



19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 361 681**

51 Int. Cl.:  
**H04B 1/16** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **06776227 .8**

96 Fecha de presentación : **13.07.2006**

97 Número de publicación de la solicitud: **1908174**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **09.04.2008**

54 Título: **Receptor de alta frecuencia multicanal.**

30 Prioridad: **21.07.2005 DE 10 2005 034 032**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:  
**21.06.2011**

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:  
**21.06.2011**

73 Titular/es: **SELEX Systems Integration GmbH  
Raiffeisenstr. 10  
41429 Neuss, DE**

72 Inventor/es: **Gekat, Frank y  
Ruhl, Dieter**

74 Agente: **Carvajal y Urquijo, Isabel**

**ES 2 361 681 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

Receptor de alta frecuencia multicanal

La invención se refiere a un receptor de alta frecuencia multicanal según el preámbulo de la reivindicación 1.

5 En el caso de receptores de alta frecuencia para instalaciones de radar, aparatos de comunicación, aparatos de medida, etc., el margen dinámico está limitado por los componentes electrónicos utilizados, en el caso de tratamiento digital en especial por los convertidores analógico/digital utilizados.

10 Para aumentar el margen dinámico se conoce del documento GB 2 204 200 A adaptar una señal de alta frecuencia recibida, después de su transformación en una frecuencia intermedia y la subsiguiente transformación en una frecuencia base con un control de amplificación (automatic gain control, AGC), mediante una amplificación variable al margen dinámico de los componentes utilizados. La amplificación variable limita sin embargo la calidad de señal. Para poder reaccionar a variaciones rápidas de la intensidad de señal, es necesario además retrasar la señal útil con relación a la señal de ajuste, ya que en caso contrario el control de amplificación automático no puede controlar antes de que la señal útil incida en un grupo constructivo dinámicamente limitado. Esto sólo puede conseguirse con una elevada complejidad. Por último es necesario conocer con precisión el ajuste de amplificación del AGC para una calibración de aparatos de radar medidores, en especial aparatos de radar meteorológicos.

20 Como alternativa al control de amplificación automático se propone, en el documento EP 0 660 539 B1, después de la transformación de la señal de alta frecuencia en una frecuencia intermedia llevar a cabo una división de señal en tres canales. Un canal presenta un amplificador y se alimenta a una entrada de un multiplexor, otro canal se alimenta a otra entrada del multiplexor y el último canal presenta un detector para la intensidad de señal y está unido a una entrada de control del multiplexor para, en función de la intensidad de señal, transconectar ya sea el canal amplificado o el no amplificado para formar un circuito de valoración común para la señal. Evidentemente para esto es necesario un canal adicional, que no sirve para valorar la señal y además reduce la intensidad de señal en los otros dos canales. Aparte de esto el multiplexor adultera la señal reconducida al circuito de valoración en especial durante la conmutación, de tal modo que el receptor conocido no es apropiado para señales en las que amplitudes débiles se intercambian con frecuencia con amplitudes intensidades. Por último los componentes deben diseñarse antes del divisor de señal para todo el margen dinámico del receptor y con ello comprometidos.

Del documento WO 95/29567 A se conoce un receptor multicanal según el preámbulo de la reivindicación 1.

La invención se ha impuesto por ello la tarea de crear un receptor de alta frecuencia multicanal según el preámbulo de la reivindicación 1, que haga posible una valoración mejorada cualitativamente con una estructura simplificada.

30 Esta tarea es resuelta de forma correspondiente a las particularidades de la reivindicación 1. Por medio de esto se crea un receptor de alta frecuencia multicanal, en el que ya está previsto en un tramo analógico de alta frecuencia un divisor de señal para dividir una señal eléctrica analógica de alta frecuencia de una instalación receptora, como por ejemplo una antena de radar o una cabeza de aparato de medida, en señales parciales que pueden alimentarse a canales analógicos de alta frecuencia, a los que están postconectados en cada caso canales de un tramo de baja frecuencia del receptor de alta frecuencia, que presentan en cada caso un circuito de valoración para detectar la fase y la amplitud de la respectiva señal parcial.

En el caso más sencillo todos los tramos que siguen al divisor de señal tienen la misma estructura. Por medio de esto puede conseguirse una reducción de costes adicional.

40 La división de la señal ya en el margen de altas frecuencias, entre canales que sirven exclusivamente para el tratamiento y la valoración de señales, hace posible un aprovechamiento óptimo de la intensidad de señal disponible así como un diseño óptimo y no comprometido de todos los componentes del receptor que tratan las señales y en especial que valoran las señales, de forma correspondiente a las intensidades de señal a valorar en los respectivos canales. De este modo se minimizan ruidos, distorsiones de señal y otras adulteraciones de señal.

45 Puede estar previsto que la división de la señal en señales parciales se realice ya antes de la primera amplificación. Por medio de esto se obtiene una mejora adicional de la valoración.

50 Puede estar previsto que al divisor de señal esté postconectado un limitador de señal. Por medio de esto pueden bloquearse o limitarse señales que sean excesivamente intensas para un canal o varios canales. De forma preferida sólo se admiten sobre un canal señales para ser tratadas que no saturen los componentes del canal. Aparte de la protección de los canales contra daños por sobretensión es también posible, mediante la utilización de un limitador de señal, detectar sobre otros canales señales durante un tiempo ciego sobre un canal. El tiempo ciego es el tiempo que necesita un limitador de señal basado en descarga de gases para borrar tramos de descarga de gases, y habitualmente más largo que un impulso de emisión de un dispositivo radar. En el caso de receptores de alta

frecuencia con un limitador de señal en el lado de entrada, que bloquee todo el receptor de alta frecuencia, pueden evitarse de este modo los llamados puntos ciegos o anillos ciegos que se produzcan.

Puede estar previsto conectar varios divisores de señal unos tras otros en cascada, para escalar casi a voluntad el margen dinámico.

- 5 Puede estar previsto postconectar al divisor de señal un limitador de señal y al limitador de señal otro divisor de señal. Por medio de esto un único divisor de señal puede proteger varios canales.

- 10 Puede estar previsto en el tramo de baja frecuencia prever en cada canal un transformador de frecuencia, para transformar la respectiva señal parcial de alta frecuencia en una señal parcial con una frecuencia intermedia. El tratamiento de las señales parciales en el plano de frecuencia intermedia es posible con medios sencillos y una calidad elevada.

Puede estar previsto que los circuitos de valoración puedan adaptarse a la respectiva intensidad de señal, en donde la adaptación se realice en especial mediante la selección y el dimensionado de los componentes utilizados. La adaptación se produce después mediante la relación de división de la señal o mediante diferentes amplificaciones ajustadas fijamente de los canales, o ambas cosas.

- 15 Puede estar previsto que los circuitos de valoración comprendan en cada caso un convertidor digital/analógico para digitalizar la respectiva señal parcial. Por medio de esto es posible para cada canal un tratamiento ulterior digital independiente, en especial con un procesador de señales o un ordenador.

Puede estar previsto que los circuitos de valoración comprendan en cada caso un demodulador. Por medio de esto es posible un tratamiento independiente para cada canal.

- 20 El receptor de alta frecuencia puede estar diseñado para ondas electromagnéticas de alta frecuencia, incluyendo el margen de microondas, o sólo el margen de microondas, y en especial para una instalación de radar, por ejemplo una instalación de radar meteorológica.

La intensidad de la señal designa aquí a elección la amplitud máxima o la máxima intensidad de la señal.

- 25 De la siguiente descripción y de las reivindicaciones subordinadas pueden deducirse configuraciones adicionales de la invención.

La invención se explica a continuación con más detalle con base en ejemplos de ejecución representados en las figuras adjuntas.

La figura 1 es un esquema de conexiones en bloques de un receptor de alta frecuencia.

- 30 Las figuras 2, 3 y 4 ilustran señales parciales, en cada caso en puntos diferentes en el receptor de alta frecuencia de la figura 1.

La figura 5 es un esquema de conexiones en bloques de un receptor de alta frecuencia con divisores de señal conectados unos tras otros en cascada.

Las figuras 6, 7 y 8 ilustran señales parciales, en cada caso en puntos diferentes en el receptor de alta frecuencia de la figura 5.

- 35 La figura 9 es un esquema de conexiones en bloques de otro receptor de alta frecuencia.

- 40 El receptor de alta frecuencia 1 representado de forma simplificada en la figura 1 comprende un tramo analógico 2 de alta frecuencia con una entrada 3 para una señal eléctrica analógica de alta frecuencia de una instalación receptora 4, por ejemplo en forma de una antena parabólica para un haz radar electromagnético con una longitud de onda en especial dentro del margen de microondas, con un divisor de señal 5 y con dos canales 6a, 7a. Al tramo 2 de alta frecuencia está postconectado un tramo de frecuencia intermedia analógico 8 con canales 6b, 7b. Al tramo de frecuencia intermedia analógico 8 está postconectado finalmente un tramo de frecuencia base digital 9 con canales 6c, 7c y salidas 10 para señales de datos correspondientes a la señal eléctrica de alta frecuencia analógica, en especial amplitud y fase.

- 45 El divisor de señal 5 convenientemente pasivo es por ejemplo un acoplador direccional y divide aquí la señal recibida por la entrada 3 en dos señales parciales, dado el caso con la misma fase, con intensidad de señal parcial igual o

diferente, que se tratan en los canales 6, 7 en cada caso por separado. Dado el caso están previstas más de dos señales parciales y un número correspondiente de canales.

El margen dinámico de los canales 6, 7 está limitado aquí en especial mediante el margen dinámico del respectivo convertidor digital/analógico 11 y, siempre que como se ha representado el divisor de señal 5 esté dispuesto delante de amplificador 12 con poco ruido, también mediante su margen dinámico. Para aumentar el margen dinámico en comparación con una valoración monocanal los canales 6, 7 están diseñados en cada caso para diferentes intensidades de señal, de tal modo que se aprovechen de forma óptima el margen dinámico del respectivo convertidor digital/analógico 11 y, dado el caso, de amplificador 12 con poco ruido. El diseño de los canales 6, 7 según diferentes intensidades de señal puede realizarse mediante la elección apropiada de la relación de división del divisor de señal 5 y/o de la relación de división del divisor de señal 5 y/o de la relación de división de amplificadores 12, 13 con poco ruido previstos en los canales. A continuación se supone a modo de ejemplo que se quiere tratar sobre el canal 6 intensidades de señal reducidas y sobre el canal 7 elevadas.

La relación de división, que puede fijarse mediante la configuración del divisor de señal 5 y dado el caso también ajustarse, es por ejemplo de 3:1, es decir, la intensidad de la señal parcial en el canal 6a es tres veces mayor que la intensidad de la señal parcial en el canal 7a y tres cuartas partes la intensidad de la señal no dividida, mientras que la intensidad de la señal parcial en el canal 7a es un tercio de la intensidad de la señal parcial en el canal 6a y un cuarto de la intensidad de la señal no dividida. La intensidad de señal parcial máxima  $K_{\max}$  y  $G_{\max}$  de las señales parciales sobre los canales 6a ó 7a para una intensidad de señal máxima autorizada  $S_{\max}$  a la entrada 3 se ha ilustrado en la figura 2. También son posibles otras relaciones de división, en especial 1:1, y pueden combinarse con otras relaciones de amplificación, en donde en el caso de una relación de división 1:1 las relaciones de amplificación son convenientemente diferentes.

Los amplificadores 12 con poco ruido postconectados en cada caso al divisor de señal 5 en los canales 6a, 7a, en el tramo de alta frecuencia, los llamados LNA (low noise amplifier), presentan aquí diferentes factores de amplificación. El amplificador 12 en el canal 7a para intensidades de señal elevadas debe amplificar con menos intensidad que el amplificador 12 en el canal 6a. Las intensidades de señal máximas  $K'_{\max}$  y  $G'_{\max}$  de las señales parciales amplificadas que se producen como máximo se han ilustrado en la figura 3, en donde las relaciones de magnitud con respecto a la figura 2 están distorsionadas, ya que la amplificación comporta convenientemente varios órdenes de magnitud. En lugar del amplificador 12 o adicionalmente al mismo puede estar previsto un amplificador con poco ruido delante del divisor de señal 5. Sin embargo, es especialmente ventajosa la utilización de factores de amplificación iguales en los canales, para poder estructurar económicamente los canales con el mismo circuito, en donde después el divisor de señal es responsable de una división conveniente de las intensidades de señal entre los canales.

En la transición entre los canales 6a, 7a del tramo de alta frecuencia 2 y los canales postconectados 6b, 7b del tramo de frecuencia intermedia 8 está previsto en cada caso un mezclador 14, que transforma las señales parciales de alta frecuencia a una frecuencia intermedia de forma correspondiente a la frecuencia de un oscilador 15. Las señales parciales transformadas a la frecuencia intermedia se amplifican mediante otros amplificadores 13 con poco ruido, cuyas relaciones de amplificación pueden ser diferentes. Las intensidades de señal máximas  $K''_{\max}$  y  $G''_{\max}$  de las señales parciales amplificadas mediante los amplificadores 13 se han ilustrado en la figura 4, en donde las relaciones de magnitud con respecto a la figura 3 están distorsionadas, ya que la amplificación comporta convenientemente varios órdenes de magnitud.

En la transición entre los canales 6b, 7b del tramo de frecuencia intermedia 8 y los canales postconectados 6c, 7c del tramo de frecuencia base 9 los convertidores analógico/digital 11, sincronizados por un oscilador 16, digitalizan las respectivas señales parciales y reconducen datos digitales hasta demoduladores 17, que también están unidos a los osciladores 16. La relación de división del divisor de señal 5 y/o el factor de amplificación de al menos un amplificador 12, 13 están diseñados convenientemente de tal modo, que la intensidad de señal parcial máxima  $G''_{\max}$  sobre el canal 7 para señales intensas se aprovecha de forma óptima el margen dinámico  $D$  del convertidor analógico/digital 11, mientras que la intensidad de señal parcial máxima  $K''_{\max}$  sobre el canal 6 para señales débiles supera claramente el margen dinámico  $D$ , véase la figura 4. El diseño se realiza convenientemente de tal modo, que una señal parcial sobre el canal 7 para señales intensas con una intensidad de señal parcial por debajo de un valor umbral  $A$ , en el que puede conseguirse todavía una resolución prefijada, puede tratarse y en especial digitalizarse por completo sobre el canal 6 para señales débiles, véase la figura 4.

Los amplificadores 12, 13 pueden amplificar para esto linealmente o en especial no linealmente, por ejemplo logarítmicamente, de tal modo que el margen por encima del valor umbral  $A$  en el canal 7 y el margen por debajo del valor umbral  $A$  en el canal 6 se amplifiquen más que el otro margen respectivo, para extender el margen afectado en cada caso para una digitalización más precisa.

Los demoduladores 17 determinan la amplitud y la fase de la señal parcial respectiva. Para esto pueden utilizarse demoduladores I/Q conocidos. Los demoduladores 17 se implementan convenientemente mediante un procesador de señal digital o un programa informático de un ordenador postconectado a los convertidores analógico/digital 11.

El ordenador puede ser también un microcontrolador, un ASIC por ejemplo en forma de un FPGA o EPLD, etc., o bien un procesador de señal digital, etc., en donde el software puede ser implementado como firmware.

5 A los demoduladores 17 está postconectada una instalación de selección 18 a la que se alimentan, por el lado de entrada, los valores digitales por ejemplo para amplitud y fase de las señales parciales en los canales 6c, 7c y que proporciona en las salidas 10 señales de salida. En el caso más sencillo la instalación de selección 18 selecciona la señal parcial para su entrega a las salidas 10, que aprovecha mejor el margen dinámico, es decir cuya intensidad de señal se aproxima más al margen dinámico D sin superar el mismo. Aparte de esto puede estar previsto que la instalación de selección 18 identifique aquellos canales que estén saturados. Además de esto puede llevarse a cabo una medición de las diferencias de fase y/o amplitud entre los canales 6c, 7c en especial durante un espacio de tiempo de medición y/o calibración, para durante el funcionamiento subsiguiente corregir los valores de medición con base en las diferencias. La instalación de selección 18 está implementada convenientemente junto con los demoduladores 17 como programa informático.

15 Al tramo de alta frecuencia 2 puede conectarse, en lugar del tramo de frecuencia intermedia 5 representado en la figura 1, también otro tramo de baja frecuencia. En especial el tramo de baja frecuencia puede presentar varios tramos de frecuencia intermedia conectados consecutivamente, ningún tramo de frecuencia intermedia sino solamente uno de frecuencia base (Zero-IF Receiver, véase la figura 9) o un tramo con convertidores analógico/digital sobre frecuencia intermedia o base. Además de esto pueden estar previstos en lugar de los convertidores analógico/digital demoduladores I/Q analógicos, para cuyo margen dinámico están diseñados los componentes en los canales.

20 En el caso del receptor de alta frecuencia representado en la figura 5 al divisor de señal 5 están postconectados divisores de señales 19 en cascada, para dividir la señal entre cuatro canales 6, 7, 20, 21 para intensidades de señal escalonadas. El canal 6 está previsto para la intensidad de señal mínima, mientras que el canal 21 está previsto para la máxima intensidad de señal. Las intensidades de señal parcial máximas correspondientes a los canales 21, 20, 7, 6  $G_{\max}$ ,  $H_{\max}$ ,  $I_{\max}$ ,  $K_{\max}$  después de la división,  $G'_{\max}$ ,  $H'_{\max}$ ,  $I'_{\max}$ ,  $K'_{\max}$  después de la amplificación por parte de los amplificadores 12 y  $G''_{\max}$ ,  $H''_{\max}$ ,  $I''_{\max}$ ,  $K''_{\max}$  después de la amplificación por parte de los amplificadores 13 están representadas en las figuras 6 a 8, que se corresponden con las figuras 2 a 4. Aquí la relación de división de los divisores de señal 19 es 1:1, de tal modo que las intensidades de señal parcial  $G_{\max}$ ,  $H_{\max}$ , e  $I_{\max}$ ,  $K_{\max}$  son en cada caso de la misma magnitud. El diseño de los componentes se realiza de tal forma que una señal en la entrada 3, que conduce a una señal parcial amplificada con una intensidad de señal con el valor umbral A, B o C ilustrado en la figura 8, en los canales 20, 7 ó 6, presenta una intensidad de señal parcial justo por debajo del margen dinámico D del respectivo convertidor analógico/digital 11.

35 Aparte de esto está previsto en la figura 5 a modo de ejemplo, para los canales 6, 7, un limitador de señal 22. El limitador de señal 22 impide que se autorice una señal con una intensidad superior a la máxima intensidad autorizada para los canales subsiguientes, es decir aquí por encima de la máxima intensidad autorizada para el canal 7, mientras que se autorizan señales con una intensidad que pueda tratarse sobre el canal 6 o el canal 7. Los limitadores de señal pueden estar previstos también individualmente para canales aislados, convenientemente en cada caso delante del primer amplificador en el canal respectivo. Un daño a componentes como consecuencia de una saturación o picos de tensión puede impedirse de este modo eficazmente, ya que sólo se autorizan señales que puedan tratarse sobre el canal postconectado o los canales postconectados. Por ejemplo mediante el limitador de señal 22 sólo se autorizan señales parciales con una intensidad que, después de la amplificación, estén dentro del margen dinámico D del canal 7. Mientras está activado el limitador de señal 22 es posible además una detección de señal sobre los otros canales, que estén diseñados para mayores intensidades de señal y no presenten ningún limitador de señal o ninguno que en ese momento limite una señal parcial.

45 La forma de ejecución representada en la figura 9 de un receptor de alta frecuencia 1 en forma de un llamado receptor zero-IF comprende un tramo de alta frecuencia 2, al que se conecta directamente a través de mezcladores 14 un tramo de baja frecuencia, por ejemplo un tramo de frecuencia base 9, con convertidores A/D 11. Aquí se demodula sin tramo de frecuencia intermedia casi directamente desde el tramo de alta frecuencia 2. Para esto están previstos aquí en cada canal dos mezcladores 14, que son alimentados desde el oscilador 15 desplazados  $90^\circ$  y llevan a cabo la demodulación junto con los convertidores A/D 11, que están presentes también doblemente por canal, para alimentar aquí por separado a las entradas de la instalación de selección, por cada canal, datos I/Q como en el demodulador 17 de la figura 1.

## REIVINDICACIONES

- 5 1. Receptor de alta frecuencia (1) multicanal con un tramo analógico de alta frecuencia (2), que presenta una entrada (3) para una señal eléctrica de una instalación receptora (4), y un tramo de baja frecuencia (8, 9) postconectado al tramo analógico de alta frecuencia (2), que presenta varios canales paralelos (6b, 6c; 7b, 7c) en cada caso para diferentes intensidades de señal y un circuito de valoración, caracterizado porque en el tramo analógico de alta frecuencia (2) está previsto un divisor de señal (5) para dividir la señal de una frecuencia conforme a una relación de división prefijable en señales parciales que pueden alimentarse a canales analógicos de alta frecuencia (6a, 7a), a las que están postconectados en cada caso los canales (6b, 6c; 7b; 7c) del tramo de baja frecuencia (8,9), y los canales (6b, 6c; 7b; 7c) del tramo de baja frecuencia (8,9) presentan en cada caso un circuito de valoración para detectar la fase y la amplitud de la respectiva señal parcial de una frecuencia, en donde los circuitos de valoración están configurados para una medición de la diferencia de fase y/o amplitud entre los canales (6b, 6c; 7b; 7c) del tramo de baja frecuencia (8,9), para corregir los valores de medición detectados de fase y amplitud de la respectiva señal parcial sobre la base de la diferencia de fase y amplitud establecida.
- 10 2. Receptor según la reivindicación 1, caracterizado porque está postconectado un primer amplificador (12) al divisor de señal (5) en la ruta de señal de la señal entre la entrada (3) y una salida (10) del receptor (1).
- 15 3. Receptor según la reivindicación 1 ó 2, caracterizado porque al divisor de señal (5) está postconectado un limitador de señal (22).
4. Receptor según una de las reivindicaciones 1 a 3, caracterizado porque están conectados consecutivamente en cascada varios divisores de señal (5, 19).
- 20 5. Receptor según una de las reivindicaciones 1 a 4, caracterizado porque al divisor de señal (5) están postconectados un limitador de señal (22) y al limitador de señal (22) otro divisor de señal (19).
6. Receptor según una de las reivindicaciones 1 a 5, caracterizado porque el tramo de baja frecuencia (8, 9) en cada canal (6b, 6c; 7b, 7c) comprende un transformador de frecuencia (14) para transformar la señal parcial de alta frecuencia respectiva en una señal parcial con una frecuencia intermedia.
- 25 7. Receptor según una de las reivindicaciones 1 a 6, caracterizado porque los circuitos de valoración pueden adaptarse a las respectivas intensidades de señal.
8. Receptor según una de las reivindicaciones 1 a 7, caracterizado porque los circuitos de valoración comprenden en cada caso un convertidor digital/analógico (11) para digitalizar la respectiva señal parcial.
- 30 9. Receptor según una de las reivindicaciones 1 a 8, caracterizado porque los circuitos de valoración comprenden en cada caso un demodulador (17).
10. Receptor según una de las reivindicaciones 1 a 9, caracterizado porque la instalación receptora (4) es una instalación receptora de microondas.
11. Receptor según una de las reivindicaciones 1 a 10, caracterizado porque el receptor (1) es un receptor para una instalación de radar.

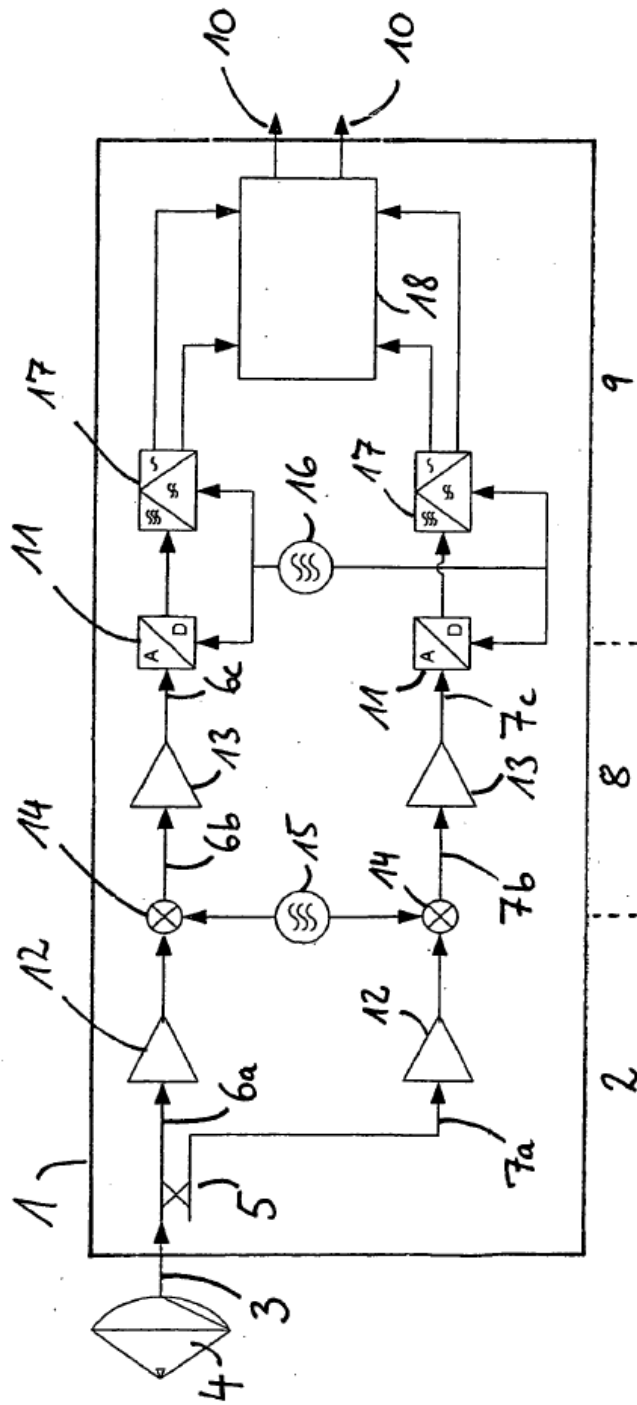


Fig. 1

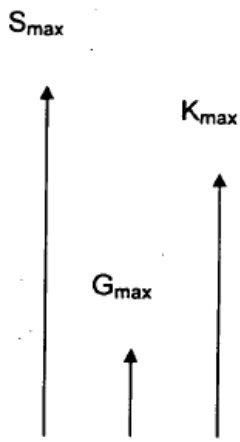


Fig. 2

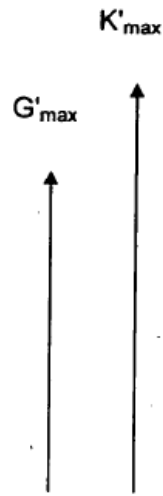


Fig. 3

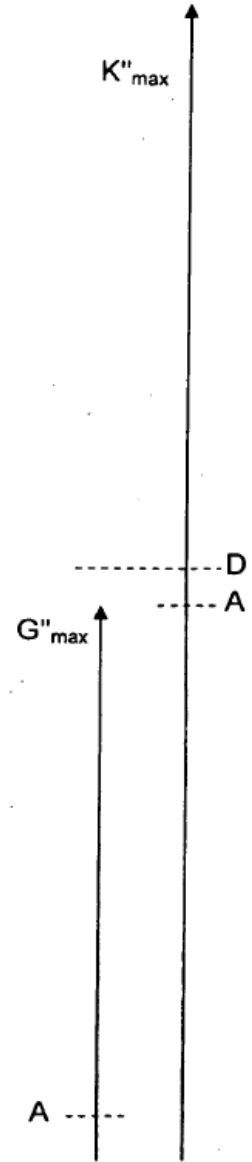


Fig. 4



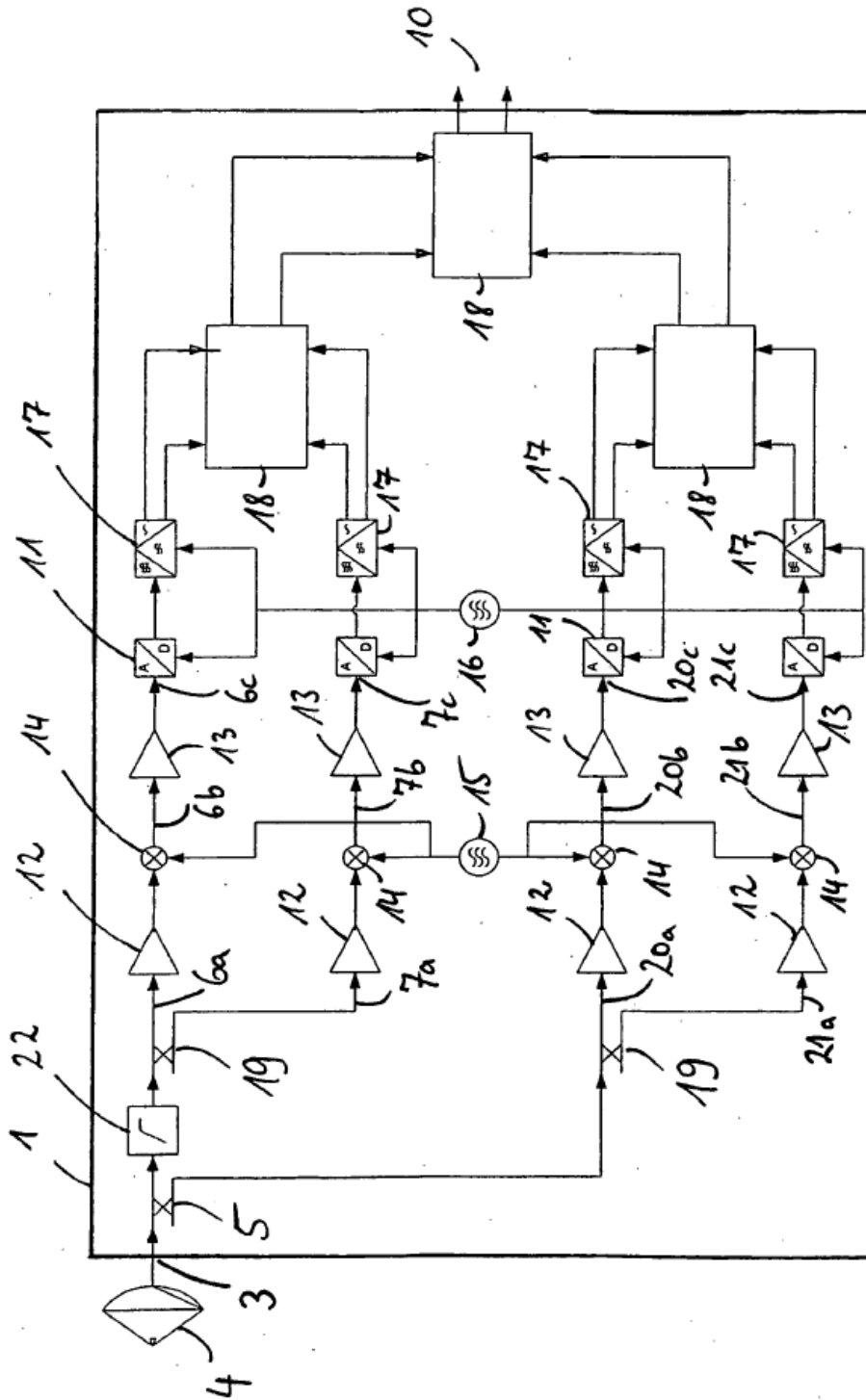


Fig. 5

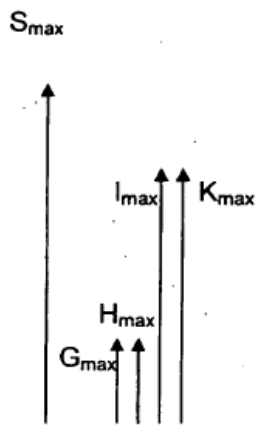


Fig. 6

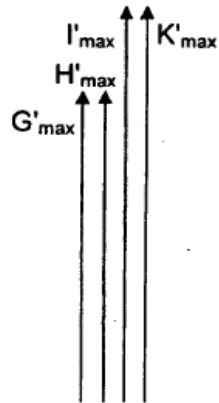


Fig. 7

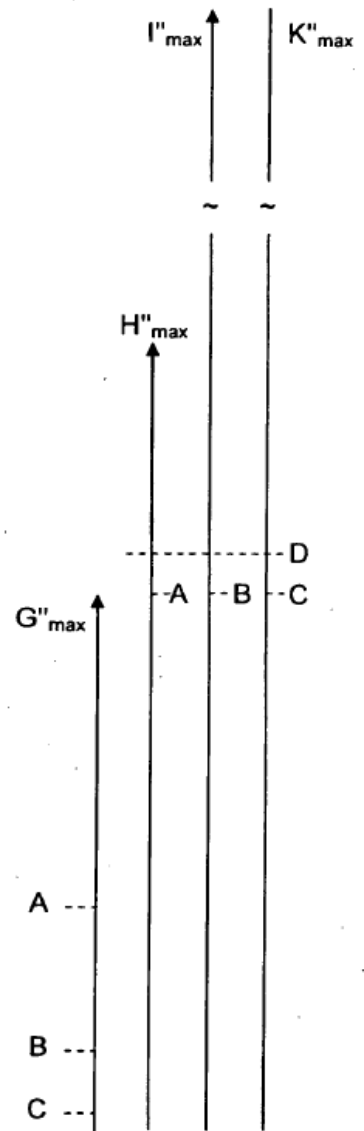


Fig. 8

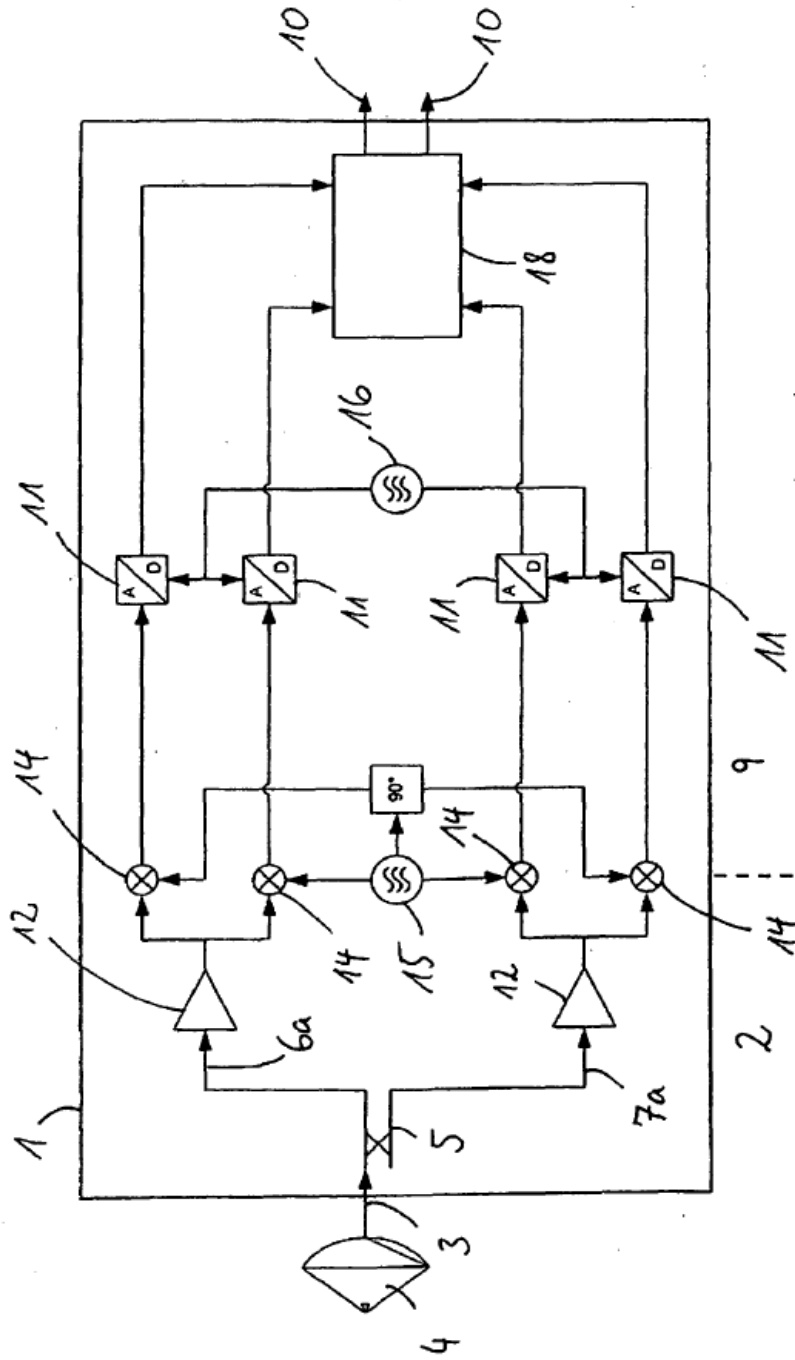


Fig. 9