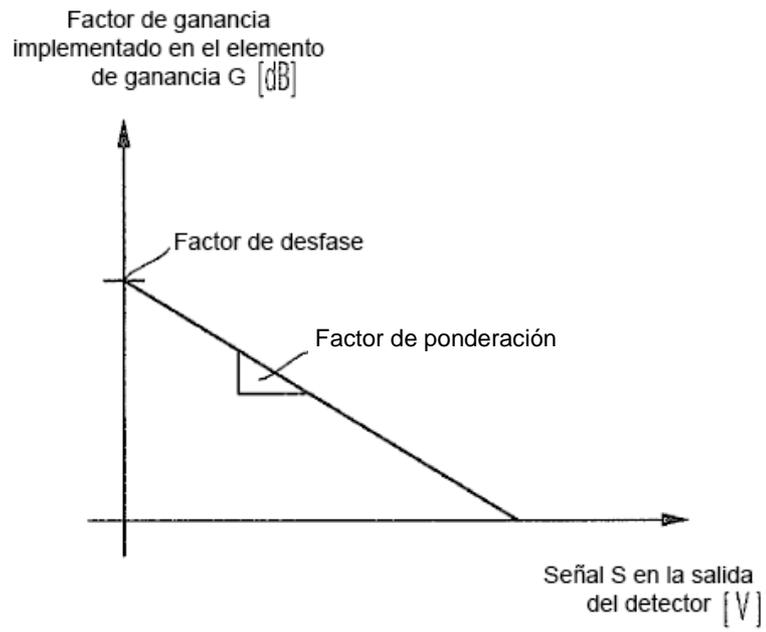


Fig. 6A

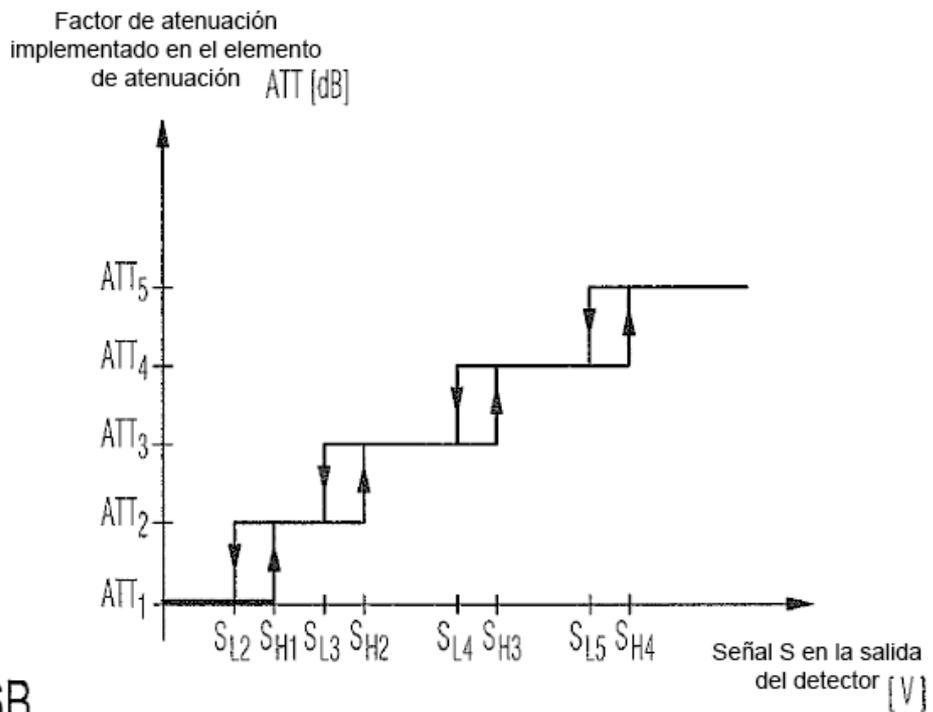


Fig. 6B