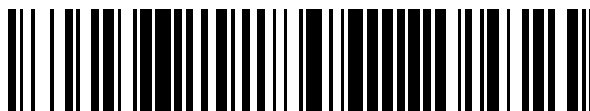


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 409 837**

51 Int. Cl.:

A61B 5/021 (2006.01)

A61B 5/0285 (2006.01)

A61B 5/053 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **30.12.2008** **E 08869322 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **24.04.2013** **EP 2240072**

54 Título: **Manómetro, en especial, manómetro para la presión sanguínea, procedimiento para determinar valores de presión, procedimiento para calibrar un manómetro y programa informático para implementar estos procedimientos**

30 Prioridad:

11.01.2008 DE 102008003978

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

28.06.2013

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

**DOUNIAMA, CHRISTIAN;
TOBOLA, ANDREAS;
WENTZLAFF, HOLGER;
BENZ, MICHAELA;
NORGALL, THOMAS;
COURONNE, ROBERT y
WEIGAND, CHRISTIAN**

74 Agente/Representante:

PONTI SALES, Adelaida

ES 2 409 837 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

Manómetro, en especial, manómetro para la presión sanguínea, procedimiento para determinar valores de presión, procedimiento para calibrar un manómetro y programa informático para implementar estos procedimientos.

5

[0001] Ejemplos de realización según la invención se refieren a un manómetro, un manómetro para la presión sanguínea, un procedimiento para determinar un valor de presión, un procedimiento para calibrar un manómetro y un programa informático.

10 **[0002]** Algunos ejemplos de realización según la invención se refieren a procedimientos para la medición continua y no invasiva de la presión sanguínea sin manguito con ayuda de dos pletismógrafos dispuestos en el antebrazo que se basan en un tiempo de propagación de ondas de pulso y una amplitud de ondas de pulso.

[0003] En muchas situaciones es deseable medir la presión sanguínea de una persona o un animal. Por lo demás, de forma totalmente general, la medición de una presión que, por ejemplo, impera en un conducto elástico de fluido (por ejemplo, una manguera, un tubo de pared delgada o un vaso sanguíneo) es necesaria para controlar, por ejemplo, el funcionamiento de una bomba u otros parámetros de procesos.

[0004] En el caso del parámetro vital de la presión sanguínea, se trata, por ejemplo, de una presión transmural en paredes de vasos arteriales que se produce por una diferencia entre una presión interior y una presión exterior al vaso (o vaso sanguíneo). Mediante una contracción del corazón y una eyección simultánea de sangre desde un ventrículo izquierdo hacia la aorta, se forma en un arco aórtico (por ejemplo, dentro del vaso), debido a la incompresibilidad de la sangre, una presión que se propaga como onda de presión (también conocida como 'onda de pulso') desde la aorta a una zona periférica (de una persona o un animal) y va aparejada de una breve variación de volumen (o variación local del volumen o variación local de la sección transversal) de una sección considerada del vaso. En este caso, se diferencia y define, por ejemplo, un valor de presión sanguínea sistólica y diastólica de forma correspondiente como 'presión máxima (sistólica) del vaso' y 'presión mínima (diastólica) del vaso' durante un ciclo cardíaco.

30 **[0005]** Ya se conocen diferentes procedimientos para la medición de la presión sanguínea. Por ejemplo, el documento US6.736.789B1 describe un procedimiento y un dispositivo para el tratamiento sanguíneo con un dispositivo para el control continuo del tratamiento sanguíneo que tiene lugar fuera del organismo. Se mide una presión sanguínea de un paciente o una magnitud que esté correlacionada con la presión sanguínea y se compara con un valor límite predeterminado. Si la presión sanguínea medida o su variación relativa se sitúa por debajo del
35 valor límite predeterminado, se genera una señal para interrumpir el ritmo de tratamiento. La medición continua no invasiva de la presión sanguínea se basa en una determinación de la velocidad de propagación o el tiempo de propagación de las ondas de pulso que se generan por las contracciones cardíacas del paciente y la propagación a través del sistema arterial. Para determinar la velocidad o el tiempo de propagación de las ondas de pulso, la máquina de tratamiento sanguíneo presenta un electro-cardiógrafo así como un dispositivo para detectar las ondas
40 de pulso en un punto alejado del corazón de la persona.

[0006] El documento GB2394178A describe un procedimiento para calibrar un aparato para el control de la presión sanguínea. Un aparato para la medición de la presión sanguínea se calibra midiendo la presión sanguínea de un organismo vivo utilizando un manómetro. Además, se mide un tiempo de propagación de referencia de una
45 onda de pulso sanguíneo que se desplaza, a lo largo de un vaso sanguíneo, desde el corazón a una región alejada del corazón. Se detecta la llegada de la onda de pulso sanguíneo a la punta de un dedo utilizando un pletismógrafo. Una primera medición de una presión sanguínea y un tiempo de propagación se utiliza para generar un primer punto de datos de calibración. La región del organismo alejada del corazón se eleva y desciende entonces partiendo de una posición situada a la misma altura que el corazón. Se mide un tiempo de propagación para la posición elevada y
50 para la posición descendida. Entonces se calcula una diferencia de presión sanguínea entre un estado en el que la región está elevada o descendida. Se calcula una diferencia de tiempo de propagación entre la posición elevada y descendida y se genera un segundo punto de datos a partir de la diferencia de tiempo de propagación y la diferencia de presión sanguínea calculadas.

55 **[0007]** El documento US7.029.447B2 describe un dispositivo y un sistema para la medición no invasiva de la presión sanguínea de un paciente. El procedimiento comprende los siguientes pasos: determinar un instante de inicio mecánico de un latido cardíaco a partir de una señal de cardiograma de impedancia, detectar un tiempo de llegada del pulso de latido cardíaco a un lugar periférico del paciente, calcular un tiempo de propagación de las ondas de pulso desde el corazón al lugar periférico utilizando el instante de inicio mecánico del latido cardíaco y el
60 tiempo de llegada del pulso de latido cardíaco, así como calcular un valor estimativo de una presión sanguínea del paciente a partir del tiempo de propagación de ondas de pulso.

[0008] El documento US6.648.828B2 describe un método continuo no invasivo para medir la presión sanguínea utilizando una pletismografía de impedancia. Se mide una presión sanguínea utilizando un tiempo de
65 propagación de pulsos que necesita el pulso de volumen sanguíneo para propagarse entre dos puntos de un animal.

Una pletismografía de impedancia se utiliza para detectar cuando se presenta el pulso de volumen sanguíneo en un punto. El pletismógrafo puede detectar una impedancia torácica para determinar cuándo se abre la válvula aórtica, o puede detectar una impedancia en un punto de una extremidad del animal. La llegada del pulso de volumen sanguíneo a otro punto puede determinarse mediante pletismografía de impedancia o mediante otra técnica tal como, por ejemplo, oximetría de pulso. Un cálculo de un volumen de latido cardíaco puede utilizarse para compensar una desviación de la presión sanguínea debida a efectos que se basan en una flexibilidad del vaso sanguíneo. Un monitor de la presión sanguínea puede suministrar periódicamente una medición de presión sanguínea de referencia que se utiliza para calibrar la desviación de la presión sanguínea basándose en el tiempo de propagación de pulsos.

[0009] El documento US6.331.162B1 describe un dispositivo para la medición de una velocidad de las ondas de pulso. El dispositivo comprende un primer y un segundo sensor de pletismógrafo que están conectados con un ordenador. Los sensores se colocan en la espalda de un paciente para registrar una información de forma de onda de pulso en dos lugares a lo largo de la arteria torácica. Adicionalmente, se registra un electrocardiograma del paciente. En cuanto se registran las formas de onda de pulso y la forma de ondas de electrocardiograma, se descartan datos con ruido o con artefactos y las formas de ondas de pulso se calculan utilizando los puntos de datos de electrocardiograma. Después, se analizan las formas de ondas de pulso promediadas por señal para determinar un punto de valle de cada forma de onda y determinar un tiempo de propagación de punto de valle a punto de valle entre dos sensores. Entonces, se determina una velocidad de onda de pulso dividiendo la distancia entre los sensores por el tiempo de propagación de punto de valle a punto de valle.

[0010] Por lo demás, otros aspectos en relación con la medición de la presión sanguínea se describen en los documentos KR000100697211BA y KR102006069032AA.

[0011] El documento US4.245.648 describe un procedimiento y un dispositivo para medir una presión sanguínea y una frecuencia de pulso. El sistema comprende una cabeza de sensor que está acoplada a una arteria. La cabeza de sensor comprende transformadores electromecánicos en dos puntos que transforman cada onda periódica de presión - pulso arterial que pasa por el primer punto o el segundo punto en formas de ondas eléctricas periódicas primera y segunda. Un circuito electrónico analiza la forma de las ondas periódicas primera y segunda para determinar el tiempo de ascenso de cada forma de onda periódica. El circuito electrónico también analiza la primera y segunda forma de onda periódica para determinar el tiempo de propagación de cada onda de presión - pulso entre el primer y el segundo punto. Un ordenador electrónico utiliza el tiempo de ascenso y el tiempo de propagación así como determinados datos de calibración para determinar e indicar una presión sanguínea sistólica, una presión sanguínea diastólica y una frecuencia de pulso.

[0012] El documento DE10061189A1 describe un procedimiento para la determinación continua no invasiva de una presión sanguínea arterial mediante la medición de un tiempo de propagación de ondas de pulso. En el procedimiento se toman señales de medición en al menos dos zonas del cuerpo de un paciente. A partir de una diferencia temporal entre puntos correspondientes de las dos señales, se determina un tiempo de propagación de ondas de pulso y, a partir de ello, se deriva un valor para la presión sanguínea. Para mejorar la precisión está previsto que cada sensor registre, con al menos dos electrodos, una señal de medición que representa la impedancia en la zona del cuerpo. A partir de las señales de medición en las dos zonas del cuerpo, se determina el tiempo de propagación de ondas de pulso y, a partir de ello, se determina la presión sanguínea arterial media. Además, se determina también la presión sanguínea sistólica y diastólica.

[0013] El documento US2005/0261593A1 describe un procedimiento para medir una presión sanguínea con compensaciones automáticas. Se describe un procedimiento para medir una presión sanguínea arterial que comprende detectar una señal referida a ondas de pulso. Además, se extrae una característica de las señales y se determina un factor que influye en la presión sanguínea arterial. Asimismo, se determina la presión sanguínea arterial basándose en la característica con una compensación automática de los factores.

[0014] El documento EP1157658A1 describe un aparato para la monitorización de la presión sanguínea. El aparato para la monitorización de la presión sanguínea comprende un aparato para obtener una información que se refiere a una velocidad de propagación de ondas de pulso con la que se propaga una onda de pulso en una arteria. Además, el aparato para la monitorización de la presión sanguínea comprende un dispositivo para obtener una información que se refiere a un periodo de pulso. Asimismo, el aparato para la monitorización de la presión sanguínea comprende un dispositivo para obtener una información que se refiere a un volumen de sangre que fluye en una parte periférica del cuerpo. Adicionalmente, el aparato para la monitorización de la presión sanguínea comprende un dispositivo para valorar si la presión sanguínea es anormal, determinando este dispositivo si las informaciones antes mencionadas se sitúa en áreas de referencia correspondientes.

[0015] El documento US2004/0162493A1 describe un dispositivo y un procedimiento para la facilitación continua no invasiva de características fisiológicas. Los registradores de medición presentan emisores de radiación y detectores y se utilizan para determinar la absorción de sangre en el tejido del paciente y, con ello, para determinar diferentes parámetros sanguíneos. Asimismo, el dispositivo presenta un sensor de posición para determinar la

posición del registrador de medición en relación con el corazón del paciente o un generador de valoración para modificar la posición del registrador de medición en referencia al corazón de la persona. El documento citado describe también procedimientos para la observación no invasiva de las características fisiológicas. Variaciones inducidas de la posición conducen a presiones hidrostáticas diferenciales que facilitan una medición de parámetros sanguíneos mediante la capacidad de absorción. En otros ejemplos de realización, se miden retardos de tiempos de llegada de pulsos en miembros u órganos acoplados en lados opuestos del cuerpo para determinar el funcionamiento del corazón.

[0016] El documento EP2030564A2 describe un sistema implantable para la medición de la presión sanguínea y procedimientos correspondientes. En el documento citado, se describen sistemas implantables y procedimientos para su uso para observar una presión sanguínea arterial sobre una base crónica. Una primera señal, que describe una actividad eléctrica del corazón del paciente, y una segunda señal, que describe una actividad mecánica del corazón del paciente, se obtienen utilizando electrodos implantados y un sensor implantado. Mediante la medición de los tiempos entre diferentes características de la primera señal relativamente respecto a características de la segunda señal se obtienen valores que indican la presión sistólica y la presión diastólica. Este tipo de características se utilizan, por ejemplo, para determinar un tiempo de llegada de picos de pulsos que después se emplea para describir un valor que indica la presión sistólica. Adicionalmente, se determina una amplitud de pico a pico de un pico máximo de la segunda señal. El valor que indica la presión sistólica se utiliza entonces para determinar el valor que indica la presión diastólica.

[0017] Considerando las realizaciones anteriores, existe la necesidad de un concepto para medir una presión que se adapte especialmente bien a las características de un conductor elástico de fluidos.

[0018] Este objetivo se alcanza gracias a un manómetro según la reivindicación 1, un procedimiento para determinar valores de presión según la reivindicación 15, un procedimiento para calibrar un manómetro según la reivindicación 16 y un programa informático según la reivindicación 17.

[0019] Algunos ejemplos de realización según la invención se basan en el conocimiento de que puede conseguirse una determinación especialmente fiable de un valor de presión basándose en una señal de medición valorando primero una información de tiempo de propagación, que describe un tiempo de propagación de una onda de pulso entre un primer punto y un segundo punto, para obtener un primer valor de la presión sanguínea, y determinando a continuación, basándose en la información de amplitud, un segundo valor de presión utilizando una segunda reproducción que describe una relación, dependiente del primer valor de presión sanguínea, entre una información de amplitud y una amplitud de una onda de pulso descrita por la señal de medición.

[0020] Así, se ha reconocido que una relación entre la información de amplitud, que describe, por ejemplo, la amplitud de la señal de medición, y la amplitud de una onda de pulso descrita por la señal de medición, basada en las características de un conductor elástico de fluidos, depende de la presión adyacente. Por tanto, en la medición de la presión se tiene en cuenta o se aprovecha, por ejemplo, el hecho de que, en el caso de un conductor elástico de fluidos (por ejemplo, un vaso sanguíneo) ya intensamente dilatado, una determinada variación del volumen se corresponde con una variación de presión comparativamente grande, mientras que, por el contrario, en el caso de un conductor de fluido menos dilatado, la misma variación del volumen se corresponde con una variación comparativamente menor de la presión.

[0021] Por tanto, puede reproducirse, por ejemplo, una determinada amplitud de una señal de medición, que, por ejemplo, describe un volumen (local) de un conductor de fluido o una superficie de sección transversal de un conductor de fluido (por ejemplo, en función del tiempo), en función del primer valor de presión sanguínea en una amplitud de una onda de pulso descrita por la señal de medición (por tanto, por ejemplo, en una diferencia entre dos valores de presión, por ejemplo, durante una medición de la presión sanguínea en una diferencia entre un valor de presión sanguínea sistólica y un valor de presión sanguínea diastólica).

[0022] Por tanto, mediante la determinación indirecta del segundo valor de presión, puede valorarse la información de amplitud que describe la amplitud de la señal de medición, sosteniendo que una amplitud de la señal de medición puede determinarse normalmente de forma muy eficiente y precisa. No obstante, para conseguir una mejor precisión, en el caso de la segunda reproducción, que describe una relación entre la amplitud de la señal de medición y una amplitud de una onda de pulso (o una diferencia de presión), se considera conjuntamente el primer valor de presión.

[0023] Mediante la forma de proceder citada puede posibilitarse, por ejemplo, que se determine el tiempo de propagación solo para un primer valor de presión de este tipo, para el que es posible una medición de tiempo de propagación de forma especialmente más precisa o fiable. Entonces, puede recurrirse a la amplitud de la señal de medición para obtener, basándose en el primer valor de presión, el segundo valor de medición, que, por ejemplo, solo podría determinarse con una precisión más reducida mediante una medición del tiempo de propagación. En algunos ejemplos de realización, esto puede conducir a una medición especialmente precisa, por lo que la amplitud de una señal de medición es, en muchos casos, un parámetro de una señal de medición que puede determinarse de

una forma especialmente precisa.

[0024] Por tanto, según algunos ejemplos de realización, no es necesario determinar el segundo valor de presión (por ejemplo, un valor de presión mínimo o menor de una onda de pulso) directamente a través de una medición del tiempo de propagación, lo cual puede ser difícil o estar sujeto a errores en ciertas circunstancias. Más bien, puede determinarse, por ejemplo, el valor de presión inferior o menor (por ejemplo, un valor de presión diastólico) de forma indirecta basándose en la determinación de un valor de presión superior o mayor (por ejemplo, un valor de presión sistólica) y basándose en una amplitud de una señal de medición. En este sentido, la amplitud de la señal de medición puede reproducirse, en función del valor de presión superior o mayor determinado (valor de presión sistólica), en el valor de presión inferior o menor, para lo cual puede utilizarse la segunda reproducción dependiente del primer valor de presión.

[0025] Por tanto, en resumen, ha de sostenerse que, según algunos ejemplos de realización, se crea un concepto indirecto para la determinación de la presión o para determinar un valor de presión que, en la determinación de algunos valores de presión (por ejemplo, en la determinación de un valor de presión inferior o más bajo o un valor de la presión diastólica), conduce a una precisión especialmente elevada

[0026] Por lo demás, algunos ejemplos de realización según la invención se refieren a un manómetro para la presión sanguínea en el que el concepto descrito en el presente documento se utiliza para la medición de un valor de la presión sanguínea, por ejemplo, un valor de la presión sanguínea sistólica o un valor de la presión sanguínea diastólica.

[0027] En algunos ejemplos de realización, también puede emplearse de forma eficiente el concepto según la invención para determinar dos valores de la presión sanguínea diferentes, por ejemplo, tanto un valor de la presión sanguínea sistólica como también un valor de la presión sanguínea diastólica.

[0028] Por lo demás, algunos ejemplos de realización según la invención se refieren a un procedimiento para medir valores de presión.

[0029] Otros ejemplos de realización de la invención se refieren a un procedimiento para calibrar un manómetro.

[0030] Algunos ejemplos de realización según la invención se basan en la idea central de que, en una calibración de un manómetro, una determinación de dos reproducciones conduce a resultados especialmente buenos. Una primera reproducción, que se elabora o determina durante la calibración o el procedimiento para calibrar un manómetro o para la cual se determinan parámetros durante la calibración, describe una relación entre tiempos de propagación de las ondas de pulso y valores de presión correspondientes. Una segunda reproducción se elabora a continuación basándose en la primera reproducción. Al elaborar la segunda reproducción basándose en la primera reproducción, puede conseguirse que un desarrollo cualitativo de la segunda reproducción describa una relación, dependiente de la presión, entre valores de volumen local o valores de variación de volumen local del conductor de fluidos en el que se propaga la onda de pulso y valores de presión o diferencias de presión correspondientes. Por tanto, se facilita la determinación de la segunda reproducción porque la segunda reproducción se basa en la primera reproducción dado que existe una estrecha relación entre una reproducción que describe una relación entre tiempos de propagación de las ondas de pulso y valores de presión correspondientes, y una reproducción que describe una relación entre valores de volumen local y valores de presión correspondientes. Por tanto, obteniendo la segunda reproducción basándose en la primera reproducción, puede establecerse al menos un desarrollo cualitativo de la segunda reproducción sin un elevado esfuerzo técnico de medición. Más bien, en algunos ejemplos de realización, la segunda reproducción, o su desarrollo cualitativo, se obtiene directamente, sin recurrir a otros valores de medición, a partir de la primera reproducción.

[0031] Por lo demás, una magnitud de escalamiento de la segunda reproducción puede determinarse de forma muy sencilla basándose en dos valores de presión de referencia y al menos dos valores de señal correspondientes de una señal de medición.

[0032] Por tanto, ha de sostenerse que tanto la primera reproducción como también la segunda reproducción pueden determinarse de forma especialmente eficiente en una calibración de un manómetro. Para la determinación de la primera reproducción y la segunda reproducción solo es necesario un número muy reducido de mediciones o valores de medición.

[0033] En este sentido, algunos ejemplos de realización según la invención crean una calibración especialmente eficiente, pudiendo aprovecharse a su vez las reproducciones o especificaciones de reproducción obtenidas mediante la calibración, tal como ya se ha explicado anteriormente, para la determinación de resultados especialmente precisos.

[0034] A continuación, se explican de forma detallada ejemplos de realización según la invención haciendo referencia a las figuras adjuntas. Muestran:

la fig. 1, un diagrama de bloques de un manómetro según un ejemplo de realización de la invención;

la fig. 2a, una representación esquemática de una onda de pulso en un conductor elástico de fluido en un primer
5 instante;

la fig. 2b, una representación esquemática de la onda de pulso en el conductor elástico de fluido en un segundo
instante;

10 la fig. 3, una representación esquemática de un brazo en el que están dispuestos dos pletismógrafos;

la fig. 4, una representación gráfica de dos señales de pletismógrafo de dos pletismógrafos dispuestos en dos
localizaciones diferentes;

15 la fig. 5, una representación esquemática de una forma de proceder para determinar valores de presión basándose
en información de tiempo de propagación y una información de amplitud, según un ejemplo de realización de la
invención;

la fig. 6a, una representación esquemática de una forma de proceder en una determinación de un segundo valor de
20 presión que se basa en un primer valor de presión y una información de amplitud, según un ejemplo de realización
de la invención;

la fig. 6b, una representación esquemática de una forma de proceder en una determinación de un segundo valor de
presión y un tercer valor de presión, que se basan en un primer valor de presión, y una información de amplitud,
25 según un ejemplo de realización de la invención;

la fig. 7, un diagrama de bloques de un manómetro, según otro ejemplo de realización de la invención;

la fig. 8a, una primera parte de una representación esquemática de una forma de proceder para la calibración de un
30 manómetro, según un ejemplo de realización de la invención;

la fig. 8b, una segunda parte de una representación esquemática de una forma de proceder para la calibración de un
manómetro, según un ejemplo de realización de la invención;

35 la fig. 8c, una representación esquemática de diferentes ondas de pulso a las que puede recurrirse para la
calibración de un manómetro;

la fig. 9, una representación esquemática resumida de una forma de proceder en una calibración de un manómetro y
en un cálculo de un valor de presión;

40 la fig. 10, un diagrama de flujos de un procedimiento para determinar un primer valor de presión y un segundo valor
de presión basándose en una información de tiempo de propagación y una información de amplitud; y

la fig. 11, un diagrama de flujos de un procedimiento para la calibración de un manómetro, según un ejemplo de
45 realización de la invención.

[0035] La figura 1 muestra un diagrama de bloques de un manómetro según un ejemplo de realización de la
invención. El manómetro según la figura 1 está designado en su totalidad con el número de referencia 100. El
manómetro 100 comprende un caracterizador de ondas de pulso 110. El caracterizador de ondas de pulso 110 está
50 diseñado para proporcionar una información de tiempo de propagación 112 que describe un tiempo de propagación
de una onda de pulso entre una primera localización y una segunda localización. Además, el caracterizador de
ondas de pulso 110 está diseñado para proporcionar una información de amplitud 114 que describe una variación de
una señal de medición, que se basa en la onda de pulso, entre dos fases de la onda de pulso. Además, el
manómetro comprende un determinador de valores de presión 120. El determinador de valores de presión 120 está
55 diseñado para recibir la información de tiempo de propagación 112 y la información de amplitud 114 y, basándose en
ello, proporcionar al menos un valor de presión 122 (denominado aquí 'segundo valor de presión').

[0036] El determinador de valores de presión 120 está diseñado, por ejemplo, para obtener un primer valor de
presión 132 que describe una presión de un fluido en una primera fase de un flujo pulsante basándose en la
60 información de tiempo de propagación 112 y utilizando una primera reproducción 134, que reproduce el tiempo de
propagación de una onda de pulso en el primer valor de presión.

[0037] Además, el determinador de valores de presión 120 está diseñado para determinar, basándose en el primer
valor de presión 132 y en la información de amplitud 114, un segundo valor de presión 136 que, por ejemplo, se
65 corresponde con el valor de presión 122 proporcionado por el determinador de valores de presión 120 como

información de salida y describe, por ejemplo, una presión del fluido en una segunda fase del flujo pulsante. En este sentido, se utiliza, por ejemplo, una segunda reproducción 138 que describe una relación, dependiente del primer valor de presión 132, entre el primer valor de presión, el segundo valor de presión 136 y la información de amplitud 114.

5

[0038] Por tanto, en relación con la funcionalidad del manómetro 100, ha de sostenerse que el segundo valor de presión 136 se genera, en un procedimiento o sistema de múltiples etapas, utilizando varias reproducciones 134, 138 que se basan en la información de tiempo de propagación 112 y la información de amplitud 114. La información de tiempo de propagación 112 se valora primero, en el marco de la primera reproducción 134, para determinar el primer valor de presión 132. A continuación, el segundo valor de presión 136 se determina, partiendo del primer valor de presión, utilizando la segunda reproducción 138 y teniendo en cuenta la información de amplitud 114. La segunda reproducción 138 puede describir, por ejemplo, de forma directa o indirecta, la intensidad con la que el segundo valor de presión 136 se diferencia del primer valor de presión 132. En este sentido, la segunda reproducción puede describir, por ejemplo, que una diferencia entre el primer valor de presión 132 y el segundo valor de presión 136 no solo depende de la información de amplitud 114 sino también del primer valor de presión 132. Por tanto, por ejemplo, la dilatación no lineal variable con la presión de un conductor elástico de fluido (por ejemplo, un vaso sanguíneo) puede tenerse en cuenta en el cálculo del segundo valor de presión 136, pudiendo proporcionar, por ejemplo, el primer valor de presión 132 una información acerca de la intensidad de la dilatación del conductor elástico de fluido en un estado en el que se obtiene la información de tiempo de propagación 112.

20

[0039] Por tanto, el manómetro 100 puede proporcionar, por ejemplo, una información especialmente fiable o precisa sobre el segundo valor de presión 136, aprovechándose tanto la información de tiempo de propagación como también la información de amplitud.

25 **[0040]** En lo sucesivo se describen otros detalles.

[0041] Para una mejor comprensión, las figuras 2a y 2b muestran representaciones esquemáticas de un conductor elástico de fluido en el que se propaga una onda de pulso con el tiempo.

30 **[0042]** La representación esquemática de la figura 2a se designa en su totalidad con el número de referencia 200. La representación esquemática de la figura 2b se designa en su totalidad con el número de referencia 250. Por lo demás, en las figuras 2a y 2b se utilizan los mismos números de referencia para designar dispositivos o características iguales.

35 **[0043]** La representación esquemática 200 muestra una sección transversal a través de un conductor de fluido 210. Una pared elástica del conductor de fluido se designa con el número de referencia 212. Una propagación de una onda de pulso en el conductor de fluido 210 puede observarse, por ejemplo, porque la pared 212 del conductor de fluido 210 está curvada hacia fuera en un punto en el que se encuentra en ese momento la onda de pulso.

40 **[0044]** La representación esquemática 200 según la figura 2a muestra, por ejemplo, de forma esquemática, un primer sensor 220 así como un segundo sensor 230. El primer sensor está diseñado, por ejemplo, para detectar un aumento (o variación) local de una sección transversal del conductor de fluido 210 en un primer punto. El segundo sensor 230 está diseñado, por ejemplo, para detectar un aumento (o variación) local de una sección transversal del conductor de fluido 210 en un segundo lugar.

45

[0045] Por tanto, el primer sensor 220 proporciona, por ejemplo, una primera señal de medición que, por ejemplo, describe un funcionamiento de un manómetro local, una superficie de sección transversal local o un volumen local (por ejemplo, en un primer punto predeterminado o para una primera sección) del conductor elástico de fluido 210 en una primera localización o para una primera sección del conductor de fluido. En correspondencia, el segundo sensor 50 230 proporciona, por ejemplo, una segunda señal de medición que describe un manómetro local, una superficie de sección transversal local o un volumen local (por ejemplo, de una sección) del conductor de fluido 210 (por ejemplo, en un segundo punto predeterminado o para una segunda sección).

[0046] Además, en las figuras 2a y 2b puede observarse una onda de pulso. Por ejemplo, la representación esquemática 200 de la figura 2a muestra un aumento de la sección transversal del conductor elástico de fluido 210 debida a la onda de pulso. La onda de pulso se propaga, por ejemplo, de izquierda a derecha, tal como se muestra mediante una flecha 242. Por tanto, la onda de pulso se propaga, en la dirección designada por la flecha 242, entre un primer instante, en el que se presenta el estado mostrado en la representación esquemática 200, y un segundo instante, en el que se presenta el estado mostrado en la representación esquemática 250. Por tanto, en el segundo instante se produce un aumento local de la sección transversal 260 que puede observarse en la representación esquemática 250. Por tanto, con la propagación de la onda de pulso, el aumento local de la superficie de sección transversal del conductor elástico de fluido 210 se desplaza por delante de los dos sensores 220, 230. Por lo demás, el desplazamiento correspondiente del aumento local del diámetro o aumento local de la superficie de sección transversal o el aumento local del volumen se refleja en pulsos correspondientes en la primera señal de medición y 65 en la segunda señal de medición, tal como se describe a continuación.

[0047] Por lo demás, una forma de la onda de pulso o una forma del aumento de diámetro o el aumento de la superficie de sección transversal ocasionado por la onda de pulso puede variar durante la propagación de la onda de pulso. Por ejemplo, durante la propagación puede transformarse de una onda de pulso concentrada estrechamente en el espacio a una onda de pulso propagada espacialmente, tal como puede observarse en las figuras 2a y 2b (véanse los aumentos locales de sección transversal 240 y 260). En correspondencia, por ejemplo, la señal de medición proporcionada por el primer sensor 220 puede presentar un desarrollo en forma de pulsos corto e intensivo, mientras que, por el contrario, la señal de medición proporcionada por el segundo sensor 230 presenta un desarrollo más largo y, por ello, menos intensivo.

[0048] Por lo demás, cabe señalar que la propagación de una onda de pulso, explicada mediante las figuras 2a y 2b, puede presentarse del mismo modo en un vaso sanguíneo o en otro conductor elástico de fluido. Respecto a esto, en relación con las señales de medición que se obtienen en una medición de la presión sanguínea tampoco existe ninguna diferencia importante en comparación con las señales de medición que se obtienen en una medición de una presión en una instalación técnica o en un sistema técnico. Por tanto, el concepto descrito puede emplearse tanto para una medición de la presión sanguínea como también para una medición de presión en sistemas o instalaciones técnicas.

[0049] La figura 3 muestra una representación esquemática de un antebrazo 310 y la trayectoria de una arteria ulnar (arteria ulnaris) y una arteria radial (arteria radialis). Las arterias se indican, por ejemplo, mediante una línea discontinua 320, no diferenciándose aquí expresamente entre la arteria ulnar y la arteria radial.

[0050] Por lo demás, la representación esquemática según la figura 3 se designa en su totalidad con el número de referencia 300 y, además, muestra esquemáticamente un primer pletismógrafo 330 que está dispuesto en una primera localización o en una primera posición en el antebrazo 310. El primer pletismógrafo 330 está diseñado, por ejemplo, para registrar variaciones locales de un diámetro, una superficie de sección transversal o un volumen (local) de la arteria ulnar y / o la arteria radial, y describirlas mediante una primera señal de medición. La representación esquemática 300 muestra además un segundo pletismógrafo 340 que está dispuesto en una segunda posición o en una segunda localización del antebrazo 310. El segundo pletismógrafo 340 está diseñado, por ejemplo, para registrar variaciones locales de un diámetro, una superficie de sección transversal o un volumen (local) de la arteria ulnar y / o la arteria radial en una segunda localización o en una segunda posición y, basándose en ello, generar una segunda señal de medición. Los pletismógrafos 330, 340 se muestran esquemáticamente en la figura 3 como bandas o como dispositivos en forma de bandas que están dispuestos alrededor del antebrazo 310. No obstante, también pueden utilizarse pletismógrafos de otro tipo, por ejemplo, pletismógrafos que determinan una variación del volumen de una o varias arterias en recorridos ópticos (por ejemplo, mediante la iluminación a través del antebrazo), mediante una medición de la impedancia en el antebrazo o mediante una medición de la capacitancia en el antebrazo, para obtener la primera señal de medición y la segunda señal de medición. Por lo demás, también pueden utilizarse otros dispositivos como pletismógrafos para obtener la primera señal de medición y la segunda señal de medición de modo que las señales de medición describan una onda de pulso en la arteria ulnar y / o en la arteria radial en diferentes puntos a lo largo del antebrazo.

[0051] Por lo demás, cabe señalar que, en lugar del antebrazo 310, también puede utilizarse, por ejemplo, la parte superior del brazo, una antepierna o un muslo. Además, la medición de la presión sanguínea naturalmente también puede realizarse en otras partes del cuerpo de una persona o un animal.

[0052] La figura 4 muestra una representación esquemática de desarrollos temporales de señal, por ejemplo, del primer pletismógrafo 330 (PG 1) y del segundo pletismógrafo 340 (PG 2). Los desarrollos temporales de las señales pueden utilizarse, de la forma mostrada, como base para el cálculo de un tiempo de propagación o tiempo de propagación de pulsos (también denominado 'PTT') y una amplitud de pulso (también denominada 'PA'). La representación esquemática de la figura 4 se designa en su totalidad con el número de referencia 400. La representación esquemática 400 comprende una primera representación de señal 410 que, por ejemplo, describe la señal de medición proporcionada por el primer pletismógrafo 330 (también denominado de forma abreviada 'PG 1'). Una abscisa 412 describe, por ejemplo, un tiempo, y una ordenada 414 describe, por ejemplo, en unidades arbitrarias, una magnitud de la primera señal de medición suministrada por el primer pletismógrafo 330. Una curva 416 describe un desarrollo temporal de la primera señal de medición.

[0053] La representación gráfica 400 comprende una segunda representación de señal 420. La segunda representación de señal 420 comprende una abscisa 422, en la que se registra el tiempo t , así como una ordenada 424, que describe una magnitud de la segunda señal de medición proporcionada por el segundo pletismógrafo 340 en unidades aleatorias. Una curva 426 describe un desarrollo temporal de la segunda señal de medición.

[0054] En la figura 4, por ejemplo, las abscisas o ejes temporales 412, 422 están alineados uno encima del otro.

[0055] Una amplitud de la primera señal de medición puede estar definida, por ejemplo, como una diferencia entre un valor máximo $PG1_{\max}$ y un valor mínimo $PG1_{\min}$ de la primera señal de medición dentro de un intervalo de

tiempo determinado, tal como se define, por ejemplo, en la primera representación de la señal 410.

[0056] En las representaciones de señal 410, 420 puede observarse que, por ejemplo, un valor máximo de la primera señal de medición, que se describe mediante la curva 416, se presenta en un primer instante T1, mientras
5 que, por el contrario, un valor máximo de la segunda señal, que se describe mediante la curva 426, se presenta en un segundo instante T2. En relación con ello, cabe señalar que, por ejemplo, el valor máximo 418 de la primera señal de medición y el valor máximo 428 de la segunda señal de medición están asociados entre sí o se corresponden entre sí, es decir, por ejemplo, están condicionados por la propagación de una única onda de pulso. Un desfase temporal entre el valor máximo 418 de la primera señal de medición y el valor máximo 428 de la
10 segunda señal de medición se designa aquí como 'tiempo de propagación PPT'.

[0057] En lo sucesivo, se explica mediante la figura 5 cómo puede determinarse el manómetro o manómetro de presión sanguínea aquí descrito, por ejemplo, el manómetro 100 según la figura 1, un valor de presión basándose en una información de tiempo de propagación (por ejemplo, basándose en la información de tiempo de propagación
15 112, también designada PTT o PTT' o PTT'') y la información de amplitud (por ejemplo, la información de amplitud 114, también denominada 'PA').

[0058] La representación esquemática según la figura 5 se designa en su totalidad con el número de referencia 500 y describe, por ejemplo, un procedimiento tal como puede implementarse mediante el determinador de valores
20 de medición 120. Expresado de otra manera, el determinador de valores de medición 120 puede estar diseñado, por ejemplo, para realizar el procedimiento descrito mediante la figura 5.

[0059] En lo sucesivo, debe explicarse primero cómo puede obtenerse la información de tiempo de propagación 112. La información de tiempo de propagación 112 puede determinarse, por ejemplo, mediante la valoración de la
25 primera señal de medición, que puede generarse de la forma aquí explicada, y la segunda señal de medición, que también puede generarse del modo aquí explicado. Por ejemplo, para la determinación de la información de tiempo de propagación 112 pueden valorarse pulsos 510, 512 correspondientes de la primera señal de medición (pulso 510) y la segunda señal de medición (pulso 512) para obtener la información de tiempo de propagación 112. Por 'pulsos correspondientes' se entienden pulsos ocasionados por la misma onda de pulso y que puede reconocerse, por
30 ejemplo, porque se sitúan dentro de una determinada separación temporal.

[0060] En un ejemplo de realización, la información de tiempo de propagación 112 puede describir, por ejemplo, cuánto tiempo transcurre entre un valor máximo del primer pulso 510 (en la primera señal de medición) y un valor máximo del segundo pulso 512 (en la segunda señal de medición), tal como se muestra en la figura 5.
35

[0061] En otro ejemplo de realización, la información de tiempo de propagación 112 puede describir cuánto tiempo transcurre entre un inicio del primer pulso 510 y un inicio del segundo pulso 512. Un inicio del primer pulso 510 puede estar definido, por ejemplo, como instante en el que la señal de medición ha ascendido una determinada cantidad respecto a un valor de señal en reposo, pudiendo estar definida la cantidad determinada correspondiente,
40 por ejemplo, como un valor absoluto o como un porcentaje de la amplitud de señal PA. Por ejemplo, el inicio del primer pulso 510 puede estar definido como instante en el que la primera señal de medición asciende, partiendo de un valor en reposo, un 5% o un 10% de la amplitud de la señal PA. Un inicio o comienzo del segundo pulso 512 puede definirse de forma correspondiente. La información de tiempo de propagación PTT' correspondiente, que describe el tiempo que transcurre entre el inicio del primer pulso 510 y el comienzo del segundo pulso 512, puede
45 describir, por ejemplo, una duración que es mayor o menor que una duración parcial entre los valores máximos de los pulsos 510, 512 dado que pueden distinguirse formas de los pulsos 510, 512.

[0062] En otro ejemplo de realización, la información de tiempo de propagación 112 puede describir, por ejemplo, una duración entre un centro de un flanco ascendente del primer pulso 510 y un centro de un flanco ascendente del
50 segundo pulso 512. Por 'centro del flanco ascendente' se entiende, por ejemplo, un instante en el que un pulso ha ascendido, partiendo de un valor en reposo, un 50% de la amplitud de señal PA correspondiente. La definición correspondiente se ilustra en la figura 5. Por lo demás, el valor resultante de la información de tiempo de propagación 112 se designa como PTT'.

[0063] Por lo demás, cabe señalar que los valores de información de tiempo de propagación PTT, PTT' y PTT'' pueden utilizarse de forma alternativa. Expresado de otra manera, es suficiente que la información de tiempo de propagación 112 describa uno de los valores PTT, PTT', PTT'' citados.
55

[0064] Según un ejemplo de realización, el valor de tiempo de propagación descrito por la información de tiempo de propagación puede elevarse al cuadrado en una primera etapa para obtener un primer valor de tiempo de propagación al cuadrado PTT^2 o PTT'^2 o PTT''^2 . En un segundo paso, puede determinarse, por ejemplo, basándose en el valor de tiempo de propagación al cuadrado y utilizando una primera reproducción 520, un primer valor de la presión sanguínea P_{tm} (PTT) correspondiente. Con ello, la primera reproducción 520 puede describir una relación entre el valor de tiempo de propagación al cuadrado PTT^2 y una presión transmural P_{tm} (PTT) correspondiente. Lo
60 indicado entre paréntesis "(...)" significa aquí "como función de..." o "en dependencia de..." o "correspondiente a...".
65

[0065] La primera reproducción 520 puede estar descrita, por ejemplo, mediante una expresión cerrada que, por ejemplo, describe la función gaussiana, o mediante parámetros de una expresión cerrada. De forma alternativa, la primera reproducción 520 también puede estar descrita, por ejemplo, mediante una tabla de valores adecuada.

5 Naturalmente, también pueden emplearse otras posibilidades para la descripción de una primera reproducción. Por lo demás, la primera reproducción 520 puede realizarse mediante un circuito analógico o por un circuito digital (por ejemplo, un circuito de cálculo digital). En relación con ello, pueden utilizarse las posibilidades más diversas.

[0066] Por lo demás, cabe señalar que el concepto descrito en la figura 5 puede emplearse en un manómetro para la presión sanguínea. Si, por ejemplo, la información de tiempo de propagación o el valor de tiempo de propagación correspondiente describe la duración PTT entre los valores máximos de los pulsos 510, 512, entonces puede obtenerse, por ejemplo, mediante la primera reproducción 520, basándose en el valor de tiempo de propagación al cuadrado como un primer valor de presión o valor de presión sanguínea, un valor de presión sanguínea sistólica, un valor de presión sanguínea diastólica o un valor de presión sanguínea medio. Si como valor de tiempo de propagación se utiliza el valor de tiempo de propagación PTT', entonces la primera reproducción 520 puede proporcionar, por ejemplo, como primer valor de presión, un valor de la presión sanguínea sistólica, un valor de la presión sanguínea diastólica o un valor de la presión sanguínea media. Si como valor de tiempo de propagación se utiliza el valor de tiempo de propagación PTT", entonces la primera reproducción 520 proporciona, como primer valor de presión, por ejemplo, al menos aproximadamente, un valor de la presión sanguínea sistólica, un valor de la presión sanguínea media o un valor de la presión sanguínea diastólica.

[0067] De forma totalmente general, puede sostenerse que, mediante la aplicación de la primera reproducción 520 al valor de tiempo de propagación (PTT o PTT' o PTT") empleado, se obtiene un valor de presión P_{tm} (PTT) o P_{tm} (PTT') o P_{tm} (PTT") correspondiente como primer valor de presión.

25 **[0068]** En un tercer paso, puede utilizarse entonces la información de amplitud 114 o un valor de amplitud (PA) correspondiente así como el primer valor de presión P_{tm} (PTT) o P_{tm} (PTT') o P_{tm} (PTT") para obtener un segundo valor de presión.

30 **[0069]** Mediante la figura 5 se describe a continuación cómo puede realizarse el procedimiento si, por ejemplo, la información de tiempo de propagación 112 describe el valor de tiempo de propagación PTT (es decir, la duración entre valores máximos de dos pulsos 510, 512).

[0070] Una segunda reproducción 530 puede describir, por ejemplo, una relación entre una presión P_{tm} y un diámetro local, una superficie de sección transversal local o un volumen local V . De forma alternativa a ello, la segunda reproducción 530 también puede describir una relación entre la presión P_{tm} (en un conductor flexible de fluido) y una señal de medición MS correspondiente (por ejemplo, de un sensor o pletismógrafo correspondiente). Por lo demás, en algunos ejemplos de realización, la señal de medición MS del sensor puede ser al menos aproximadamente proporcional al volumen V del conductor elástico de fluido, de modo que una reproducción que describe una relación entre la presión P_{tm} y el volumen local V es cualitativamente idéntica, al menos de forma aproximada, a una reproducción que describe una relación entre la presión P_{tm} y la señal de medición MS. Con ello, la segunda reproducción 530 describe en general —también cuando la segunda reproducción describe principalmente una relación entre la presión y el volumen— una relación entre dos valores de presión y una amplitud de la señal de medición.

45 **[0071]** En algunos ejemplos de realización, una amplitud PA de una señal de medición puede ser al menos aproximadamente proporcional a una variación del volumen ΔV .

50 **[0072]** En algunos ejemplos de realización, la segunda reproducción puede describir directamente una asociación entre una amplitud PA de una señal de medición y una diferencia de presión (por ejemplo, entre el primer valor de presión y el segundo valor de presión).

[0073] En algunos ejemplos de realización, la segunda reproducción puede describir una asociación entre una variación de volumen ΔV y una diferencia de presión (por ejemplo, entre el primer valor de presión y el segundo valor de presión). Además, en estos casos la segunda reproducción puede describir, como escalamiento, una relación (por ejemplo, una proporcionalidad) entre una amplitud PA de la señal de medición y la variación de volumen ΔV (por ejemplo, mediante una constante de proporcionalidad correspondiente "factor").

60 **[0074]** En algunos ejemplos de realización, la segunda reproducción puede describir una asociación entre el primer valor de presión y el segundo valor de presión en función de una amplitud PA de una señal de medición. En este caso, la diferencia entre el primer valor de presión y el segundo valor de presión, por ejemplo, no solo depende de la amplitud PA sino también del primer valor de presión.

[0075] En algunos ejemplos de realización, la segunda reproducción puede describir una asociación entre el primer valor de presión y el segundo valor de presión en función de una variación de volumen ΔV de una señal de

medición. En este caso, la diferencia entre el primer valor de presión y el segundo valor de presión, por ejemplo, no depende solo de la amplitud PA sino también del primer valor de presión. Adicionalmente, la segunda reproducción puede describir en este caso, como escalamiento, una relación (por ejemplo, una proporcionalidad) entre una amplitud PA de la señal de medición y la variación de volumen ΔV (por ejemplo, mediante una constante de proporcionalidad correspondiente "factor").

[0076] A partir de las realizaciones anteriores, puede observarse que existe una pluralidad de posibilidades para describir, en forma de una reproducción, una relación entre el primer valor de presión, el segundo valor de presión y la información de amplitud. Todas las posibilidades descritas anteriormente y también otras posibilidades no descritas aquí pueden utilizarse en el dispositivo y en el procedimiento que aquí se describen.

[0077] Una posible reproducción, que puede utilizarse como "segunda reproducción", se describe en la figura 5 con el número de referencia 530. Por ejemplo, para la ilustración se muestra en una abscisa 532 una presión P_{tm} . En una ordenada 534 se muestra, por ejemplo, una magnitud de un volumen local V o una magnitud de una señal de medición MS. Una curva 536 describe, por ejemplo, una relación entre la presión P_{tm} y un valor del volumen local V o una relación entre la presión P_{tm} y un valor de la señal de medición MS.

[0078] En el ejemplo de realización descrito mediante la figura 5, puede reproducirse, por ejemplo, la presión P_{tm} (también denominada aquí P_{tm} (PTT)) determinada en un segundo paso, utilizando la segunda reproducción 530, en un valor de volumen V (PTT) o en un valor de la señal de medición MS (PTT). Si, por ejemplo, se conoce el valor de amplitud PA, entonces puede determinarse en consecuencia un valor de señal de medición modificado MS (PTT)-PA. De forma alternativa, puede reproducirse el valor de amplitud PA en un valor de variación de volumen ΔV . Con ello, puede determinarse un valor de volumen modificado V (PTT)- ΔV . Basándose en el valor MS (PTT)-PA o V (PTT)- ΔV obtenido de forma correspondiente, puede determinarse con ello, utilizando la segunda reproducción, el valor de presión P_{tm2} (PTT, PA).

[0079] En este caso, la segunda reproducción 530 puede utilizarse, por ejemplo, para obtener el valor de volumen V o el valor de señal de medición MS correspondiente para el valor de presión P_{tm} (PTT), y para obtener el segundo valor de presión P_{tm2} para el valor de volumen modificado V (PTT)- ΔV o la señal de medición modificada MS (PTT)-PA, tal como se muestra en la figura 5.

[0080] Una relación o una diferencia entre P_{tm} (PTT) y P_{tm2} (PTT, PA) depende, según la segunda reproducción 530, no solo de la amplitud de la señal de medición PA o la variación de volumen ΔV , sino también del primer valor de presión P_{tm} (PTT). Esta dependencia resulta de la no linealidad de la curva 530 que, a su vez, reproduce las propiedades de un conductor elástico de fluido como, por ejemplo, un vaso sanguíneo.

[0081] Además, ha de señalarse que, en el caso del ejemplo de realización descrito mediante la figura 5, el segundo valor de presión puede ser, por ejemplo, un valor de presión diastólica P_{DIA} .

[0082] Por lo demás, cabe señalar que la segunda reproducción 530 puede representarse en diferentes formas. Por ejemplo, la segunda reproducción puede describirse mediante una especificación de función cerrada parametrizada.

[0083] De forma alternativa, la segunda reproducción puede describirse mediante una tabla de valores o tabla de asignaciones que describe una asignación entre valores de presión y valores de volumen o entre valores de presión y valores de amplitud.

[0084] De forma alternativa, la segunda reproducción puede representarse mediante una matriz de valores que asocia, por ejemplo, diferentes combinaciones formadas por el primer valor de presión P_{tm} (PTT) y la amplitud de señal de medición PA a diferentes valores para el segundo valor de presión P_{tm2} . La matriz de valores, que se muestra, a título de ejemplo, en la figura 5 con el número de referencia 550, puede describir, por ejemplo, que una diferencia entre el primer valor de presión y el segundo valor de presión no solo depende de la amplitud de la señal de medición PA o la variación del volumen ΔV sino también del primer valor de presión P_{tm} (PTT) en sí mismo.

[0085] Mientras que, haciendo referencia a la figura 5, por ejemplo, una descripción de la segunda reproducción 530 se ha descrito mediante una curva 536, mediante una tabla de valores o mediante una matriz de valores 550, la segunda reproducción 530 naturalmente también puede realizarse de otra manera. Por ejemplo, puede concebirse un circuito analógico que realice la segunda reproducción 530. Por lo demás, también son posibles otras formas de realización, por ejemplo, mediante la valoración de un desarrollo de función descrita en forma cerrada, mediante el empleo de varias tablas de valores o mediante medidas similares.

[0086] En lo sucesivo, se describe brevemente, mediante las figuras 6a y 6b, cómo puede determinarse en algunos ejemplos de realización, el segundo valor de presión mediante el primer valor de presión. Expresado de otra manera, la figura 6a muestra una representación esquemática que describe una determinación del segundo valor de presión basándose en el primer valor de presión utilizando la amplitud de la señal de medición. La representación

gráfica según la figura 6a se designa en su totalidad con el número de referencia 600.

[0087] Por lo demás, la forma de proceder descrita en la figura 6a puede sustituir el tercer paso, tal como se ha descrito mediante la figura 5, por ejemplo, si como primer valor de presión se obtiene, al menos de forma aproximada, un valor de presión diastólica. Se supone aquí, por ejemplo, que el valor P_{tm} (PTT') designa un valor de presión diastólica. No obstante, en algunos ejemplos de realización, también P_{tm} (PTT) o P_{tm} (PTT'') pueden describir un valor de presión diastólica correspondiente. Por lo demás, cabe señalar que dispositivos o características o pasos iguales a los de las figuras 5, 6a y 6b se designan con los mismos números de referencia.

- 10 **[0088]** Como puede observarse sin dificultad a partir de la figura 6a, puede determinarse, por ejemplo, para el primer valor de presión diastólica (por ejemplo, P_{tm} (PTT')), utilizando la segunda reproducción 530, un valor de volumen o valor de señal de medición correspondiente (por ejemplo, V (PTT') o MS (PTT')). De forma correspondiente, puede determinarse un valor de volumen modificado (por ejemplo, V (PTT') + ΔV) o un valor de señal de medición modificado (por ejemplo, MS (PTT') + PA), a partir de lo cual puede determinarse a su vez, por ejemplo, valorando nuevamente la segunda reproducción, el segundo valor de presión (por ejemplo, P_{tm2} (PTT', PA)). La forma de proceder correspondiente puede observarse sin más en la figura 6a.

- 20 **[0089]** La figura 6b muestra una representación esquemática que describe una determinación del segundo valor de presión y un tercer valor de presión basándose en el primer valor de presión y utilizando la amplitud de señal de medición. La representación gráfica según la figura 6b se designa en su totalidad con el número de referencia 650. Por lo demás, la forma de proceder descrita mediante la figura 6b puede sustituir el tercer paso, tal como se ha descrito, por ejemplo, mediante la figura 5, por ejemplo, si como primer valor de presión se obtiene un valor de presión medio. Aquí se supone, por ejemplo, que el valor P_{tm} (PTT'') designa un valor de presión medio. No obstante, en algunos ejemplos de realización, también P_{tm} (PTT) o P_{tm} (PTT') pueden describir un valor de presión media correspondiente.

- 30 **[0090]** Como puede observarse sin dificultad a partir de la figura 6b, puede determinarse, por ejemplo, para el primer valor de presión P_{tm} (PTT'') (o P_{tm} (PTT) o P_{tm} (PTT')), utilizando la segunda reproducción 530, un valor de volumen (por ejemplo, V (PTT'')) o valor de señal de medición (por ejemplo, MS (PTT'')) correspondiente. En correspondencia, puede determinarse, por ejemplo, un valor de volumen superior (por ejemplo, V (PTT'') + $(1-x_1) \cdot \Delta V$) o un valor de señal de medición superior (por ejemplo, MS (PTT'') + $(1-x_1) \cdot PA$). A partir del valor de volumen superior o el valor de señal de medición superior, puede determinarse, por ejemplo, aplicando nuevamente la segunda reproducción 530, el tercer valor de presión (por ejemplo, P_{tm3} (PTT'', PA)). Además, puede calcularse, por ejemplo, un valor de volumen inferior (por ejemplo, V (PTT'') - $x_1 \cdot \Delta V$) o un valor de señal de medición inferior (por ejemplo, MS (PTT'') - $x_1 \cdot PA$). A partir del valor de volumen inferior o el valor de señal de medición inferior, puede determinarse entonces, por ejemplo, utilizando nuevamente la segunda reproducción 530, el segundo valor de presión (por ejemplo, P_{tm2} (PTT'', PA)). Por lo demás, la forma de proceder puede observarse sin más en la figura 6b.

- 40 **[0091]** Utilizando la forma de proceder descrita mediante la figura 6b, pueden determinarse, por ejemplo, partiendo de una medición de un tiempo de propagación de pulsos PTT, PTT' o PTT'', que en algunos ejemplos de realización representa un valor de presión medio, y basándose en una medición de la amplitud de pulso PA , tanto el segundo valor de presión como también el tercer valor de presión. En un ejemplo de realización, la medición del valor de tiempo de propagación PTT'' es especialmente fiable o precisa porque los pulsos 510, 512 presentan un incremento especialmente grande en una zona en la proximidad de su valor medio según la amplitud. En este sentido, el valor x_1 puede indicar que uno de los pulsos 510, 512 se sitúa, en un instante en el que se mide el valor de tiempo de propagación PTT'', $x_1 \cdot PA$ por encima de un valor de reposo. Por tanto, utilizando el procedimiento descrito mediante la figura 6b, puede determinarse, por ejemplo, un valor de presión sistólica y un valor de presión diastólica, no siendo necesario determinar un valor de tiempo de propagación PTT entre los valores máximos de los pulsos 510, 512. Más bien, es suficiente determinar el valor del tiempo de propagación PTT''.

- 50 **[0092]** La figura 7 muestra un diagrama de bloques de un manómetro según un ejemplo de realización de la invención. El manómetro según la figura 7 se designa en su totalidad con el número de referencia 700. Por lo demás, el manómetro 700 puede ser, por ejemplo, un manómetro de la presión sanguínea, pero también un manómetro para ser utilizado en la medición de presión industrial o de otro tipo.

- 55 **[0093]** El manómetro 700 según la figura 7 es muy similar al manómetro 100 de la figura 1, de modo que los dispositivos, las características o las señales iguales a las de las figuras 1 y 7 se designan con los mismos números de referencia.

- 60 **[0094]** Por lo demás, el manómetro 700, al igual que también el manómetro 100, puede estar diseñado, por ejemplo, para recibir una primera señal de medición 710 de un primer pletismógrafo 712, y una segunda señal de medición 714 de un segundo pletismógrafo 716. La primera señal de medición 710 y la segunda señal de medición 714 pueden alimentarse, por ejemplo, al caracterizador de ondas de pulso 110, pudiendo estar diseñado el caracterizador de ondas de pulso 110 para determinar la información de tiempo de propagación 112 y la información de amplitud 114 basándose en las señales de medición 710, 714. Por lo demás, en algunos ejemplos de realización,

los pletismógrafos 712, 716 pueden formar parte del manómetro. En otros ejemplos de realización, los pletismógrafos 712, 716 también pueden estar separados del manómetro y, por ejemplo, fabricarse y suministrarse por otro fabricante. Por lo demás, los pletismógrafos 712, 716 pueden sustituirse por otros dispositivos de medición que sean adecuados para suministrar señales de medición 710, 714 que describan una propagación, por ejemplo, una onda de pulso. Por lo demás, por ejemplo, también una de las señales de medición 710, 714 puede suministrarse, en una aplicación médica, por un electrocardiógrafo o por un dispositivo para la medición de una impedancia torácica.

[0095] Por lo demás, en el caso del manómetro 700 está previsto un calibrador 750 que está diseñado para ajustar de forma adecuada la primera reproducción 134 y la segunda reproducción 138 para conseguir una calibración del manómetro 700. Expresado de otra manera, la primera reproducción 134 y la segunda reproducción 138 no están fijamente predeterminadas en el presente ejemplo de realización sino que pueden ajustarse, por ejemplo, mediante la determinación de parámetros de una descripción de función cerrada (por ejemplo, de parámetros a, b de una función gaussiana de la forma $PTT^2 = a \cdot \exp(-b \cdot P_{tm}^2)$). No obstante, de forma alternativa, la primera reproducción 134 también puede estar representada por una tabla de valores modificable que, por ejemplo, está guardada en una memoria. Las entradas de la tabla de valores pueden obtenerse, por ejemplo, directamente en el marco de una calibración (por ejemplo, mediante el registro de pares de valores medidos). Las entradas de la tabla de valores que describe la primera reproducción pueden obtenerse, de forma alternativa, por ejemplo, mediante el escalamiento de una función predeterminada (por ejemplo, la función gaussiana indicada anteriormente que está parametrizada con los parámetros a y b). La función predeterminada puede, por ejemplo, estar descrita mediante una especificación de función cerrada o estar almacenada en una tabla de valores fijamente predeterminada.

[0096] La segunda reproducción 138 puede, por ejemplo, ser regulable. La segunda reproducción 138 puede describirse, por ejemplo, mediante una especificación de función cerrada parametrizada o mediante una tabla de valores o matriz de valores. Por lo demás, existen diferentes formas de descripción de la segunda reproducción 138, tal como ya se ha explicado anteriormente.

[0097] El calibrador 750 está diseñado para ajustar de forma adecuada la primera reproducción 134 y la segunda reproducción 138 durante una calibración. Para este objetivo, el calibrador 750 recibe durante una calibración, por ejemplo, valores correspondientes de la información de tiempo de propagación 112, la información de amplitud 114 y una información de presión de referencia o información de presión sanguínea de referencia 752. La información de presión sanguínea de referencia 752 describe, por ejemplo, un valor de presión sanguínea que se ha medido mediante otro dispositivo de medición de la presión o dispositivo de medición de la presión sanguínea en las mismas condiciones exteriores (por ejemplo, en estrecha relación temporal) en las que se han determinado también los valores correspondientes de la información de tiempo de propagación 112 y la información de amplitud 114.

[0098] A continuación, mediante las figuras 8a y 8b, se describen detalles en relación con una forma de proceder durante la calibración. Expresado de otra manera, las figuras 8a y 8b muestran una representación esquemática de la forma de proceder durante la calibración.

[0099] Una representación esquemática 810 muestra cómo puede determinarse o calcularse la primera reproducción basándose en varios pares de valores medidos de la información de presión de referencia 752 (designados aquí también como valores de presión de referencia) y la información de tiempo de propagación 112 (designados aquí también como valores de tiempo de propagación de referencia). En un ejemplo de realización, se proporciona un desarrollo cualitativo de la primera reproducción, por ejemplo, mediante una especificación de función cerrada predeterminada que presenta uno o varios parámetros modificables (por ejemplo, mediante una especificación de función que describe una curva gaussiana, no estando determinados todavía los parámetros a, b). De forma alternativa, un desarrollo cualitativo de la primera reproducción también puede estar descrito mediante una tabla de valores predeterminada que se adapta, mediante un escalamiento correspondiente, a los valores de presión de referencia o valores de tiempo de propagación de referencia medidos.

[0100] La primera representación esquemática 810 ilustra la determinación de la primera reproducción mediante una representación de la reproducción como una curva. En un abscisa 812 se muestra, por ejemplo, una presión P_{tm} , y en una ordenada 814 se muestra, por ejemplo, un valor de tiempo de propagación al cuadrado (PTT^2). Un desarrollo cualitativo de la reproducción 810 puede estar determinado, por ejemplo, por una relación de tipo gaussiano entre el valor de presión P_{tm} y un valor de tiempo de propagación al cuadrado PTT^2 correspondiente, pudiendo valer, al menos de forma aproximada, lo siguiente: $PTT^2 = a \cdot \exp(-b \cdot P_{tm}^2)$. La reproducción 810 muestra pares de valores de medición correspondientes que se representan como puntos 816, 818, 820. Por tanto, los puntos 816, 818, 820 representan pares formados por un valor de presión de referencia medido y un valor de tiempo de propagación de referencia medido correspondiente. Los parámetros de la relación de tipo gaussiano citada, que se representa mediante una línea o curva 822, se ajustan durante la calibración de modo que el desarrollo de tipo gaussiano se desvíe lo menos posible de los pares de valores de medición de referencia. Expresado de otra manera, los parámetros a, b del desarrollo de tipo gaussiano se eligen de modo que la línea 822 discurre lo más cerca posible a los puntos 816, 818, 820. Para ello puede utilizarse, por ejemplo, un procedimiento para minimizar errores cuadráticos, perfectamente conocido. Por lo demás, cabe señalar que ya dos pares de valores de medición

de referencia son suficientes para determinar dos parámetros de la relación de tipo gaussiano. No obstante, si se conocen más pares de valores de medición de referencia, entonces puede mejorarse la precisión dado que se promedian los errores.

5 **[0101]** En resumen, ha de sostenerse que, basándose en una pluralidad de pares de valores de medición de referencia (por ejemplo, valores de presión de referencia y valores de tiempo de propagación de referencia), puede determinarse la primera reproducción.

10 **[0102]** En un segundo paso de la calibración, puede determinarse, por ejemplo, un desarrollo cualitativo de la segunda reproducción tal como se muestra en el número de referencia 830. La segunda reproducción se describe aquí, por ejemplo, por un desarrollo de curva 831 que puede estar representado por una especificación de función cerrada, por una tabla de valores o de otro modo. En la figura 8a, una abscisa 832 describe una presión P_{tm} , mientras que, por el contrario, una ordenada 834 describe, por ejemplo, un volumen o una señal de medición (por ejemplo, de un pletismógrafo). En un ejemplo de realización según la invención, se determina un desarrollo cualitativo de la segunda reproducción basándose en un desarrollo cualitativo de la primera reproducción. Por ejemplo, en algunos ejemplos de realización, puede determinarse el desarrollo cualitativo de la segunda reproducción (por ejemplo, sin utilizar información adicional) a partir del desarrollo cualitativo de la primera reproducción, por ejemplo, integrando la primera reproducción con referencia a la presión P_{tm} . En este sentido, las abscisas 812, 832 están escaladas del mismo modo. Por el contrario, en algunos ejemplos de realización, se determina de forma independiente un escalamiento de la ordenada 834 y no se determina directamente mediante el desarrollo de la primera reproducción.

25 **[0103]** La figura 8b muestra con el número de referencia 850 una posible forma de proceder al determinar un desarrollo cuantitativo (por tanto, por ejemplo, un escalamiento) de la segunda reproducción. En este caso, la segunda reproducción se representa nuevamente mediante un desarrollo de curva 851. Una abscisa 852 describe la presión P_{tm} y una ordenada 854 describe un volumen de un conductor elástico de fluido o un valor de una señal de medición correspondiente (por ejemplo, de la primera señal de medición o de la segunda señal de medición). Según un ejemplo de realización, para un flujo de fluido pulsante se determinan dos valores de presión en diferentes fases del flujo pulsante. Por ejemplo, puede determinarse, con fundamentalmente las mismas condiciones del flujo pulsante, un valor máximo de una presión así como un valor mínimo de la presión. En un ejemplo de realización, el valor máximo de la presión y el valor mínimo de la presión pueden estar referidos a un único periodo del flujo pulsante fundamentalmente periódico, o estar referidos a un número reducido de, por ejemplo, como máximo cinco o diez periodos sucesivos del flujo pulsante. Un valor de presión máximo correspondiente se designa, por ejemplo, con P_{tmref1} y un valor de presión mínimo correspondiente se designa, por ejemplo, con $P_{tmref1'}$. Utilizando el desarrollo cualitativo de la segunda reproducción, que ya ha podido determinarse previamente, se determina entonces, por ejemplo, qué valores (por ejemplo, valores de volumen V) o qué valor de diferencia (por ejemplo, diferencia de volumen ΔV) se asocian a los valores de presión P_{tmref1} , $P_{tmref1'}$ según la segunda reproducción (por ejemplo, todavía sin escalar).

40 **[0104]** La segunda reproducción todavía sin escalar puede escalarse entonces, por ejemplo, de modo que una diferencia entre un valor de señal de medición $MS1$, que se asocia al valor de presión P_{tmref1} mediante la segunda reproducción escalada, y un valor de señal de medición $MS1'$, que se asocia al valor de presión $P_{tmref1'}$ mediante la segunda reproducción escalada, sea igual al valor de amplitud $PA1$. El valor de amplitud $PA1$ es, por ejemplo, un valor de amplitud de una señal de medición medida realmente para un pulso que presenta los valores de presión P_{tmref1} , $P_{tmref1'}$.

50 **[0105]** No obstante, el escalamiento también puede realizarse determinando un factor de escalamiento que describe, por ejemplo, una relación entre una amplitud PA de una señal de medición y una variación de volumen correspondiente. El factor de escalamiento correspondiente o una especificación de escalamiento que describe una asociación entre una amplitud PA y una diferencia de presión puede, por ejemplo, formar parte de la segunda reproducción.

60 **[0106]** Por tanto, en resumen, ha de sostenerse que un desarrollo de la primera reproducción puede determinarse, por ejemplo, utilizando valores de presión de referencia P_{tmref1} , P_{tmref2} , P_{tmref3} , perteneciendo los valores de presión citados a diferentes pulsos del flujo pulsante, midiéndose los diferentes pulsos del flujo pulsante a diferentes condiciones de presión. Un desarrollo cualitativo de la segunda reproducción se determina, basándose en un desarrollo cualitativo o cuantitativo de la primera reproducción, por ejemplo, mediante la integración de la primera reproducción respecto a la presión. Una forma de proceder de este tipo trae consigo que en cada caso puedan valorarse los puntos característicos (por ejemplo, valores máximos, valores mínimos o valores medios) de ondas de pulso para determinar la primera reproducción y el desarrollo cuantitativo de la segunda reproducción. Por el contrario, el escalamiento de la segunda reproducción tiene lugar mediante la valoración de una amplitud de una señal de medición para un pulso o para el intervalo de tiempo que comprende pulsos con condiciones de presión al menos aproximadamente iguales. Mediante una aproximación de una amplitud de pulso para el escalamiento de la segunda reproducción, puede evitarse, por ejemplo, que un valor absoluto de las señales de medición, que puede variar por un desfase de igual proporción con el tiempo, influya conjuntamente en el escalamiento. En algunos

ejemplos de realización, mediante el correspondiente escalamiento de la segunda reproducción pueden incluso despreciarse o eliminarse componentes de señal continuas de las señales de medición sin que se vea perjudicada fundamentalmente por ello la precisión de medición. En este sentido, algunos ejemplos de realización de la invención permiten determinar la presión basándose solo en componentes alternas de las señales de medición.

5

[0107] Por lo demás, la figura 8c muestra una representación esquemática de varios pulsos que, por ejemplo, pueden valorarse durante una calibración. La representación esquemática según la figura 8c se designa en su totalidad con el número de referencia 870. Una abscisa 872 describe un tiempo en unidades aleatorias, y una ordenada 874 describe una presión P_{tm} . Un primer pulso 880 tiene lugar, por ejemplo, a un elevado nivel de presión, un segundo pulso 882 tiene lugar, por ejemplo, a un nivel de presión medio, y un tercer pulso 884 tiene lugar, por ejemplo, a un bajo nivel de presión. En la figura 8c se designan de forma correspondiente valores de presión correspondientes.

10

[0108] En lo sucesivo, se explica brevemente otro ejemplo de realización según la invención haciendo referencia a la figura 9. La figura 9 muestra una vista sinóptica de componentes individuales de un modelo de presión sanguínea y de distintas etapas de tratamiento de señales.

15

[0109] Un sistema según un ejemplo de realización de la invención se basa en su aplicación, por ejemplo, para la medición continua no invasiva de la presión sanguínea sin manguito, en los parámetros de tiempo de propagación de ondas de pulso (PTT) y amplitud de pulso (PA).

20

[0110] En este caso, los dos parámetros se basan a su vez, por ejemplo, en una derivación temporalmente sincrónica de pletismogramas de dos pletismógrafos alejados entre sí que, por ejemplo, están colocados en el antebrazo de un paciente. En este caso, puede determinarse una amplitud de pulso, por ejemplo, para cada latido cardíaco (latido a latido o “beat-by-beat”) a partir de uno de los dos pletismogramas. Puede determinarse o calcularse el tiempo de propagación de ondas de pulso, por ejemplo, como diferencia temporal entre valores máximos (u otros puntos destacados o prominentes) de las dos ondas de pulso de pletismógrafo desfasadas temporalmente. Detalles a este respecto pueden desprenderse, por ejemplo, de las figuras 3 y 4.

25

[0111] En este procedimiento, los parámetros de tiempo de propagación de ondas de pulso (PTT) y amplitud de pulso (PA) se reproducen, por ejemplo, mediante un modelo de vaso, en una presión sanguínea sistólica y / o en una presión sanguínea diastólica, pudiendo considerarse conjuntamente determinadas regularidades fisiológicas. Así, se proporciona aquí, por ejemplo, una relación entre un volumen V y una presión transmural P_{tm} correspondiente de una sección de vaso considerada mediante su diagrama de presión - volumen individual, el cual puede representarse muy bien, por ejemplo, como función sigmoideal del volumen respecto a la presión.

30

[0112] En caso de un incremento del diagrama de presión - volumen (o una curva que describe una relación entre la presión y el volumen), se trata, por ejemplo, de una denominada “compliance” (flexibilidad elástica), por tanto, de una medida para una elasticidad del vaso (o del vaso sanguíneo o del conductor de fluido), a partir de lo cual se obtiene un diagrama de presión - compliance (o diagrama de presión - elasticidad) como primera derivación del diagrama de presión - volumen. Por lo demás, la denominada “ecuación de Bramwell - Hill” —una modificación de una ecuación de Moens - Korteweg procedente de la mecánica de fluidos—todavía desempeña un papel importante dado que describe una relación entre una velocidad de las ondas de pulso y un módulo de elasticidad de un tubo (o conductor de fluido) y, con ello, una relación entre el tiempo de propagación de ondas de pulso y la compliance C (o flexibilidad C) de una sección de vaso. Por ejemplo, se cumple, al menos aproximadamente, la siguiente relación entre el valor de tiempo de propagación al cuadrado PTT^2 y la elasticidad o compliance C :

40

45

$$PTT^2 = \text{const.} \cdot C,$$

50 donde “const” designa, por ejemplo, una constante.

[0113] Antes de un cálculo de un equivalente de presión sanguínea mediante el tiempo de propagación de ondas de pulso PTT y la amplitud de pulso PA, se adapta, por ejemplo, un modelo de vaso de forma individual al paciente y se calibra midiendo diferentes valores de presión sanguínea sistólica y diastólica (por ejemplo, de modo auscultorio u oscilométrico) junto con sus correspondientes tiempos de propagación de ondas de pulso y amplitudes de pulso. A partir de los valores de presión sanguínea sistólica y los correspondientes valores de compliance o valores de elasticidad o valores PTT^2 (designados, en la representación esquemática de la figura 9, con 910, 912 o con [1]), puede aproximarse ahora, por ejemplo, mediante un método del error cuadrático mínimo (también conocido como método “least mean squares”), una curva sustitutiva de compliance - presión o curva sustitutiva de elasticidad - presión con forma al menos aproximadamente gaussiana (designada con [2] o 920 en la figura 9) en la que se basa la sección de vaso (considerada).

55

60

[0114] La curva sustitutiva de compliance - presión o curva sustitutiva de elasticidad - presión se muestra en la figura 9 en un sistema de coordenadas con una abscisa 922, que describe la presión P_{tm} , y una ordenada 924, que describe la elasticidad o compliance “C” o el tiempo de propagación de las ondas de pulso al cuadrado PTT^2 . La

curva sustitutiva de compliancia - presión se describe, por ejemplo, mediante uno o varios parámetros que se determinan, por ejemplo, durante la calibración, de modo que la curva sustitutiva de compliancia - presión aproxima de forma suficientemente bien una pluralidad de pares de valores de presión sanguínea sistólica y valores de compliancia correspondientes que se muestran mediante los puntos 928a, 928b, 928c.

[0115] Mediante una integración (por ejemplo, mediante una integración respecto a la presión P_{tm}) de la curva sustitutiva de compliancia - presión de forma gaussiana (representada simbólicamente, por ejemplo, en el número de referencia 930), existe, por ejemplo, en el siguiente paso, una curva sustitutiva de volumen - presión sigmoidal 940 (también designada con [3]).

[0116] Una curva sigmoidal o función sigmoidal, también denominada “función de cuello de cisne” o “función en forma de S”, es, por ejemplo, una función matemática con un desarrollo de la función en forma de S. En general, la función sigmoidal es, por ejemplo, una función real limitada y diferenciable con una primera desviación positiva o negativa y exactamente un punto de inflexión. Por ejemplo, la integral de una función positiva plana con una “elevación” (por ejemplo, la curva de campana gaussiana) es nuevamente una función sigmoidal.

[0117] En relación con la curva sustitutiva de volumen - presión, ha de sostenerse que esta se representa en la figura 9 mediante una curva 946 en un sistema de coordenadas con una abscisa 942, que describe la presión P_{tm} , y una ordenada 944, que describe, por ejemplo, un volumen local de un vaso sanguíneo o un conductor elástico de fluido. Un límite inferior de la curva sustitutiva de volumen - presión se sitúa, por ejemplo, en $V = 0$, y un valor máximo de la curva sustitutiva de volumen - presión se sitúa, por ejemplo, a $V = V_{m\acute{a}x}$.

[0118] La curva sustitutiva de volumen - presión permite, por ejemplo, asociar a una variación de presión ΔP una variación de volumen ΔV , y / o a la inversa. Por lo demás, en este caso, la relación entre la variación de volumen ΔV y la variación de presión ΔP no depende de la presión debido a la no linealidad de la curva sustitutiva de volumen - presión.

[0119] Con ayuda de un par de valores de presión sanguínea sistólica y diastólica y su diferencia, la denominada ‘presión de pulso ΔP ’, puede determinarse finalmente además una relación (designada, por ejemplo, con [4] o 960) entre la correspondiente amplitud de pulsos medida y la correspondiente diferencia de volumen ΔV en el diagrama sustitutivo de presión - volumen para, por ejemplo, poder reproducir posteriormente (por ejemplo, durante una medición de la presión o una medición de la presión sanguínea), la amplitud de pulsos (por ejemplo, una amplitud PA de la señal de medición) en una diferencia de volumen ΔV .

[0120] El cálculo de, por ejemplo, un equivalente de la presión sanguínea sistólica y diastólica con ayuda del modelo calibrado de forma individual puede ahora realizarse mediante la amplitud de pulsos o el tiempo de propagación de ondas de pulso medidas pulso a pulso (“beat by beat”). En este caso, el valor PTT^2 (por tanto, por ejemplo, el tiempo de propagación de ondas de pulso al cuadrado) se reproduce, por ejemplo, mediante el diagrama sustitutivo de compliancia - presión (“diagrama sustitutivo de elasticidad - presión”), en el valor de presión sanguínea sistólica tal como, por ejemplo, se indica mediante [5] o el número de referencia 970. Este (a saber, por ejemplo, el valor de presión sanguínea sistólica) permite a su vez, junto con la amplitud de pulsos (o la diferencia de volumen sistólica - diastólica ΔV), mediante el diagrama sustitutivo de volumen - presión, un cálculo de la diferencia de presión sistólica - diastólica ΔP y, con ello, también un cálculo del valor de la presión sanguínea diastólica tal como se indica, por ejemplo, mediante [6] o el número de referencia 980. Expresado de otra manera, una diferencia entre el valor de la presión sanguínea sistólica y el valor de la presión sanguínea diastólica puede designarse, por ejemplo, como amplitud de presión.

[0121] La figura 10 muestra un diagrama de flujos de un procedimiento para determinar dos valores de presión, según un ejemplo de realización de la invención. El procedimiento según la figura 10 se designa en su totalidad con el número de referencia 1000. El procedimiento 1000 comprende una obtención 1010 de una información de tiempo de propagación que describe un tiempo de propagación de una onda de pulso entre una primera localización y una segunda localización. El procedimiento comprende además una obtención 1020 de una información de amplitud que describe una variación de una señal de medición que se basa en la onda de pulso entre dos fases de la onda de pulso. Una primera fase de la onda de pulso puede ser, por ejemplo, un valor máximo (por ejemplo, en relación con una presión local o en relación con una dilatación local de un conductor de fluido o un vaso sanguíneo), y una segunda fase de la onda de pulso puede ser, por ejemplo, una fase en reposo, o a la inversa. El procedimiento 1000 comprende una determinación 1030 de un primer valor de presión, que describe una presión del fluido en una primera fase del flujo pulsante, basándose en la información de tiempo de propagación y utilizando una primera reproducción que reproduce un tiempo de propagación de la onda de pulso en el primer valor de presión. El procedimiento 1000 comprende una determinación 1040 de un segundo valor de presión, que describe una presión del fluido en una segunda fase del flujo pulsante, basándose en el primer valor de presión y la información de amplitud y utilizando una segunda reproducción que describe una relación, dependiente del primer valor de presión de forma no lineal, entre el primer valor de presión, el segundo valor de presión y la información de amplitud.

[0122] La figura 11 muestra un diagrama de flujos de un procedimiento para calibrar un manómetro, según el

ejemplo de realización de la invención. El procedimiento según la figura 11 se designa en su totalidad con el número de referencia 1100.

[0123] El procedimiento 1100 comprende una determinación 1110 de una pluralidad de informaciones de tiempo de propagación de referencia que describen tiempos de propagación de ondas de pulso entre una primera localización y una segunda localización para una pluralidad de valores de presión, así como una pluralidad de valores de presión de referencia correspondientes. El procedimiento 1100 comprende una determinación 1120 de una primera reproducción, que describe una relación entre tiempos de propagación de las ondas de pulso y valores de presión correspondientes, utilizando las informaciones de tiempo de propagación de referencia y los valores de presión de referencia. El procedimiento 1100 comprende además una determinación 1130 de una segunda reproducción que permite una reproducción de una información de amplitud de una señal de medición, que describe al menos una onda de pulso, en un valor de presión basándose en la primera reproducción. La determinación de la segunda reproducción se realiza de modo que un desarrollo cualitativo de la segunda reproducción describe una relación dependiente de la presión entre valores de volumen locales o variaciones locales del volumen de un conductor de fluido en el que se propaga la onda de pulso y valores de presión o diferencias de presión correspondientes. Por lo demás, la determinación de la segunda reproducción se realiza de modo que se determina una magnitud de escalamiento de la segunda reproducción basándose en al menos dos valores de presión de referencia y al menos dos valores de señal correspondientes de una señal de medición.

[0124] Por tanto, en resumen, ha de sostenerse que algunos ejemplos de realización según la invención presentan las siguientes características distintivas:

- estimación no invasiva continua (latido a latido o “beat by beat”) de una presión sanguínea arterial sin manguito tras una única calibración auscultoria u oscilométrica del sistema a una fisiología de vaso individual; y

- consideración de una sección de vaso homogénea y elástica sobre la base de los dos pletismógrafos dispuestos en el antebrazo (como se muestra, por ejemplo, en la figura 3) y, con ello, exclusión de un tiempo de latencia electromecánica del corazón y de las influencias activas de la musculatura del vaso (por ejemplo, de las arteriolas) en una perfusión sanguínea periférica.

[0125] En resumen, ha de sostenerse que algunos de los ejemplos de realización aquí descritos o algunos de los ejemplos de realización del sistema aquí descrito sirven para una estimación no invasiva, continua y sin carga (sin manguito) de la presión sanguínea sobre la base del tiempo de propagación de ondas de pulso y la amplitud de ondas de pulso. Estos parámetros (a saber, por ejemplo, el tiempo de propagación de ondas de pulso y la amplitud de ondas de pulso) se miden, por ejemplo, mediante dos pletismógrafos dispuestos en el antebrazo en una sección de vaso (“arteria ulnaris” o arteria ulnar o “arteria radialis” o arteria radial) elástica y homogénea en relación con la anatomía del vaso. De este modo, se evitan el tiempo de latencia electromecánica del corazón así como los procesos de regulación periférica como fuente de errores. Una única calibración del modelo que sirve de base y un posible cálculo subsiguiente del equivalente de la presión sanguínea tienen lugar considerando regularidades fisiológicas tales como las relaciones volumen - presión, la compliancia (elasticidad o dilatibilidad) y la velocidad de las ondas de pulso de la sección de vaso considerada.

[0126] Además, en resumen, puede sostenerse que el procedimiento o el concepto aquí descrito pueden aplicarse, por ejemplo, en el área de la medición continua y no invasiva de la presión sanguínea, aprovechándose principios básicos de la fisiología del vaso para generar relaciones entre la presión sanguínea diastólica / sistólica y las magnitudes, basadas en pletismografía, de tiempo de propagación de ondas de pulso y amplitud de las ondas de pulso y, con ello, estimar la presión sanguínea arterial.

[0127] La pletismografía es, en general, un procedimiento de medición no invasivo para registrar variaciones de volumen. En esta área de aplicación, se emplea este procedimiento para medir variaciones de volumen especiales condicionadas por las ondas de pulso de secciones de vaso arteriales. De forma aproximativa, puede diferenciarse aquí, por ejemplo, una pletismografía de volumen, una fotopletismografía, una pletismografía de impedancia y una pletismografía capacitiva.

[0128] En lo sucesivo, se expone brevemente en qué medida algunos ejemplos de realización representan una mejora respecto a los procedimientos o sistemas convencionales. Los procedimientos convencionales o empleados hasta el momento para la estimación no invasiva del parámetro “presión sanguínea” se basan en su mayor parte en una correlación negativa entre el tiempo de propagación de ondas de pulso (PTT) y la presión sanguínea arterial (BP) y también en la amplitud de ondas de pulso. Para registrar estos parámetros de ondas de pulso se elige habitualmente un complejo QRS en un electrocardiograma (ECG) como punto de inicio y un valor máximo en un fotopletismograma periférico (por ejemplo, en el dedo o en la oreja) como punto de llegada de la onda de pulso.

[0129] En este sentido, un tiempo de latencia electromecánica del corazón que se sitúa entre la máxima excitación del miocardio (complejo QRS) y la verdadera eyección de sangre de la cámara izquierda del corazón repercute de forma falseadora en el tiempo de propagación de ondas de pulso (PTT) que ha de calcularse dado que no puede

suponerse constante en todos los pacientes. Además, se calcula la media mediante las características activas y pasivas que cambian constantemente (de la parte central a la periferia) del sistema de vasos arteriales, por ejemplo, para la regulación de la perfusión en la periferia, con lo que solo pueden extraerse vagas conclusiones sobre las relaciones centrales en relación con el tiempo de propagación de ondas de pulso y la amplitud de pulsos.

5

[0130] Para el cálculo de un equivalente de presión sanguínea mediante el tiempo de propagación de ondas de pulso (y la amplitud de ondas de pulso) existen ya numerosos modelos lineales y no lineales que en la mayoría de los casos están fundamentados de forma puramente empírica y no tienen ningún trasfondo fisiológico. En algunos ejemplos de realización según la invención, mediante el modelo con base fisiológica descrito anteriormente que se refleja, por ejemplo, en la primera reproducción y la segunda reproducción, se posibilita una determinación especialmente precisa y / o fiable de valores de presión o valores de presión sanguínea.

[0131] En resumen, ha de sostenerse que aquí se han descrito diferentes ejemplos de realización de un manómetro o un manómetro de presión sanguínea. De forma totalmente general, ha de sostenerse que ejemplos de realización que se han descrito mediante la medición de la presión sanguínea también pueden emplearse para una medición general de la presión. En este sentido, un manómetro de la presión sanguínea también puede considerarse de forma totalmente general como un manómetro. Por lo demás, valores referidos a una presión sanguínea pueden considerarse, también de forma totalmente general, como valores referidos a una presión.

[0132] Los procedimientos aquí descritos pueden realizarse de diferentes modos. En algunos ejemplos de realización, puede utilizarse un programa informático.

[0133] Expresado de otra manera, los dispositivos según la invención y los procedimientos según la invención pueden implementarse en hardware o en software. La implementación puede realizarse en un medio de almacenamiento digital, por ejemplo, un disquete, un CD, un DVD, una memoria ROM, una memoria PROM, una memoria EPROM, una memoria EEPROM o una memoria FLASH con señales de control legibles electrónicamente que pueden interactuar con un sistema informático programable de modo que se ejecute el procedimiento correspondiente. Por tanto, en general, la invención también consiste en un producto de programa informático con código de programa almacenado en un soporte legible por máquina para la implementación del procedimiento según la invención si el producto de programa informático se ejecuta en un ordenador. Expresado de otra manera, la invención puede realizarse como un programa informático con un código de programa para la implementación del procedimiento según la invención cuando el programa informático se ejecuta en un ordenador.

[0134] Un ejemplo de realización de la invención crea un manómetro 100; 700 para determinar al menos un valor de presión 122, que describe una presión de un fluido que fluye de forma pulsante en una fase del flujo pulsante, con las siguientes características: un caracterizador de ondas de pulso 110 que está diseñado para obtener una información de tiempo de propagación 112 que describe un tiempo de propagación de una onda de pulso entre una primera localización y una segunda localización, y una información de amplitud 114 que describe una variación de una señal de medición que se basa en la onda de pulso entre dos fases de la onda de pulso; y un determinador de valores de presión 120 que está diseñado para obtener un primer valor de presión 132, que describe una presión del fluido en una primera fase del flujo pulsante, basándose en la información de tiempo de propagación 112 y utilizando una primera reproducción 134 que representa el tiempo de propagación de la onda de pulso en el primer valor de presión, y para obtener un segundo valor de presión 136, que describe una presión del fluido en una segunda fase del flujo pulsante, basándose en el primer valor de presión 132 y la información de amplitud 114 utilizando una segunda reproducción 138, describiendo la segunda reproducción una relación, dependiente del primer valor de presión 132, entre el primer valor de presión 132, el segundo valor de presión 136 y la información de amplitud 114.

[0135] En un ejemplo de realización preferido del manómetro, el caracterizador de ondas de pulso 110 está diseñado para recibir una primera señal de pletismógrafo 710 y una segunda señal de pletismógrafo 714 y para generar la información de tiempo de propagación 112 basándose en la primera señal de pletismógrafo y la segunda señal de pletismógrafo.

[0136] En un ejemplo de realización preferido del manómetro 100; 700, el caracterizador de ondas de pulso 110 está diseñado para generar la información de amplitud 114 basándose en una señal de pletismógrafo de modo que la información de amplitud describa, al menos de forma aproximada, una amplitud de la señal de pletismógrafo.

[0137] En un ejemplo de realización preferido del manómetro 100; 700, el manómetro presenta al menos un pletismógrafo 712, 716 que está diseñado para proporcionar una señal de pletismógrafo 710, 714 que describe un desarrollo temporal de una perfusión sanguínea de un vaso sanguíneo o un desarrollo temporal de una variación de volumen de un conductor de fluido.

[0138] En un ejemplo de realización preferido del manómetro 100; 700, el manómetro presenta al menos dos pletismógrafos 712, 716, estando diseñado un primer pletismógrafo 712 para proporcionar una primera señal de pletismógrafo 710 que describe un desarrollo temporal de una perfusión sanguínea de un vaso sanguíneo en una primera localización, y estando diseñado un segundo pletismógrafo 716 para proporcionar una segunda señal de

pletismógrafo 714 que describe un desarrollo temporal de una perfusión sanguínea de un vaso sanguíneo en una segunda localización.

5 **[0139]** En un ejemplo de realización preferido del manómetro 100; 700, el primer pletismógrafo y el segundo pletismógrafo están diseñados para colocarse en una sección de vaso común homogénea en relación con una anatomía del vaso y proporcionar señales de medición que describen una propagación de una onda de pulso en una sección del vaso.

10 **[0140]** En un ejemplo de realización preferido del manómetro 100; 700, el primer pletismógrafo 712 y el segundo pletismógrafo 716 están diseñados para colocarse conjuntamente, a una separación predeterminada, en una parte superior del brazo, en un antebrazo, en un muslo o en una antepierna.

15 **[0141]** En un ejemplo de realización preferido del manómetro 100; 700, el manómetro está diseñado para obtener una especificación de reproducción 530; 850; 940, que describe la segunda reproducción 138, mediante la integración de una especificación de reproducción 520; 810; 920, que describe la primera reproducción 134.

20 **[0142]** En un ejemplo de realización preferido del manómetro 100; 700, el manómetro está diseñado para calibrar la primera reproducción 134 y la segunda reproducción 138 basándose en una pluralidad de informaciones de tiempo de propagación de referencia, informaciones de amplitud de referencia y valores de presión de referencia asociados entre sí.

25 **[0143]** Un ejemplo de realización de la invención crea un procedimiento 1000 para determinar valores de presión que describen una presión de un fluido que fluye de forma pulsante en al menos dos fases del flujo pulsante, utilizando un manómetro 100 con los siguientes pasos: obtener 1010 una información de tiempo de propagación que describe un tiempo de propagación de una onda de pulso entre una primera localización y una segunda localización; obtener 1020 una información de amplitud que describe una variación de una señal de medición que se basa en la onda de pulso entre dos fases de la onda de pulso; determinar 1030 un primer valor de presión, que describe una presión del fluido en una primera fase del flujo pulsante, basándose en la información de tiempo de propagación y utilizando una primera reproducción que reproduce un tiempo de propagación de la onda de pulso en el primer valor de presión; y determinar 1040 un segundo valor de presión, que describe una presión del fluido en una segunda fase del flujo pulsante, basándose en el primer valor de presión y la información de amplitud utilizando una segunda reproducción que describe una relación, dependiente del primer valor de presión, entre el primer valor de presión, el segundo valor de presión y la información de amplitud.

35 **[0144]** En un ejemplo de realización preferido del procedimiento, la segunda reproducción describe una relación, dependiente del primer valor de presión de forma no lineal, entre el primer valor de presión, el segundo valor de presión y la información de amplitud.

40 **[0145]** Un ejemplo de realización de la invención crea un procedimiento 1100 para calibrar un manómetro que está diseñado para determinar al menos un valor de presión 122, que describe una presión de un fluido que fluye de forma pulsante en una fase del flujo pulsante, utilizando una primera reproducción y una segunda reproducción, con los siguientes pasos: determinar 1110 una pluralidad de informaciones de tiempo de propagación de referencia que describen tiempos de propagación de ondas de pulso entre una primera localización y una segunda localización para una pluralidad de valores de presión, así como una pluralidad de valores de presión de referencia correspondientes; determinar 1120 la primera reproducción, que describe una relación entre tiempos de propagación de las ondas de pulso y valores de presión correspondientes, utilizando las informaciones de tiempo de propagación de referencia y los valores de presión de referencia; y determinar 1130 la segunda reproducción, que describe una relación, dependiente del primer valor de presión, entre el primer valor de presión, un segundo valor de presión y una información de amplitud, determinándose un desarrollo cualitativo de la segunda reproducción basándose en la primera reproducción.

[0146] En un ejemplo de realización preferido del procedimiento 1100, se determina el desarrollo cualitativo de la segunda reproducción mediante la integración de un desarrollo de la primera reproducción.

55 **[0147]** En un ejemplo de realización preferido del procedimiento 1100, un parámetro de reproducción que describe la segunda reproducción es igual a un parámetro de reproducción (b) que describe la primera reproducción, o un parámetro de reproducción que describe la segunda reproducción se deriva de un parámetro de reproducción (b) que describe la primera reproducción.

60 **[0148]** En un ejemplo de realización preferido del procedimiento, el parámetro de reproducción describe un escalamiento de la presión.

65 **[0149]** En un ejemplo de realización preferido del procedimiento, la segunda reproducción se determina de modo que un desarrollo cualitativo de la segunda reproducción describe una relación dependiente de la presión entre valores de volumen locales o variaciones locales del volumen de un conductor de fluido en el que se propaga la

onda de pulso y valores de presión o diferencias de presión correspondientes.

[0150] En un ejemplo de realización preferido del procedimiento, la segunda reproducción se determina de modo que la segunda reproducción describe una relación entre dos valores de presión pertenecientes a una onda de pulso
5 y una amplitud de una señal de medición generada por la onda de pulso.

[0151] En un ejemplo de realización preferido del procedimiento, se determina una magnitud de escalamiento de la segunda reproducción basándose en al menos dos valores de presión de referencia y al menos dos valores de señal correspondientes de una señal de medición.
10

[0152] Un ejemplo de realización de la invención crea un programa informático para la implementación de un procedimiento según la invención cuando el procedimiento se ejecuta en un ordenador.

REIVINDICACIONES

1. Manómetro (100; 700) para determinar al menos un valor de presión (122) que describe una presión de un fluido que fluye de forma pulsante en una fase del flujo pulsante, el cual comprende las siguientes características:
 - un caracterizador de ondas de pulso (110) que está diseñado para obtener una información de tiempo de propagación (112) que describe un tiempo de propagación de una onda de pulso entre una primera localización y una segunda localización, y una información de amplitud (114) que describe una variación de una señal de medición, que se basa en la onda de pulso, entre dos fases de la onda de pulso; y
 - un determinador de valores de presión (120) que está diseñado para obtener un primer valor de presión (132) que describe una presión del fluido en una primera fase del flujo pulsante basándose en la información de tiempo de propagación (112) y utilizando una primera reproducción (134) que reproduce el tiempo de propagación de la onda de pulso en el primer valor de presión, y, para obtener un segundo valor de presión (136) que describe una presión del fluido en una segunda fase del flujo pulsante basándose en el primer valor de presión (132) y la información de amplitud (114) utilizando una segunda reproducción (138), describiendo la segunda reproducción una relación, dependiente del primer valor de presión (132), entre el primer valor de presión (132), el segundo valor de presión (136) y la información de amplitud (114).
2. Manómetro (100; 700) según la reivindicación 1, en el que el manómetro es un manómetro para la presión sanguínea para determinar un valor de presión sanguínea sistólica o un valor de presión sanguínea diastólica; estando diseñado el caracterizador de ondas de pulso para obtener la información de amplitud de modo que la información de amplitud describa la amplitud de una señal de medición que se basa en la onda de pulso; siendo el determinador de valores de presión un determinador de valores de presión sanguínea que está diseñado para obtener, como primer valor de presión, un primer valor de presión sanguínea basándose en la información de tiempo de propagación y utilizando la primera reproducción, que reproduce el tiempo de propagación de la onda de pulso en el primer valor de presión sanguínea, y que está diseñado para obtener, como segundo valor de presión, un segundo valor de presión sanguínea basándose en el primer valor de presión sanguínea y la información de amplitud utilizando la segunda reproducción; describiendo la segunda reproducción una relación, dependiente del primer valor de presión sanguínea, entre la información de amplitud y una amplitud de presión de una onda de pulso descrita por la señal de medición; y representando el segundo valor de presión sanguínea el valor de presión sanguínea sistólica o el valor de presión sanguínea diastólica.
3. Manómetro (100; 700) según la reivindicación 1 o 2, en el que el determinador de valores de presión (120) está diseñado para valorar, durante la determinación del primer valor de presión (132), una primera especificación de reproducción (520; 810) que describe, al menos de forma aproximada, una relación entre una presión sanguínea (P_{tm}) y una elasticidad (C) de un vaso sanguíneo.
4. Manómetro (100; 700) según la reivindicación 3, en el que el determinador de valores de presión (120) está diseñado para valorar, como primera especificación de reproducción (134; 520; 810) que describe, al menos de forma aproximada, una relación entre una presión sanguínea (P_{tm}) y una elasticidad (C) de un vaso sanguíneo, una especificación de reproducción de tipo de curva gaussiana.
5. Manómetro (100; 700) según la reivindicación 3 o 4, en el que el determinador de valores de presión (120) está diseñado para elevar al cuadrado, durante la determinación del primer valor de presión (132), un valor de tiempo de propagación (PTT) que se describe mediante la información de tiempo de propagación (122), y para obtener el primer valor de presión sanguínea (132) basándose en el valor de tiempo de propagación al cuadrado utilizando la primera especificación de reproducción (134; 520; 810) que describe la relación entre un valor de presión sanguínea (P_{tm}) y una elasticidad (C) de un vaso sanguíneo.
6. Manómetro (100; 700) según una de las reivindicaciones 1 a 5, en el que el determinador de valores de presión (120) está diseñado para valorar, durante la determinación del segundo valor de presión (136), una segunda especificación de reproducción (138; 530; 850; 940) que describe una relación entre un valor de presión o una diferencia de presión y un valor de volumen o un cambio en el volumen de un vaso sanguíneo o conductor elástico de fluido.
7. Manómetro (100; 700) según la reivindicación 6, en el que el determinador de valores de presión (120) está diseñado para valorar una especificación de reproducción sigmoideal como segunda especificación de reproducción (138; 530; 850; 940) que describe una relación entre un valor de presión o una diferencia de presión y un valor de volumen o una variación en el volumen de un conductor elástico de fluido o un vaso sanguíneo.
8. Manómetro (100; 700) según una de las reivindicaciones 6 a 7, en el que el determinador de valores de presión (120) está diseñado para utilizar la información de amplitud (114) como medida de una variación en el volumen de un conductor elástico de fluido o un vaso sanguíneo, y determinar el segundo valor de presión o valor de

presión sanguínea, partiendo del primer valor de presión o valor de presión sanguínea (132) y teniendo en cuenta la variación de volumen descrita por la información de amplitud y utilizando una especificación de reproducción que describe una relación no lineal entre presión o presión sanguínea y un volumen de un conductor elástico de fluido o vaso sanguíneo.

5

9. Manómetro (100; 700) según una de las reivindicaciones 1 a 8, en el que el caracterizador de ondas de pulso (110) está diseñado para obtener la información de tiempo de propagación (112) de modo que la información de tiempo de propagación describa una duración entre un punto de máxima elevación de una primera señal de pletismógrafo (710) y un punto de máxima elevación de una segunda señal de pletismógrafo (714), y
10 determinar la información de amplitud (114) de modo que la información de amplitud describa una amplitud (PA) de una de las señales de pletismógrafo (710; 714); estando diseñado el determinador de valores de presión (120) para obtener, como primer valor de presión (132), un valor de presión sanguínea sistólica basándose en la información de tiempo de propagación (112) y utilizando la primera reproducción (134); y estando diseñado el determinador de valores de presión (120) para obtener, como segundo valor de presión (136), un valor de presión sanguínea
15 diastólica.

10. Manómetro (100; 700) según una de las reivindicaciones 1 a 9, en el que el manómetro presenta un calibrador (750); estando diseñado el calibrador para recibir una pluralidad de informaciones de tiempo de propagación de referencia que describen tiempos de propagación de ondas de pulso entre una primera localización
20 y una segunda localización para una pluralidad de valores de presión, y una pluralidad de valores de presión de referencia asociados con las informaciones de tiempo de propagación de referencia, especificar la primera reproducción (134) utilizando las informaciones de tiempo de propagación de referencia y los valores de presión de referencia, especificar un desarrollo cualitativo de la segunda reproducción (138) basándose en la primera reproducción (134).

25

11. Manómetro (100; 700) según la reivindicación 10, en el que el calibrador está diseñado para determinar el desarrollo cualitativo de la segunda reproducción mediante la integración de la primera reproducción en relación con el valor de presión.

30 12. Manómetro (100; 700) según la reivindicación 10 u 11, en el que el calibrador está diseñado para especificar un escalamiento de la segunda reproducción (138) basándose en información sobre una diferencia entre dos valores de presión que describen diferentes fases del flujo pulsante, y basándose en información de amplitud correspondiente que describe una variación de la señal de medición entre dos fases diferentes del flujo pulsante.

35 13. Manómetro (100; 700) según una de las reivindicaciones 1 a 12, estando diseñado el manómetro para determinar o aproximar, durante una calibración, basándose en valores de presión de referencia que describen una presión sanguínea sistólica y basándose en valores de tiempo de propagación de referencia correspondientes, una curva de elasticidad - presión de tipo gaussiano que describe una sección de vaso; obtener una curva sigmoideal de volumen - presión integrando la curva de elasticidad - presión; y determinar una relación entre una información de
40 amplitud correspondiente a los valores de presión sanguínea de referencia y una diferencia de volumen tal como se describe por la curva de volumen - presión y que se corresponde con la información de amplitud como una magnitud de escalamiento utilizando una diferencia entre un valor de presión sanguínea sistólica de referencia y un valor de presión sanguínea diastólica de referencia.

45 14. Manómetro (100; 700) según la reivindicación 13, estando diseñado el manómetro para, durante la medición de la presión sanguínea, elevar al cuadrado una información de tiempo de propagación (PTT) que se basa en una medición, reproducir el resultado de la elevación al cuadrado en un valor de presión sanguínea sistólica utilizando la curva de elasticidad - presión, y obtener un valor de presión sanguínea diastólica utilizando el valor de presión sanguínea sistólica, la información de amplitud y la curva de volumen - presión.

50

15. Procedimiento (1000) para determinar valores de presión que describen una presión de un fluido que fluye de forma pulsante, en al menos dos fases del flujo pulsante, utilizando un manómetro (100) que comprende los siguientes pasos:

55 obtener (1010) una información de tiempo de propagación que describe un tiempo de propagación de una onda de pulso entre una primera localización y una segunda localización;

obtener (1020) una información de amplitud que describe una variación de una señal de medición, que se basa en la onda de pulso, entre dos fases de la onda de pulso;

60

determinar (1030) un primer valor de presión, que describe una presión del fluido en una primera fase del fluido pulsante, basándose en la información de tiempo de propagación y utilizando una primera reproducción que reproduce un tiempo de propagación de la onda de pulsos para el primer valor de presión; y

65 determinar (1040) un segundo valor de presión que describe una presión del fluido en una segunda fase del flujo

pulsante, basándose en el primer valor de presión y la información de amplitud, utilizando una segunda reproducción que describe una relación, dependiente del primer valor de presión, entre el primer valor de presión, el segundo valor de presión y la información de amplitud.

- 5 16. Procedimiento (1100) para calibrar un manómetro que está diseñado para determinar, utilizando una primera reproducción y una segunda reproducción, al menos un valor de presión (122) que describe una presión de un fluido que fluye de forma pulsante en una fase del flujo pulsante, el cual comprende los siguientes pasos:
- determinar (1110) una pluralidad de informaciones de tiempo de propagación de referencia que describen tiempos
10 de propagación de ondas de pulso entre una primera localización y una segunda localización para una pluralidad de valores de presión, y una pluralidad de valores de presión de referencia correspondientes;
- determinar (1120) la primera reproducción, que describe una relación entre tiempos de propagación de las ondas de pulso y valores de presión correspondientes, utilizando las informaciones de tiempo de propagación de referencia y
15 los valores de presión de referencia; y
- determinar (1130) la segunda reproducción, que describe una relación, dependiente de un primer valor de presión, entre el primer valor de presión, un segundo valor de presión y una información de amplitud,
- 20 especificándose un desarrollo cualitativo de la segunda reproducción basándose en la primera reproducción
17. Programa informático para implementar un procedimiento según la reivindicación 15 o 16 cuando el procedimiento se ejecuta en un ordenador.

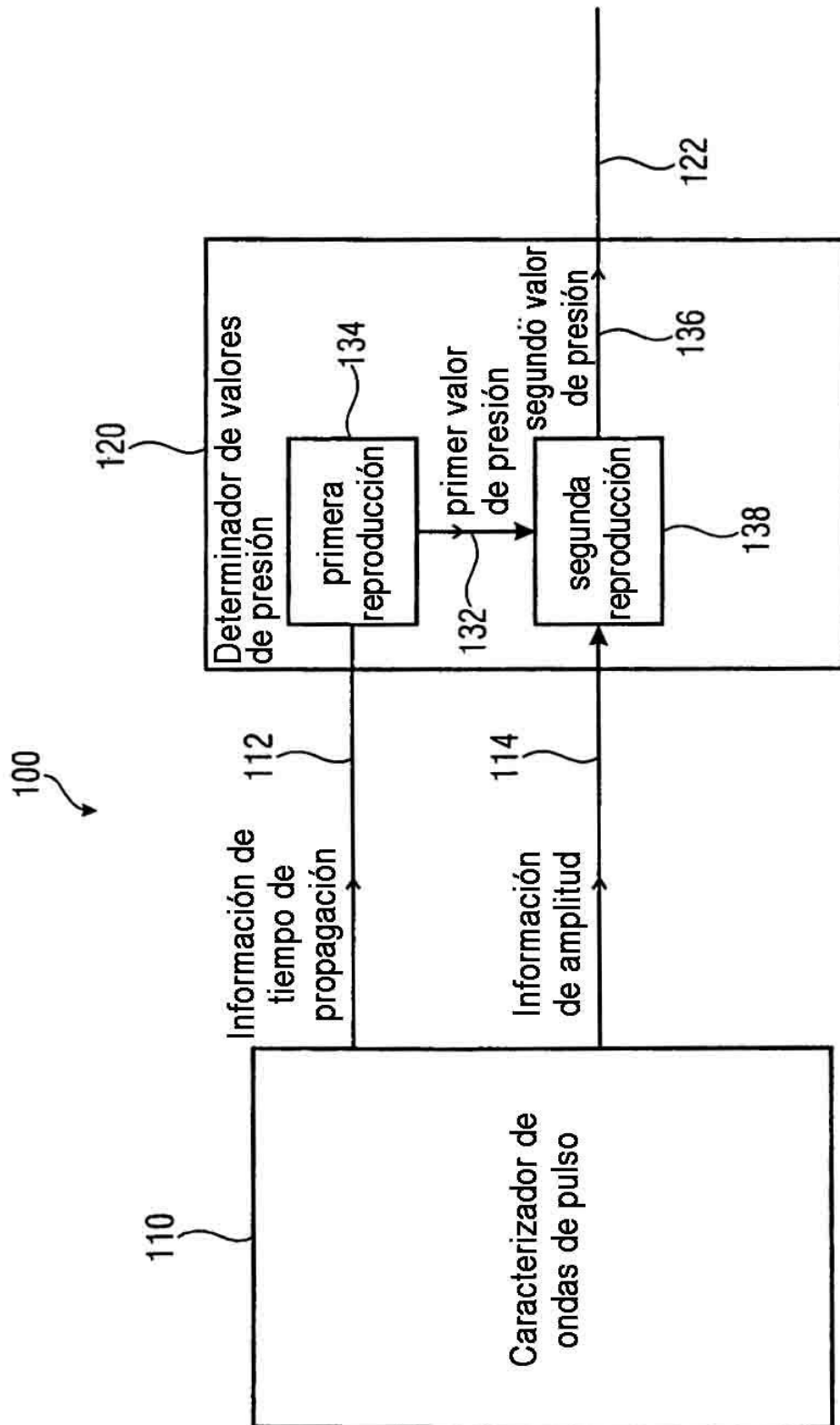
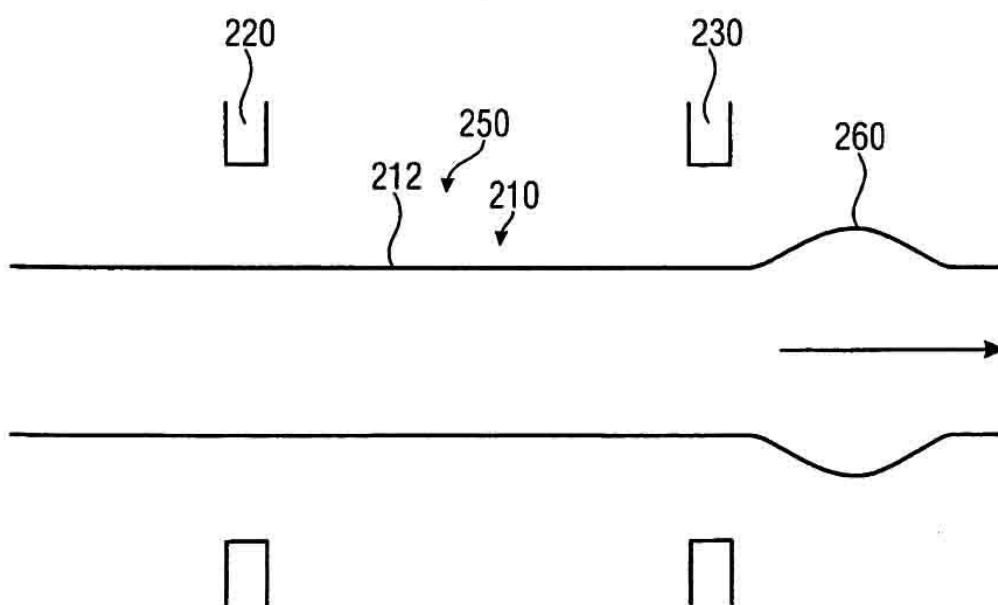
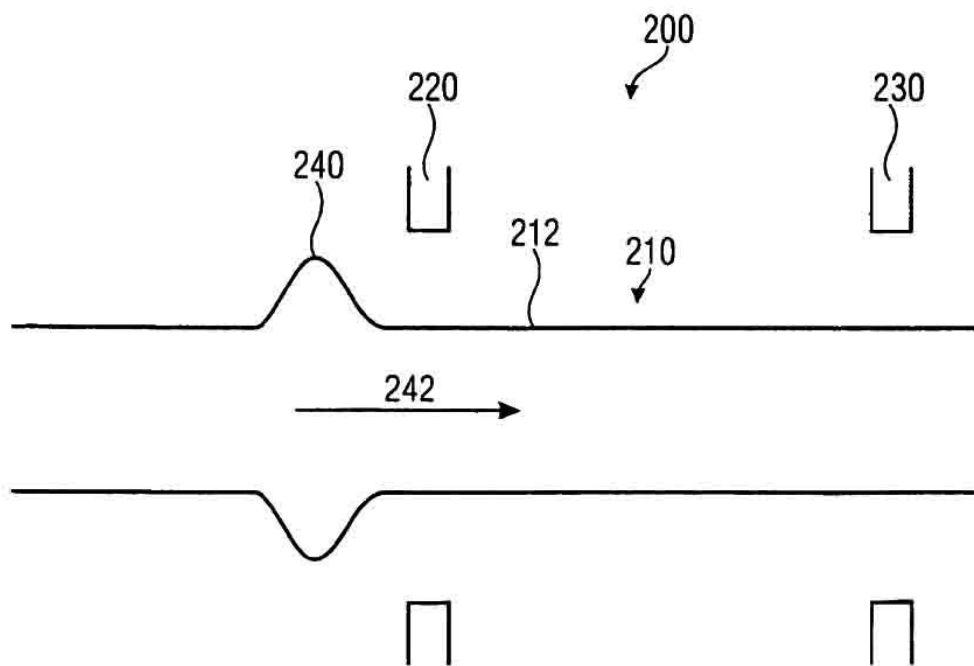


FIGURA 1



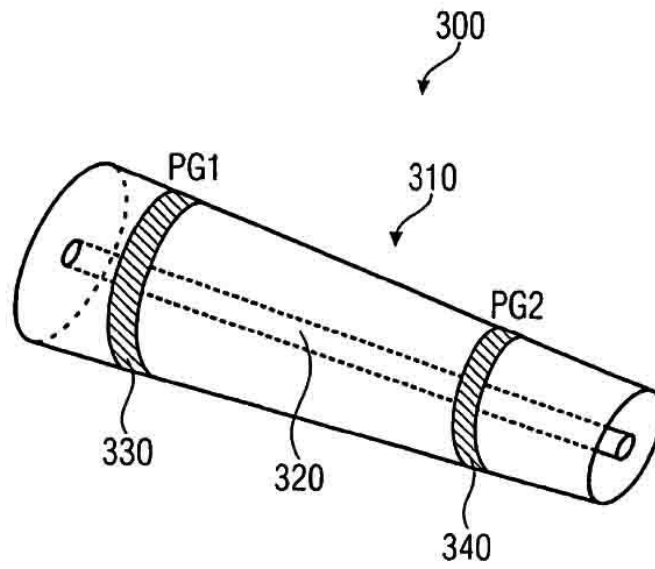


FIGURA 3

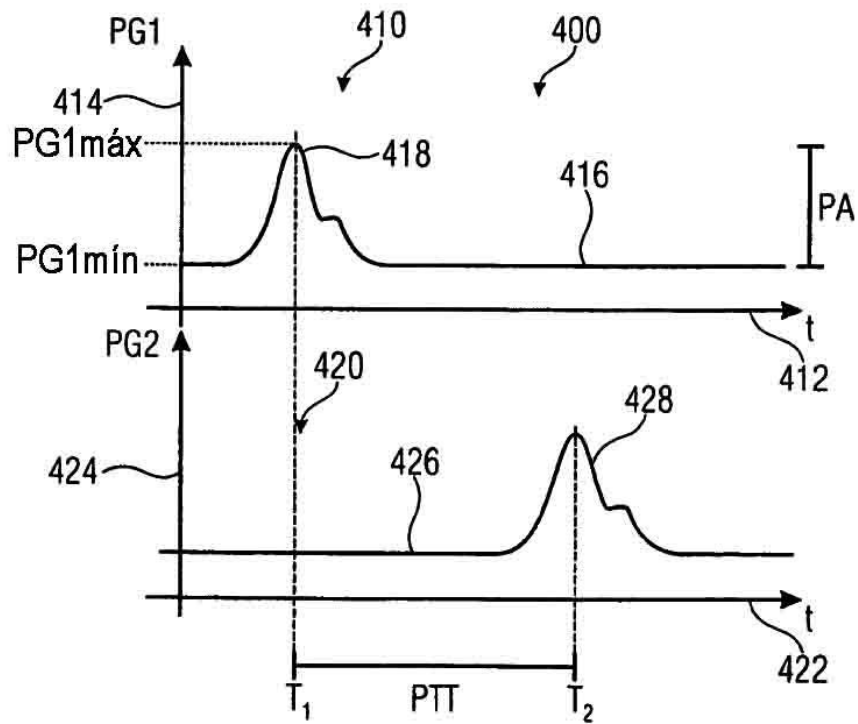


FIGURA 4

FIGURA 5

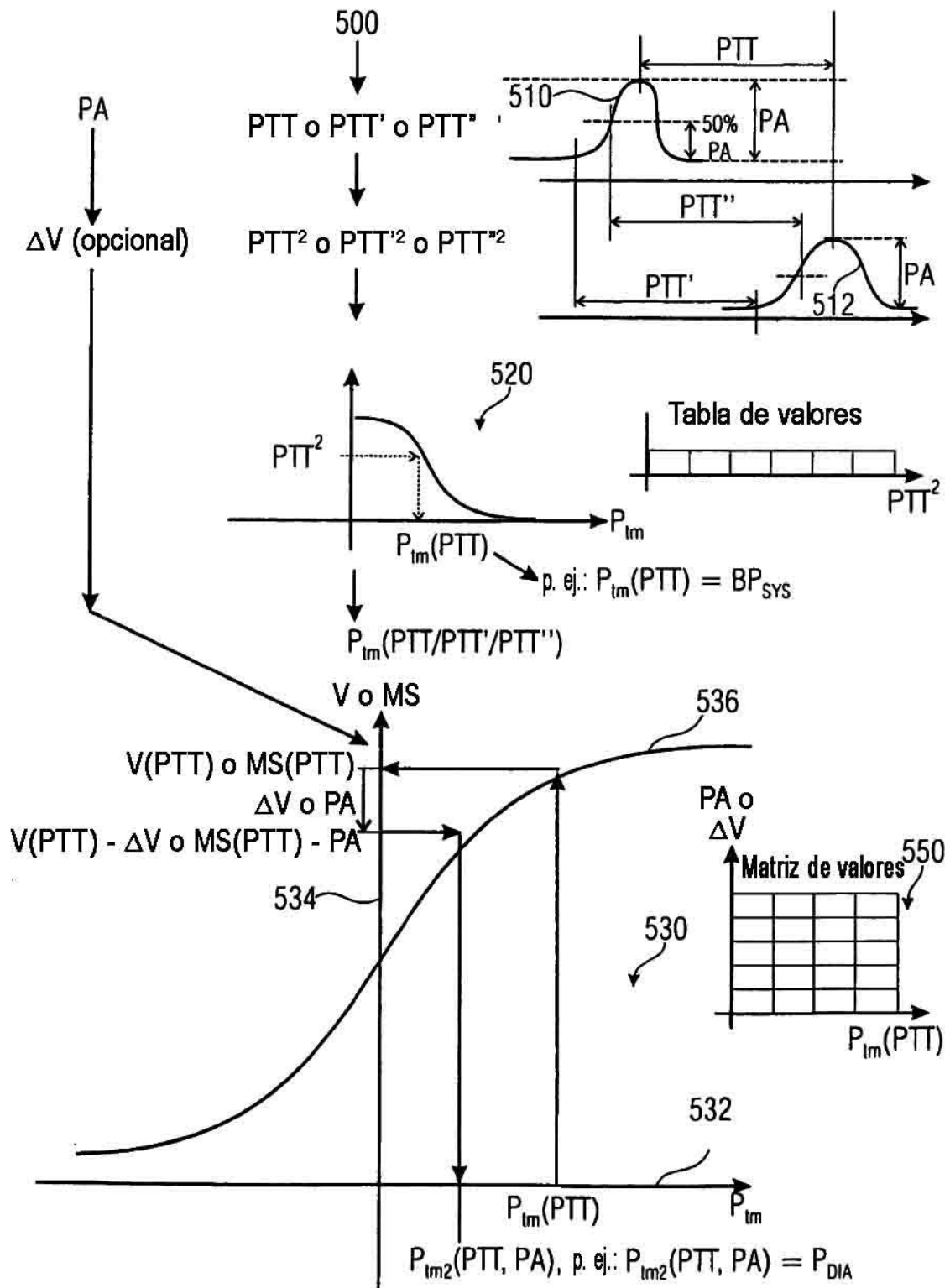


FIGURA 6A

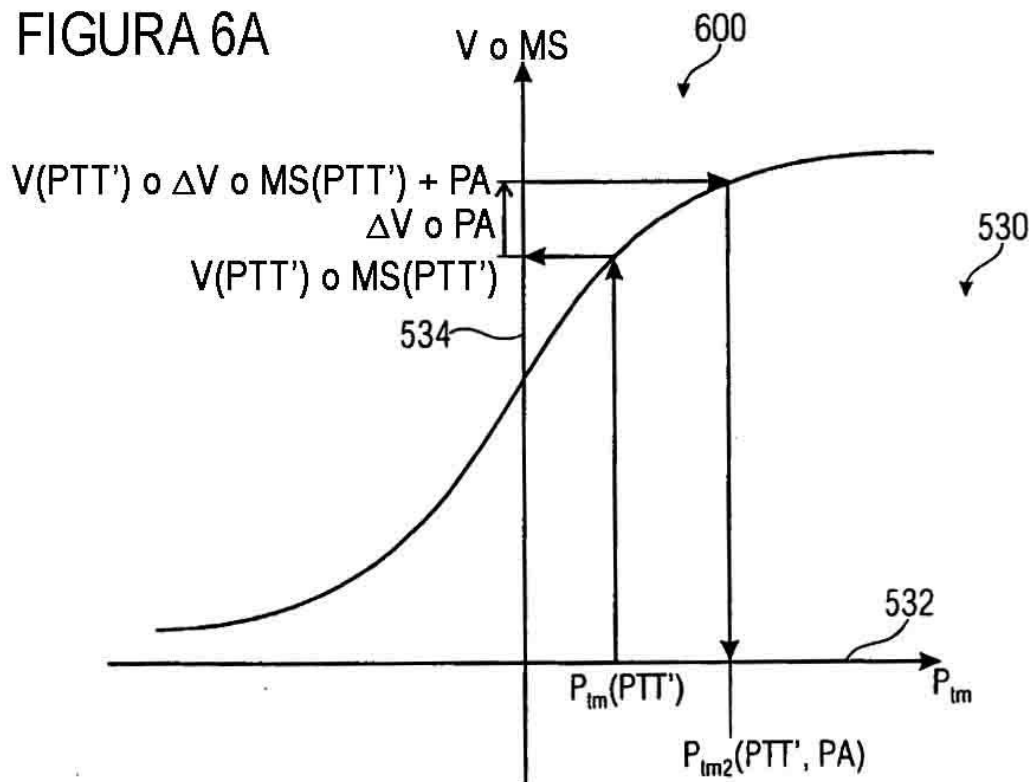
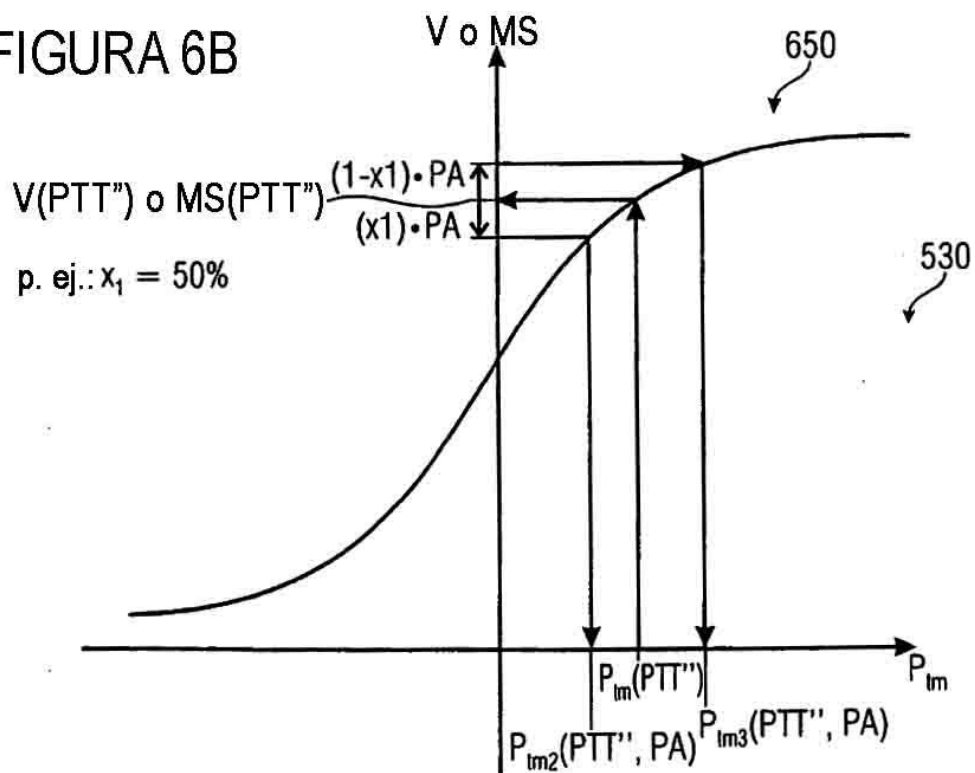


FIGURA 6B



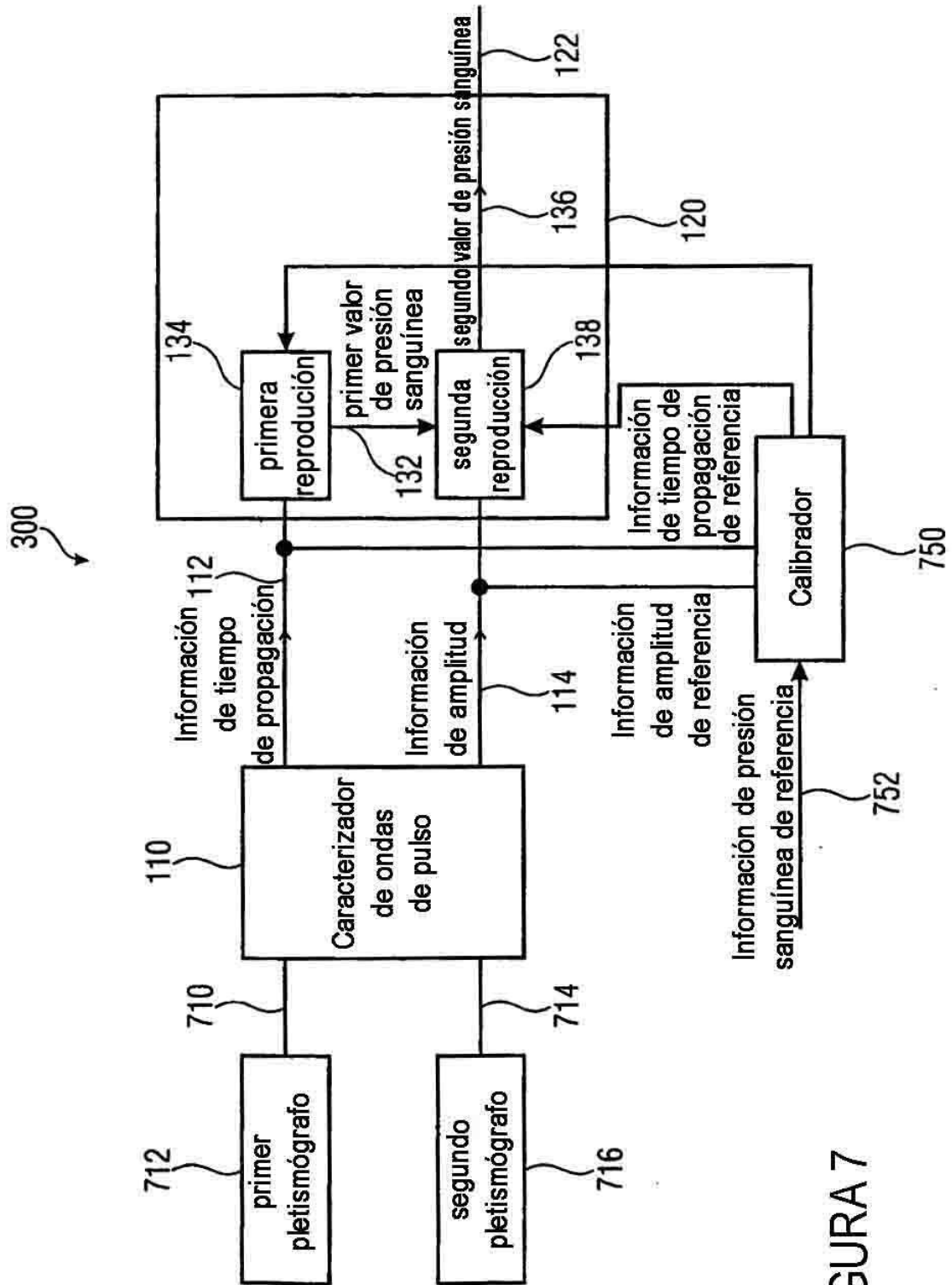
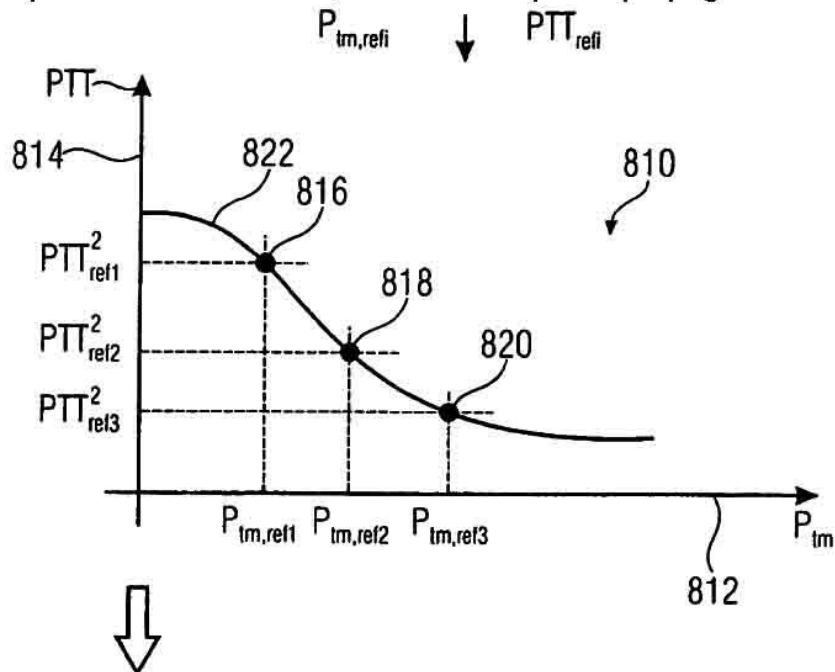


FIGURA 7

(Valor de presión de referencia; valor de tiempo de propagación de referencia)



- x Primera reproducción determinada
- x El desarrollo cualitativo de la 2ª reproducción corresponde a la integral del desarrollo de la 1ª reproducción

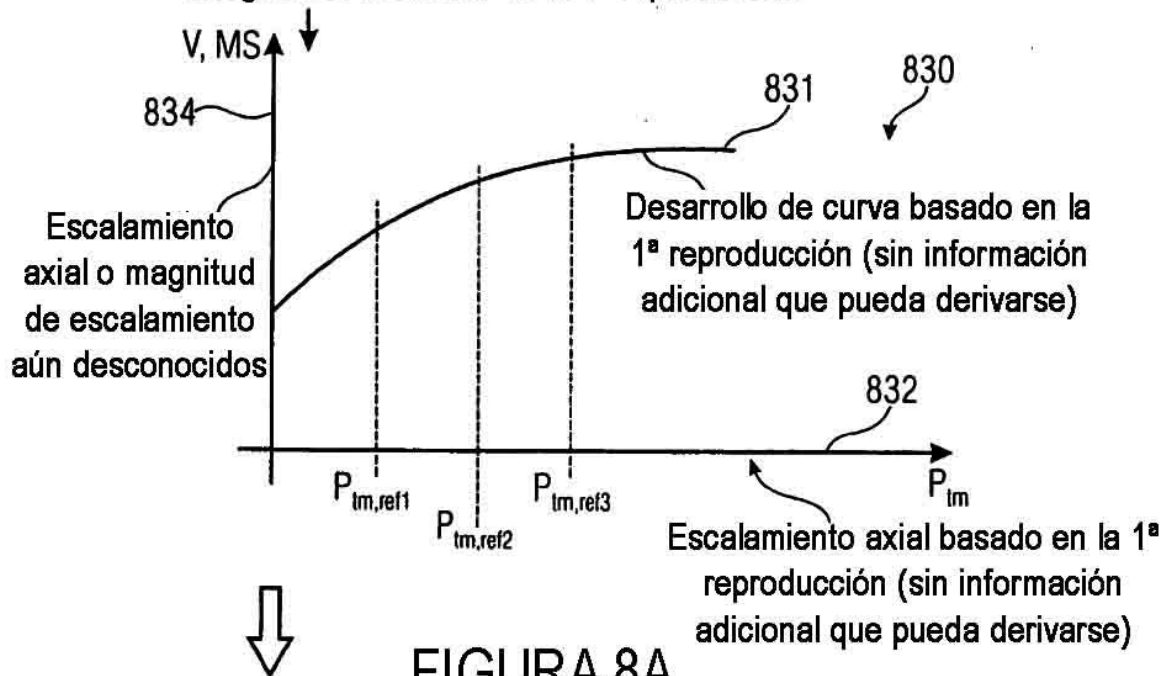


FIGURA 8A

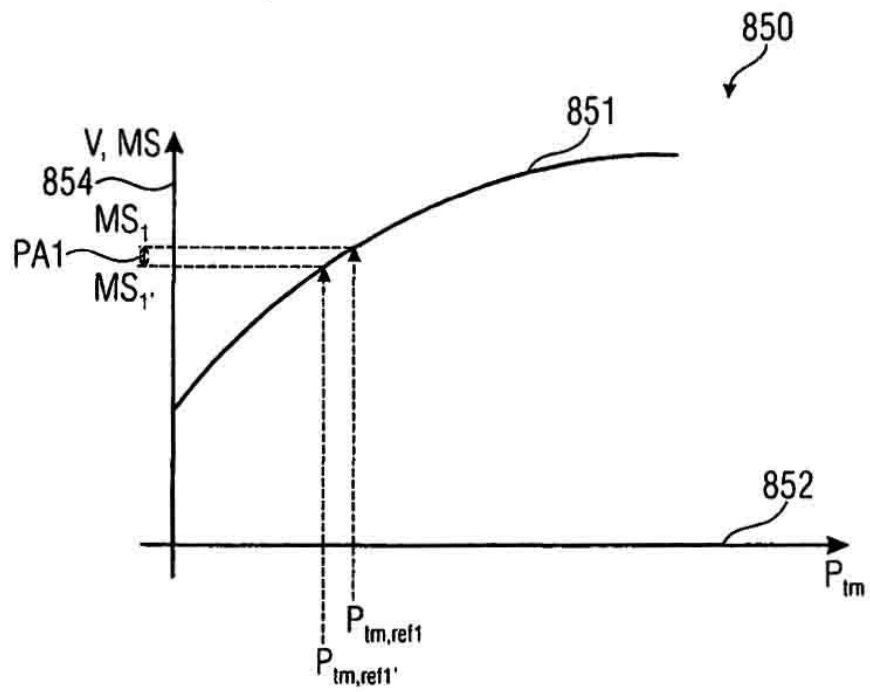


FIGURA 8B

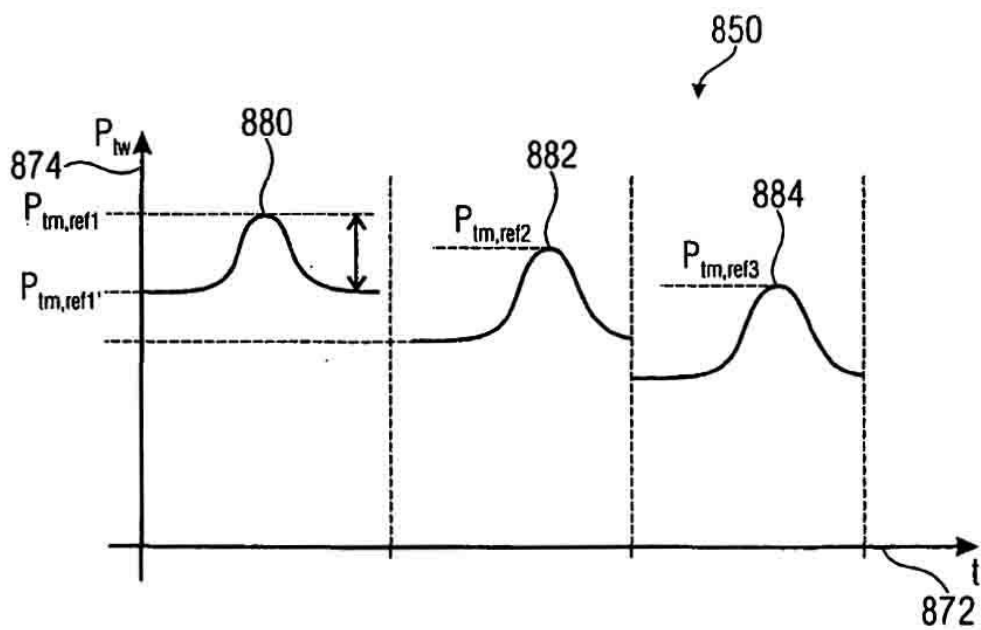


FIGURA 8C

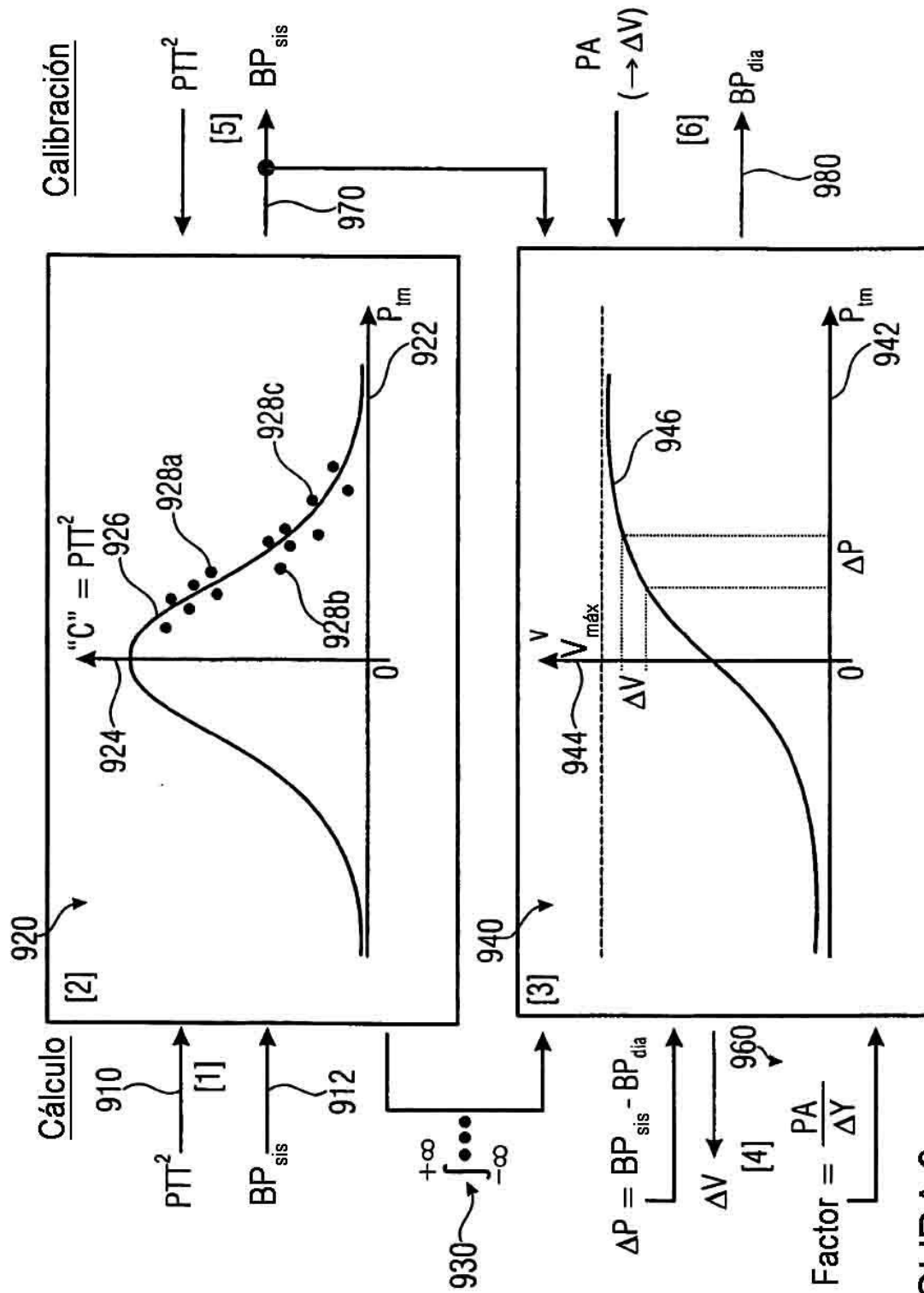


FIGURA 9

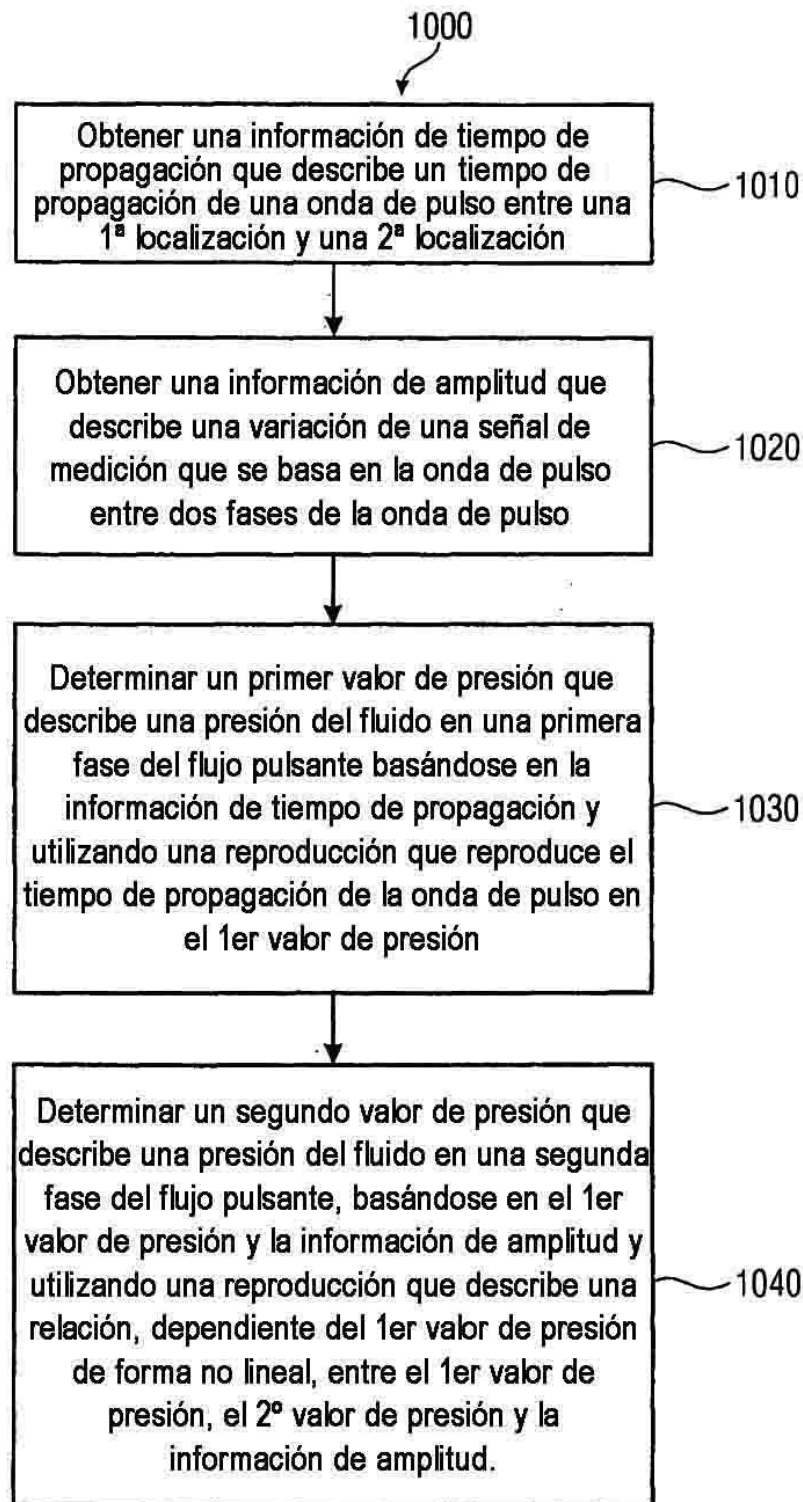


FIGURA 10

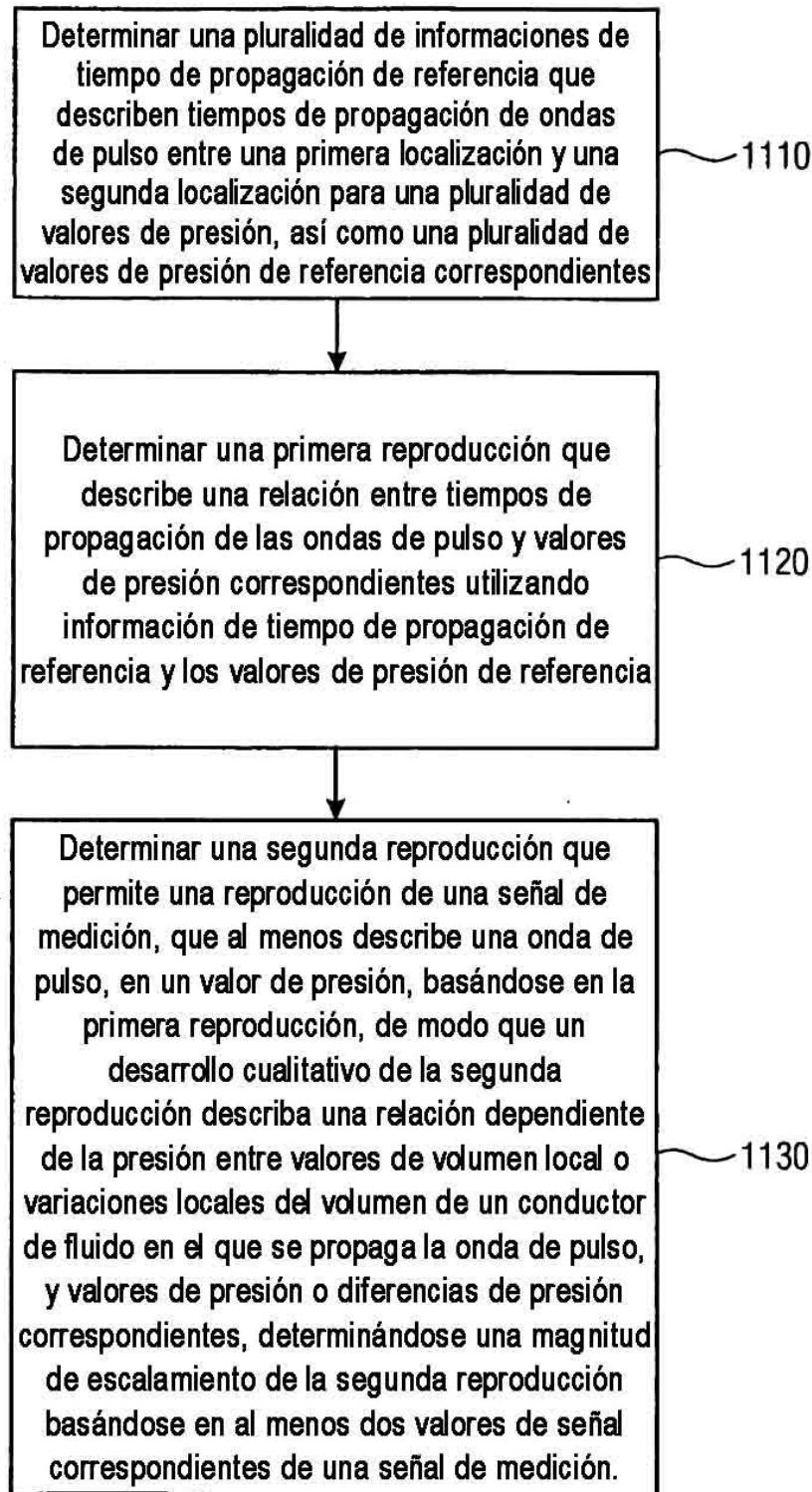


FIGURA 11