

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 453 975**

51 Int. Cl.:

**G01M 1/14** (2006.01)

**G01M 17/013** (2006.01)

**G01M 1/30** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **08.05.2008 E 08008647 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **22.01.2014 EP 1995582**

54 Título: **Método para la corrección de la excentricidad de una rueda de un vehículo en las máquinas de equilibrado o similares**

30 Prioridad:

**23.05.2007 IT MO20070175**

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

**09.04.2014**

73 Titular/es:

**SICAM S.R.L. (100.0%)  
Via Gustavo Corradini, 1  
42015 Correggio (RE), IT**

72 Inventor/es:

**MONTANARI, MARCO y  
MATTEUCCI, ANDREA**

74 Agente/Representante:

**MONZÓN DE LA FLOR, Luis Miguel**

**ES 2 453 975 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**

5 Método para la corrección de la excentricidad de una rueda de un vehículo en las máquinas de equilibrado o similares

Esta invención se refiere a un método para la corrección de la excentricidad de una rueda de un vehículo en las máquinas de equilibrado o similares.

10 Es conocido que esas ruedas de vehículo, en general, constan de una llanta metálica cilíndrica teniendo, en los extremos axiales, bridas anulares entre las cuales está definido un canal para que se enclave un neumático elástico.

En particular, las partes laterales del neumático, también llamadas "talones", están ajustadas firmemente en las bridas anulares arriba mencionadas.

15 El desgaste de los neumáticos o incluso la presencia de fallos de fabricación dan como resultado irregularidades geométricas de la llanta y del neumático que, durante el uso, se muestran como vibraciones del vehículo.

En consecuencia, es conocida la necesidad de realizar periódicas operaciones de equilibrado de la rueda adecuadas para re-establecer la condición óptima del vehículo.

20 Las operaciones de equilibrado tradicionales requieren la colocación de pesos, hechos generalmente de plomo, en puntos predeterminados de la rueda y a lo largo de la llanta.

Estas operaciones se realizan generalmente usando maquinas de equilibrado compuestas por una estructura portante que soportando el agarre de la rueda y los medios de rotación, del tipo de un eje horizontal que puede hacerse girar axialmente por medio de medios de motor y en los que la llanta de la rueda está codificada.

25 La medida del desequilibrio de la rueda es leída durante la rotación por dispositivos electrónicos o electro-mecánicos específicos, tales como transductores de fuerza instalados a lo largo del eje horizontal. Normalmente, cada una de las lecturas medidas es relativa a una posición angular respectiva de la rueda en el eje de rotación.

30 La colocación de los pesos permite compensar sólo los efectos de la irregularidad de la rueda en la distribución de las fuerzas centrífugas durante la rotación, pero, sin embargo no resuelve los problemas vinculados a los defectos de la geometría de la rueda en sí misma.

35 Por esta razón, en las maquinas equilibradoras modernas, la operación del equilibrado a menudo va precedida de un procedimiento de optimización de acoplamiento entre el neumático y la llanta, con el fin de reducir los efectos de la irregularidad geométrica de las ruedas.

40 Tal procedimiento de optimización contempla generalmente una fase preliminar de medición de la desviación radial de la llanta y la excentricidad del neumático durante una o más rotaciones completas de la rueda, que normalmente se realiza por medio de sensores de medición adecuados con o sin contacto (por ejemplo, calibradores o sensores ópticos). Después de la adquisición de los datos de la excentricidad viene el análisis de las curvas adquiridas y la determinación de los vectores de excentricidad relativos a la llanta y al neumático.

45 Tales vectores de excentricidad se calculan generalmente a partir de los valores punta de máxima o mínima desviación radial o, alternativamente, a partir de los primeros valores armónicos de las curvas adquiridas determinadas según los métodos matemáticos conocidos de análisis de función periódica.

50 El neumático es entonces girado con respecto a la llanta hasta que alcanza una posición angular óptima, en la cual los vectores de excentricidad predeterminados de la llanta y el neumático están en contraste el uno con el otro con el fin de minimizar el vector de excentricidad resultante de la rueda.

55 Estos procedimientos de optimización relacionados con el acoplamiento entre la llanta y neumático tienen a pesar de todo un número de inconvenientes.

En particular, el uso de los vectores de excentricidad, determinados a partir de los valores de desviación máxima o de los primeros valores armónicos de las curvas adquiridas, limita el análisis a un solo componente de excentricidad de llanta y neumático y no considera las excentricidades geométricas totales de la rueda.

60 Los documentos de las patentes US 2005/055153 y U.S. 5.103.595 divulgan algunos tipos de procedimientos de optimización conocidos.

65 El objetivo principal de esta invención es identificar un método para la corrección de la excentricidad de una rueda de un vehículo en maquinas de equilibrado o similares que permita minimizar los efectos de las irregularidades de la rueda como un todo.

5 Otro objetivo de esta invención es descubrir un método para la corrección de la excentricidad de una rueda de un vehículo en máquinas de equilibrado o similares que permita superar los inconvenientes mencionados de la Técnica conocida dentro del ámbito de una solución simple y racional que sea fácil y eficaz para el uso, así como que tenga un coste bajo.

Todos los objetivos anteriores se logran mediante este método para la corrección de la excentricidad de una rueda del vehículo en máquinas de equilibrado o similares, según la reivindicación 1.

10 Otras características y ventajas de esta invención aparecerán más evidentes de la descripción de una preferente, pero no sólo, realización de un método para corregir la excentricidad de una rueda de un vehículo en las máquinas de equilibrado o similares, ilustrada indicativamente por medio de un ejemplo no limitante en los dibujos adjuntos, en donde:

15 La figura 1 es un diagrama general ilustrando una primera realización del método según la invención,  
La figura 2 es un diagrama general ilustrando una segunda realización del método según la invención;  
La figura 3 muestra esquemáticamente la desviación de la excentricidad radial total de una rueda calculada mediante el método según la invención.

20 Con referencia particular a estas figuras, ha sido designado de manera general por 1, un método para la corrección de la excentricidad de una rueda de un vehículo, particularmente aplicable en las máquinas de equilibrado o similares.

25 En concreto, el método 1 puede implementarse mediante un programa de software integrado con el software de control de una máquina convencional de equilibrado de ruedas de vehículos.

El método 1 consta de una fase de lectura 2 de la desviación de la excentricidad radial de la llanta de la rueda que debe ser equilibrada y de la desviación de la excentricidad radial del neumático de dicha rueda.

30 Tales valores de desviación se leen en una pluralidad de posiciones angulares predeterminadas a lo largo de todo el perímetro exterior de la llanta y el neumático durante una o más rotaciones completas de la rueda.

35 En particular, según una primera realización del método 1, la fase de lectura 2 consta de una primera fase de adquisición 3 de una pluralidad de mediciones del radio del neumático, realizado en las anteriormente mencionadas posiciones angulares y a lo largo de todo el perímetro exterior durante al menos una rotación completa de la rueda.

40 La fase 2 de lectura consta además de una subsecuente fase primera de cálculo 4 de la desviación de la excentricidad radial del neumático determinada a partir de la pluralidad de las mediciones adquiridas del radio durante la primera fase de adquisición 3.

Provechosamente, la primera fase de cálculo se puede hacer mediante la comparación de cada una de las mediciones del radio del neumático con el valor medio de referencia de radio; en particular, dicho radio promedio puede ser determinado considerando todas las mediciones adquiridas del radio del neumático.

45 Del mismo modo, la fase de lectura 2 consta de una segunda fase de adquisición 5 de una pluralidad de mediciones de radio de la llanta, hechos en las anteriormente mencionadas posiciones angulares y a lo largo de todo el perímetro exterior durante al menos una rotación completa de la rueda.

50 La fase de lectura 2 se compone de una subsecuente segunda fase de cálculo 6 de la desviación de la excentricidad radial de la llanta determinada a partir de la pluralidad de las mediciones de radio adquiridas durante la segunda fase de adquisición 5.

55 Provechosamente, la segunda fase de cálculo puede efectuarse mediante la comparación de cada una de las mediciones del radio de la llanta con el valor promedio de radio de referencia; en particular, puede determinarse dicho radio promedio considerando todas las mediciones adquiridas del radio de la llanta.

60 La rueda es fijada girando sobre los medios de agarre y de rotación de la máquina de equilibrado y la fase de adquisición primera 3 y la segunda fase de adquisición 5 se realizan por medio de sensores de medición adecuados con o sin contacto como, tales por ejemplo, calibradores o sensores ópticos del tipo comúnmente utilizado.

60 Provechosamente, la primera fase de adquisición 3 y la segunda fase de adquisición 5 pueden realizarse al mismo tiempo con lo que se puede reducir considerablemente los tiempos generales de lectura.

65 Con referencia a una segunda realización del método 1, aplicable en particular en el caso de servicios postventa para la corrección de la excentricidad de la rueda, se desea puntualizar el hecho de que es posible no realizar la

fase de lectura 2 separadamente en la llanta y en el neumático, pero por el contrario, esto puede realizarse en una rueda ya montada.

5 Por lo tanto, en este caso, la llanta y las desviaciones radiales del neumático pueden realizarse combinando adecuadamente, por ejemplo, mediante diferencias, los valores de las mediciones del radio de la rueda completa con neumático y llanta, adquiridos a lo largo de todo el perímetro exterior durante al menos una rotación completa de la rueda, con los valores de medición del radio de la llanta solamente.

10 Esta solución se muestra esquemáticamente en la figura 2, en la que la fase de lectura, indicada genéricamente por la referencia 2', consta de una primera fase de adquisición 3' de una pluralidad de mediciones del radio de la rueda completa, realizadas en posiciones angulares predeterminadas y a lo largo de todo el perímetro exterior durante al menos una rotación completa de la rueda en sí misma.

15 Por medio de la subsecuente primera fase de cálculo 4' sólo se determina la desviación de la excentricidad radial del neumático, que se obtiene combinando adecuadamente, por ejemplo, mediante diferencias, la pluralidad de las mediciones del radio de la rueda completa adquiridas durante la primera fase de adquisición 3' con la pluralidad de las mediciones del radio de la llanta adquiridas durante la segunda fase de adquisición 5.

20 Ventajosamente, el método 1 contempla una fase de proceso 7 de los valores  $x(\alpha, n)$  de la desviación de la excentricidad radial total de la rueda, determinados para cada una de las posiciones angulares  $n$  de la rueda, empezando con las arriba mencionadas desviaciones de la excentricidad radial de la llanta y el neumático y de acuerdo con las posiciones posibles de acoplamiento angular entre la llanta y el neumático.

25 En particular, se debe señalar que la posición  $a$  de acoplamiento angular coincide con el ángulo de desplazamiento entre la llanta y el neumático y, por lo tanto, varía a lo largo con la variación de la posición angular de la llanta con respecto a la posición angular del neumático.

Por ejemplo, mediante lo indicado por

$$y(\alpha, n), \text{ with } n = 0, \dots, N - 1$$

30 los valores de las mediciones de radio de la rueda calculados en posiciones angulares predeterminadas  $n$  a lo largo de todo el perímetro de la rueda en sí misma y según la posición angular  $a$  de acoplamiento entre la llanta y el neumático y con

$$\bar{y}(\alpha) = \frac{1}{N} \sum_{n=0}^{N-1} y(\alpha, n)$$

35 el radio promedio de la rueda determinado por los valores calculados en las anteriores posiciones angulares  $n$  y de la anterior posición angular  $\alpha$  de acoplamiento, entonces los valores  $x(\alpha, n)$  de la desviación de la excentricidad radial total de la rueda, en las posiciones angulares  $n$  pueden ser calculados como

$$40 \quad x(\alpha, n) = y(\alpha, n) - \bar{y}(\alpha) \quad n = 0, \dots, N - 1$$

Los valores anteriores  $y(a, n)$ ,  $\bar{y}(a)$  y  $x(\alpha, n)$  se muestran en la figura 3 y son definidos por los segmentos AC, AB y BC respectivamente, determinados en cada una de la posiciones angulares  $n$  desde 0 hasta  $N-1$ .

45 Provechosamente, el método 1 consta de una subsecuente fase de definición 8 de un índice de irregularidad geométrica  $I(\alpha)$  de la rueda, compuesto de un valor positivo determinado de acuerdo con los valores  $x(\alpha, n)$  de la desviación de la excentricidad radial total y de acuerdo con la posición acoplamiento angular  $a$  entre la llanta y el neumático.

50 En particular, pero no sólo, la realización del método 1, cuyo índice  $I(\alpha)$  se puede calcular mediante una adecuada función positiva-definida, tal como por ejemplo una norma matemática. En este caso, el índice de  $I(\alpha)$  está compuesto, por ejemplo, de la varianza de los valores  $x(\alpha, n)$  de la desviación de la excentricidad radial total de la rueda con respecto a una rueda perfectamente cilíndrica centrada en el eje de rotación.

55 En consecuencia, el índice de irregularidad geométrica  $I(\alpha)$  de la rueda puede ser definido como

$$I(\alpha) = \frac{1}{N} \sum_{n=0}^{N-1} |x(\alpha, n)|^2$$

5 Alternativamente, tal índice  $I(\alpha)$  puede calcularse según los métodos conocidos del análisis de las funciones periódicas y puede ser definido, por ejemplo, mediante una función adecuada del primer armónico y de los armónicos de más alto orden con relación a la curva de la desviación  $x(\alpha, n)$  de la excentricidad radial total de la rueda. En este caso, indicando con

$$X(\alpha, k) \quad k = 0, \dots, N - 1$$

10 la transformada de Fourier discreta en  $N$  puntos de la de la secuencia  $x(\alpha, n)$  descrita anteriormente, el índice de irregularidad geométrica ( $\alpha$ ) de la rueda puede ser definido, por ejemplo, como

$$I(\alpha) = \frac{1}{N^2} \sum_{k=1}^{N-1} |X(\alpha, k)|^2$$

15 siendo  $X(\alpha, 0) = 0$  en términos de cómo se ha definido la desviación  $x(\alpha, n)$  radial total.

Provechosamente, en el caso de que la cantidad de los datos adquiridos esté siendo elevada, teniendo en cuenta en la definición del índice  $I(\alpha)$  sólo algunos de los armónicos de orden más alto que el primero nos permiten obtener una buena aproximación de la irregularidad geométrica de la rueda mientras que, al mismo tiempo, se simplifica el proceso de cálculo.

20 El método 1 además consta de una fase de determinación 9 de una posición de acoplamiento angular óptima entre neumático y la llanta.

25 Tal posición de acoplamiento angular óptima  $a$  es seleccionada de entre todas las posiciones posibles de acoplamiento angular  $a$  y es tal que el valor del índice  $I(\alpha)$  de la irregularidad geométrica antes mencionada aparece mínimo y, en consecuencia, la diferencia de la desviación  $x(\alpha, n)$  de la excentricidad radial total de la rueda es mínima con respecto a la rueda de referencia ideal.

30 En particular, la fase de determinación 9 consta de una fase de minimización 10 del índice anterior  $I(\alpha)$ , por ejemplo, por medio de la aplicación del principio matemático de los mínimos cuadrados.

35 Sin embargo, la aplicación de principios de minimización diferentes no puede ser descartada, basada, por ejemplo, en la minimización de la suma de los valores absolutos de las variaciones de excentricidad radial o, una vez más, en la minimización del valor máximo absoluto de las desviaciones.

El método 1 consta entonces de una fase de rotación concluyente 11 del neumático en la llanta hasta que se alcanza la posición angular óptima antes mencionada.

40 Una vez que han concluido todas las fases del método 1, las operaciones tradicionales de equilibrado de la rueda por medio de la máquina de equilibrado pueden realizarse de manera óptima.

45 Se ha comprobado de hecho cómo la invención descrita alcanza los objetivos propuestos y en particular se subraya el hecho de que esta permite reducir al máximo la contribución general de todas las irregularidades geométricas de la llanta y el neumático.

La invención así concebida es susceptible de numerosas modificaciones y variaciones, todo lo cual cae dentro del alcance de las reivindicaciones adjuntas.

50

REIVINDICACIONES

1. Un método (1) para corregir la excentricidad de una rueda del vehículo en las máquinas de equilibrado o similares, que comprende:

- una fase de lectura (2, 2') para la lectura de la desviación de la excentricidad radial de la llanta de una rueda que debe ser equilibrada y la desviación de la excentricidad radial del neumático de la dicha rueda, en una pluralidad de posiciones angulares predeterminadas (n) a lo largo de todo el perímetro exterior de dicha llanta y de dicho neumático;
- una fase de proceso (7) de los valores ((x)α, n)) de la desviación de la excentricidad radial total de dicha rueda, a partir de dichas desviaciones de la excentricidad radial de la llanta y del neumático leídas y de acuerdo con las posiciones de acoplamiento angular (α) entre dicha llanta y dicho neumático;
- una fase de definición (8) para definir un índice de irregularidad geométrica (I(α)) de dicha rueda, determinado según los valores de desviación de la excentricidad radial total (x(α,n)) de dicha rueda y según la posición de acoplamiento angular (α) entre dicha llanta y dicho neumático;
- una fase de determinación (9) para determinar una posición angular de acoplamiento óptimo entre dicho neumático y dicha llanta, seleccionada de entre todas las posiciones posibles de acoplamiento angular, en el cual el valor de dicho índice es mínimo (I(α));

**caracterizado por** el hecho de que dicho índice (I(α)) se calcula a partir de los valores de los armónicos relativos a la desviación de la excentricidad radial total (x(α,n)) de la rueda y determinado de acuerdo con los métodos de análisis de funciones periódicas matemáticas y por el hecho de que dichos armónicos componen el primer armónico y por lo menos un armónico de un orden más elevado.

2. Un método (1) según la reivindicación 1, **caracterizado por** el hecho de que dicho índice (I(α)) está compuesto por una variable positiva continua.

3. Un método (1) de acuerdo con una o más de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por** el hecho de que dicho índice (I(α)) está definido de acuerdo con la siguiente fórmula

$$I(\alpha) = \frac{1}{N^2} \sum_{k=1}^{N-1} |X(\alpha, k)|^2$$

donde X (α, k) es la transformada de Fourier discreta en N puntos de dicha desviación de la excentricidad radial total (x(α,n)) y α es la posición de acoplamiento angular entre dicha llanta y dicho neumático.

4. Un método (1) de acuerdo con una o más de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por** el hecho de que dicha desviación de la excentricidad radial total (x(α,n)) se procesa según la siguiente fórmula

$$x(\alpha, n) = y(\alpha, n) - \bar{y}(\alpha) \text{ with } n = 0, \dots, N - 1.$$

donde y(α,n) es el radio calculado de la rueda,  
 $\bar{y}(\alpha)$  es el radio medio de la rueda,  
 α es la posición de acoplamiento angular entre dicha llanta y dicho neumático y  
 n son las posiciones de lectura angular en la llanta y el neumático de dicha rueda.

5. Un método (1) de acuerdo con una o más de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por** el hecho de que dicha fase de determinación (9) de la posición de acoplamiento angular óptimo incluye minimizar (10) dicho índice (I(α)).

6. Un método (1) según la reclamación 5, **caracterizado por** el hecho de que dicho minimizado (9) incluye la aplicación del principio matemático de los mínimos cuadrados.

7. Un método (1) de acuerdo con una o más de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por** el hecho de que dicha fase de lectura (2) consta de una primera fase de adquisición (3) de una pluralidad de mediciones del radio de dicho neumático, en dichas posiciones angulares y a lo largo del perímetro exterior entero.

8. Un método (1) de acuerdo con una o más de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por** el hecho de que dicha fase de lectura (2, 2') incluye una segunda fase de adquisición (5) de una pluralidad de mediciones del radio de dicha llanta, en dichas posiciones angulares y a lo largo del perímetro exterior entero.

9. Un método (1) de acuerdo con una o más de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por** el hecho de que dicha fase de lectura (2) consta de una primera fase de cálculo (4) de la desviación de la excentricidad radial de dicho neumático a partir de dicha pluralidad de mediciones adquiridas del radio del neumático.
- 5    10. Un método (1) de acuerdo con una o más de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por** el hecho de que dicha fase de lectura (2, 2'), comprende una segunda fase de cálculo (6) de la desviación de la excentricidad radial de dicha llanta a partir de dicha pluralidad de mediciones adquiridas del radio de la llanta.
- 10    11. Un método (1) según una o más de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por** el hecho de que dicha primera fase de cálculo (4) comprende la comparación de cada una de las dichas mediciones del radio de dicho neumático con una media de radio de referencia obtenida a partir de todas las mediciones del radio de dicho neumático.
- 15    12. Un método (1) según una o más de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por** el hecho de que dicha segunda fase de cálculo (6) comprende la comparación de cada una de las dichas mediciones de radio dicha llanta con una media de radio de referencia obtenida a partir de todas las mediciones del radio de dicha llanta.
- 20    13. Un método (1) según una o más de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por** el hecho de que dicha fase de lectura (2') comprende una primera fase de adquisición (3') de una pluralidad de mediciones del radio de dicha rueda, en dichas posiciones angulares y a lo largo del perímetro exterior entero.
- 25    14. Un método (1) según una o más de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por** el hecho de que dicha fase de lectura (2') comprende una primera fase de cálculo (4') de la desviación de la excentricidad radial de dicho neumático a partir de dicha pluralidad de mediciones adquiridas del radio de la dicha rueda y de dicha pluralidad de mediciones adquiridas del radio de dicha llanta.
15. Un método (1) de acuerdo con una o más de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por** el hecho de que incluye la rotación (11) de dicho neumático en dicha llanta hasta llegar a posición de acoplamiento angular óptima.

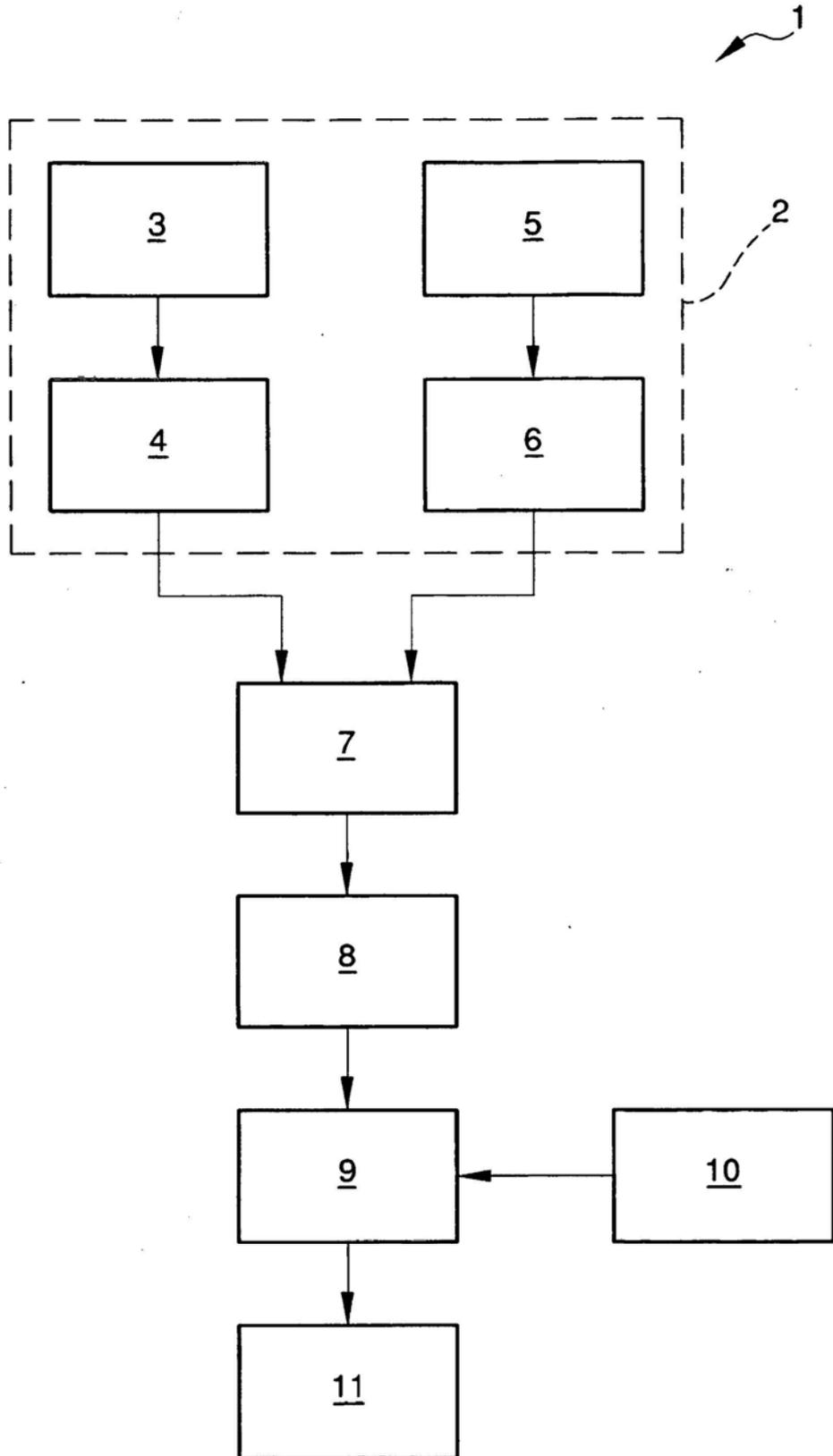


Fig. 1

Fig. 2

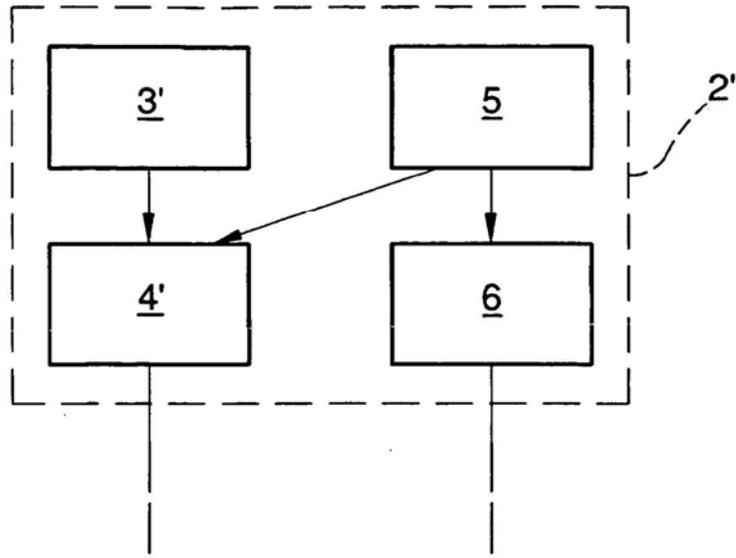


Fig. 3

