

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 735 010**

51 Int. Cl.:

G01N 33/00 (2006.01)

G01F 1/36 (2006.01)

G01F 1/68 (2006.01)

G01N 7/00 (2006.01)

G01N 11/08 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **25.08.2014 PCT/DE2014/000425**

87 Fecha y número de publicación internacional: **12.03.2015 WO15032377**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **25.08.2014 E 14772274 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **01.05.2019 EP 3042193**

54 Título: **Dispositivo y procedimiento para la determinación de razones de mezclado de mezclas de gases en circulación**

30 Prioridad:

03.09.2013 DE 102013014532

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

13.12.2019

73 Titular/es:

**W.O.M. WORLD OF MEDICINE GMBH (100.0%)
Salzufer 8
10587 Berlin, DE**

72 Inventor/es:

**KÖLM, MATTHIAS y
JÜLG, PETER**

74 Agente/Representante:

LEHMANN NOVO, María Isabel

ES 2 735 010 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

Dispositivo y procedimiento para la determinación de razones de mezclado de mezclas de gases en circulación

5 La presente invención se refiere a un dispositivo y a un procedimiento para la determinación del porcentaje de CO₂ de aire en circulación en dispositivos técnicos médicos mediante el uso de dos resistencias a la corriente con diferentes curvas características.

10 La determinación de los porcentajes de diferentes componentes de fluidos, por ejemplo, mezclas de gases o de líquidos es necesaria en muchos campos de la técnica. Para ello hay una amplia variedad de diferentes métodos, usando procedimientos ópticos, acústicos o electroquímicos. No obstante, falta un procedimiento sencillo para la determinación de las razones de mezclado de dos fluidos, en particular de dos gases. Por tanto, el objeto de la presente invención es un procedimiento sencillo para la determinación del porcentaje de CO₂ de aire en circulación en dispositivos técnicos médicos y un dispositivo adaptado para ello.

15 Por tanto, la presente invención enseña un dispositivo según la reivindicación 1 así como un procedimiento realizado por medio de este dispositivo según la reivindicación 5. Configuraciones ventajosas de la invención son el objeto de las reivindicaciones dependientes que dependen de las mismas.

20 El dispositivo descrito a continuación a modo de ejemplo y el procedimiento realizado por medio del dispositivo pueden indicar de manera precisa los componentes relativos de una mezcla de gases, por ejemplo, los porcentajes de una mezcla de gases de CO₂ y nitrógeno. La invención se basa en el hecho de que proporciona resistencias a la corriente con diferentes curvas características. A modo de ejemplo se mencionan en este caso un filtro de metal sinterizado y una placa perforada. La resistencia a la corriente de un filtro de metal sinterizado presenta una curva característica aproximadamente lineal, es decir la resistencia a la corriente aumenta de manera aproximadamente lineal con la velocidad de corriente. A diferencia de esto, una placa perforada presenta una curva característica aproximadamente cuadrática, es decir la resistencia a la corriente crece aproximadamente de manera cuadrática con la velocidad de corriente. Estas diferentes curvas características son atribuibles presumiblemente a diferentes razones de corriente en el paso del filtro: puede asumirse que dentro del filtro de metal sinterizado predomina una corriente aproximadamente lineal, de modo que la resistencia a la corriente está determinada esencialmente por la viscosidad del gas. A diferencia de esto, la corriente en una placa perforada debería ser turbulenta, de modo que la resistencia a la corriente se determina sobre todo por la densidad del gas. Sin embargo, a este respecto se trata únicamente de reflexiones teóricas sin pretensión de ser correctas. En cualquier caso, la placa perforada mencionada anteriormente a modo de ejemplo también puede sustituirse por otras resistencias a la corriente, por ejemplo, por estrechamientos, válvulas, acodamientos, elementos de cuña o tubos Venturi. El filtro de metal sinterizado también puede sustituirse por otros dispositivos, que garantizan una corriente aproximadamente lineal.

35 Como alternativa a la medición de la presión diferencial, la medición del flujo másico también puede tener lugar, por ejemplo, por medio de un sensor de flujo de gas térmico.

40 Según la invención es posible analizar mezclas de gases más complejas, por ejemplo, mezclas de "aire" y CO₂. Sin embargo, a este respecto se presupone que las razones de mezclado de aire (u otra mezcla de gases) son constantes. En el ejemplo de la razón de mezclado de "aire" y CO₂ se desprecia además el porcentaje de CO₂ "natural" del aire (aproximadamente el 0,04%).

45 Planteamiento teórico

Debido a la dependencia de la resistencia a la corriente de las propiedades de corriente del medio, puede determinarse la composición de mezclas de gases. Una condición previa es que las propiedades de corriente de los gases se diferencian de manera significativa entre sí. Básicamente, esta relación también emplearse en líquidos.

50 El documento US 4.576.043 da a conocer una determinación de la razón de fases de una corriente de dos fases en la técnica del petróleo por medio de la caída de presión en dos resistencias a la corriente diferentes. El documento JP 2008-116283A da a conocer una determinación similar del flujo de corriente y de la razón en volumen de mezclas de gas combustible/aire en máquinas de combustión por medio de la caída de presión dos resistencias a la corriente diferentes.

Construcción de medición y de calibración

60 Para determinar las razones de concentración se conduce el medio a través de una conexión en serie de dos resistencias a la corriente. A este respecto, se registra la presión diferencial que cae en cada caso a través de la resistencia a la corriente y se utiliza como base para la determinación de las razones de concentración. La condición previa para la diferenciación de diferentes porcentajes de medio es el uso de dos resistencias a la corriente con diferente curva característica, por ejemplo, lineal y cuadrática. En la construcción de medición representada en este caso esto se implementa mediante un filtro de metal sinterizado (lineal) y una placa (cuadrática). Además, a través de un sensor de presión se registra la presión absoluta (p_{abs}), con la que se compensan errores que se producen

por fluctuaciones de presión (véase más adelante). Un componente adicional de la construcción es una medición de temperatura del gas, para la corrección de eventuales fluctuaciones de temperatura (véase más adelante).

5 Para la utilización de la estructura de medición es necesaria una calibración previa con los medios correspondientes. Esto es necesario en cada caso con los dos componentes de mezclado que deben mezclarse. Una construcción a modo de ejemplo para la calibración se muestra en la figura 2. Mediante la aplicación de la presión diferencial dp1 a través de la presión diferencial dp2 se produce por medio una curva característica (figura 3), que se utiliza para el cálculo posterior de los porcentajes de concentración (véase más adelante).

10 Para la generación de una corriente volumétrica se utiliza una bomba neumática, teniendo lugar el control de la corriente volumétrica a través de una válvula de estrangulación 1. La válvula de estrangulación 2 sirve para generar diferentes niveles de subpresión por todo el tramo de medición, para la determinación de los parámetros de la corrección de presión absoluta (véase más adelante). En el ejemplo de la mezcla de gases que debe medirse en este caso de gas 1 y gas 2 tiene lugar una calibración con gas puro 1 o gas puro 2. Las curvas características determinadas a partir de una mezcla de este tipo se representan en la figura 3 en el ejemplo de una mezcla de aire (gas 1) y CO₂ (gas 2).

15 A este respecto, a modo de ejemplo se llevó a cabo una calibración y medición posterior de una mezcla de aire/CO₂. Los conductos de gas tenían un diámetro de 8-10 mm. Se implementaron flujos de gas de hasta 30 l/min. Antes del tramo de medición (véase la figura 1) se midieron presiones de hasta -150 mbar en relación con la atmósfera, por medio de un sensor de la serie HDI de la empresa Sensotronics, que funciona en el intervalo de desde -1 bar hasta + 1 bar. Los sensores de presión diferencial a través de las resistencias a la corriente tenían un intervalo de medición de 0-10 mbar. Para ello se utilizaron sensores de la serie HDI de la empresa Sensotronics (HDIM010DUF8P5). Como resistencias a la corriente se usaron una placa perforada (figura 6) así como un filtro de metal sinterizado (figura 7) con un tamaño de poro de 35 µm. Como resulta evidente en la figura 7, el filtro de metal sinterizado está diseñado en forma de un cilindro hueco compuesto por acero de Cr-Ni.

20 Se ha encontrado que puede conseguirse una exactitud de calibración suficiente para muchos propósitos ya mediante la calibración con solo un gas, pudiendo calcularse la curva característica del segundo gas. Esto posibilita, por ejemplo, una calibración regular para una medición de aire/CO₂ mediante la determinación de la curva característica para aire calculan la curva característica para CO₂. De esta manera puede suprimirse la determinación por lo demás necesaria de la curva característica de CO₂.

Ecuaciones básicas

35 Son aplicables las siguientes ecuaciones o condiciones:

$$i.) \quad R = \frac{dP}{Q}; \quad \text{es aplicable para pequeñas variaciones de presión } dp \text{ o para resistencias a la corriente lineales } R$$

$$40 \quad ii.) \quad \frac{c[Gas\ 1]}{c[CO_2]} = \frac{R_{Gas\ 1}}{R_{Gas\ 2}}; \quad c = \text{concentración, } R = \text{resistencia a la corriente}$$

$$iii.) \quad \frac{dp2_{Gas\ 2}}{R2_{Gas\ 2}} = \frac{dp1_{Gas\ 2}}{R1_{Gas\ 2}} \neq \frac{dp2_{Gas\ 1}}{R2_{Gas\ 1}} = \frac{dp1_{Gas\ 1}}{R1_{Gas\ 1}}$$

45 En palabras: las curvas características de las resistencias a la corriente se diferencian de manera significativa en función de la concentración de medio.

Cálculo de la razón de mezclado en un ejemplo de gas 1 y gas 2

50 En los siguientes cálculos, el porcentaje de gas 2 representa la variable de consigna, que debe determinarse. Si hay una mezcla de gas 1 y gas 2, las resistencias a la corriente se componen aproximadamente de manera aditiva de las resistencias a la corriente R_{Gas 2} y R_{Gas 1}:

$$R1_{mezcla} = n * R1_{Gas\ 1} + (1 - n) * R1_{Gas\ 2}$$

$$R2_{mezcla} = n * R2_{Gas\ 1} + (1 - n) * R2_{Gas\ 2}$$

55 $n :=$ porcentaje de gas 1 o gas 2, $0 \leq n \leq 1$

Para la medición de una mezcla de gases de (i.) se deduce:

$$\frac{dp_2}{R_2_{mezcla}} = \frac{dp_1}{R_1_{mezcla}}$$

$$\frac{dp_2}{dp_1} = \frac{R_2_{mezcla}}{R_1_{mezcla}}$$

$$\frac{dp_2}{dp_1} = \frac{n * R_{2Gas 1} + (1 - n) * R_{2Gas 2}}{n * R_{1Gas 1} + (1 - n) * R_{1Gas 2}}$$

$$\frac{dp_2}{dp_1} = \frac{n * R_{2Gas 1} + R_{2Gas 2} - n * R_{2Gas 2}}{n * R_{1Gas 1} + R_{1Gas 2} - n * R_{1Gas 2}}$$

5 Con $R = \frac{dp}{Q}$ se deduce:

$$\frac{dp_2}{dp_1} = \frac{(n * dp_{2Gas 1} + dp_{2Gas 2} - n * dp_{2Gas 2}) * Q}{(n * dp_{1Gas 1} + dp_{1Gas 2} - n * dp_{1Gas 2}) * Q}$$

$$\frac{dp_2}{dp_1} = \frac{n * dp_{2Gas 1} + dp_{2Gas 2} - n * dp_{2Gas 2}}{n * dp_{1Gas 1} + dp_{1Gas 2} - n * dp_{1Gas 2}}$$

10

Suposición de una evolución de concentración vertical:

Para el cálculo de la concentración de gas se hace la siguiente suposición:

15

$$dp_2 = dp_{2Gas 2} = dp_{2Gas 1}$$

Esto corresponde a una simplificación, dado que la evolución de concentración real de una a otra curva característica, es decir, por ejemplo, del 100% de gas 2 al 100% de gas 1 no discurre de manera vertical, sino a lo largo de una línea inclinada. Este efecto descubierto experimentalmente se representa en la figura 4:

20

Esta simplificación para la determinación de la concentración de gas 2 es admisible, dado que las curvas características del gas 1 y el gas 2 pueden suponerse como paralelas entre sí en un intervalo suficientemente pequeño. De este modo puede emplearse el primer teorema de Tales de la geometría elemental:

25

En el caso de dos rectas que discurren a través de un punto común, que se cortan por dos rectas paralelas, que no discurren a través del punto de corte de las rectas, es aplicable:

Los dos tramos de una recta generados por el punto de corta de las rectas y las rectas paralelas se comportan entre sí tal como los tramos correspondientes de la segunda recta.

30

Aplicado al caso en cuestión en este caso se obtiene así la relación que se deduce de la figura 5 (también representado en este caso a modo de ejemplo mediante las curvas características de aire y CO₂):

$$\overline{VZ} : \overline{VV'} = \overline{RZ} : \overline{RR'}$$

Así se deduce:

$$\frac{dp_2}{dp_1} = \frac{n * dp_2 + dp_2 - n * dp_2}{n * dp_{1Gas 1} + dp_{1Gas 2} - n * dp_{1Gas 2}}$$

35

$$\frac{dp_2}{dp_1} = \frac{dp_2}{n * dp_{1Gas 1} + dp_{1Gas 2} - n * dp_{1Gas 2}}$$

$$\frac{dp_2}{dp_1} = \frac{dp_2}{n * (dp_{1Gas 1} - dp_{1Gas 2}) + dp_{1Gas 2}}$$

5

$$dp_1 = n * (dp_{1Gas 1} - dp_{1Gas 2}) + dp_{1Gas 2}$$

$$n = \frac{dp_1 - dp_{1Gas 2}}{(dp_{1Gas 1} - dp_{1Gas 2})}$$

$$n = \frac{dp_1 - dp_{1Gas 2}}{\Delta P_{1ges}}$$

10

Consideración del valor límite:

$$dp_1 = dp_{1Gas 2} \Rightarrow n = 0 \Rightarrow \text{Gas 2} - \text{contenido del 100\%}$$

$$dp_1 = dp_{1Gas 1} \Rightarrow n = 1 \Rightarrow \text{Gas 2} - \text{contenido del 0\%}$$

15 Estandarización:

Para indicar directamente la concentración de gas 2, se transforma tal como sigue:

$$\text{Concentración de gas 2} = (1 - n) * 100\%[\text{Gas 2}]$$

$$= 1 - \frac{dp_1 - dp_{1Gas 2}}{(dp_{1Gas 1} - dp_{1Gas 2})} * 100\%[\text{Gas 2}]$$

$$= \frac{\Delta p_{1tot}}{\Delta p_{1tot}} - \frac{dp_1 - dp_{1Gas 2}}{\Delta p_{1tot}} * 100\%[\text{Gas 2}]$$

$$= \frac{(dp_{1Gas 1} - dp_{1Gas 2})}{\Delta p_{1tot}} - \frac{(dp_1 - dp_{1Gas 2})}{\Delta p_{1tot}} * 100\%[\text{Gas 2}]$$

$$= \frac{(dp_{1Gas 1} - dp_1)}{\Delta p_{1tot}} + \frac{-dp_1 + dp_{1Gas 2}}{\Delta p_{1tot}} * 100\%[\text{Gas 2}]$$

$$= \frac{(dp_{1Gas 1} - dp_1)}{\Delta p_{1tot}} * 100\%[\text{Gas 2}]$$

20

dp1_{Gas 1} y dp1_{Gas 2} tiene que determinarse con el respectivo valor de medición dp2 a partir de las curvas características de calibración. dp1 es un valor de medición.

Corrección de la presión absoluta

5 Las fluctuaciones de presión absoluta conducen a la variación del estado de la mezcla de gases. Con ello va asociada una variación de las propiedades de corriente, con lo que puede provocarse un error de medición. Este error debe corregirse de manera correspondiente. Para ello, con la construcción de calibración representa se determina experimentalmente una fórmula de corrección.

10 Corrección de la temperatura

15 De manera análoga a las fluctuaciones de presión absoluta, una fluctuación de la temperatura tiene un efecto sobre el resultado de medición. La corrección tiene lugar por medio de la utilización de la temperatura en una fórmula de corrección determinada experimentalmente.

Procedimiento

20 Por tanto, el procedimiento de medición según la invención se basa en la medición de la caída de presión de una corriente de gas en dos resistencias a la corriente en comparación con una curva de calibración. Por tanto, para la realización del procedimiento tiene que calibrarse el dispositivo construido en primer lugar por medio de dos gases. Los gases mencionados pueden representar a su vez mezclas, siempre que la razón de mezclado permanezca constante, tal como, por ejemplo, en el caso de usar aire.

25 El procedimiento según la invención permite la determinación del porcentaje de CO₂ de aire en dispositivos técnicos médicos, por ejemplo, aparatos de respiración artificial o insufladores.

REIVINDICACIONES

- 1.- Dispositivo para la determinación del porcentaje de CO₂ de aire en circulación en dispositivos técnicos médicos,
5 caracterizado por
- un conducto de corriente que contiene al menos dos resistencias a la corriente con en cada caso un sensor de presión diferencial, que están conectados en serie, presentando las al menos dos resistencias a la corriente diferentes curvas características.
10
- 2.- Dispositivo según la reivindicación 1, presentando una de las resistencias a la corriente una curva característica lineal y otra resistencia a la corriente una curva característica cuadrática.
- 3.- Dispositivo según la reivindicación 1 o 2, formándose una resistencia a la corriente por un filtro de metal sinterizado y otra resistencia a la corriente por una placa perforada.
15
- 4.- Dispositivo según al menos una de las reivindicaciones 1-3, como parte de un insuflador técnico médico o de un aparato de respiración artificial.
- 5.- Procedimiento para la determinación del porcentaje de CO₂ de aire en circulación en dispositivos técnicos médicos, caracterizado porque el aire se conduce a través de un conducto de corriente, que contiene al menos dos resistencias a la corriente, conteniendo al menos una resistencia a la corriente un sensor de presión diferencial y la otra resistencia a la corriente o bien un sensor de presión diferencial o un sensor de flujo másico, que están conectados en serie, presentando las al menos dos resistencias a la corriente diferentes curvas características y determinándose la concentración de gas mediante la determinación de la respectiva caída de presión en las resistencias a la corriente por medio de una curva de calibración.
20
25
- 6.- Procedimiento según la reivindicación 5, presentando una de las resistencias a la corriente una curva característica lineal y otra resistencia a la corriente una curva característica cuadrática.
30
- 7.- Procedimiento según la reivindicación 5 o 6, formándose una resistencia a la corriente por un filtro de metal sinterizado y otra resistencia a la corriente por una placa perforada.
- 8.- Procedimiento según la reivindicación 5, presentando una de las resistencias a la corriente un sensor de flujo másico térmico.
35
- 9.- Procedimiento según al menos una de las reivindicaciones 5-8, en la insuflación o respiración técnica médica.

Figura 1: Representación de la construcción de medición:

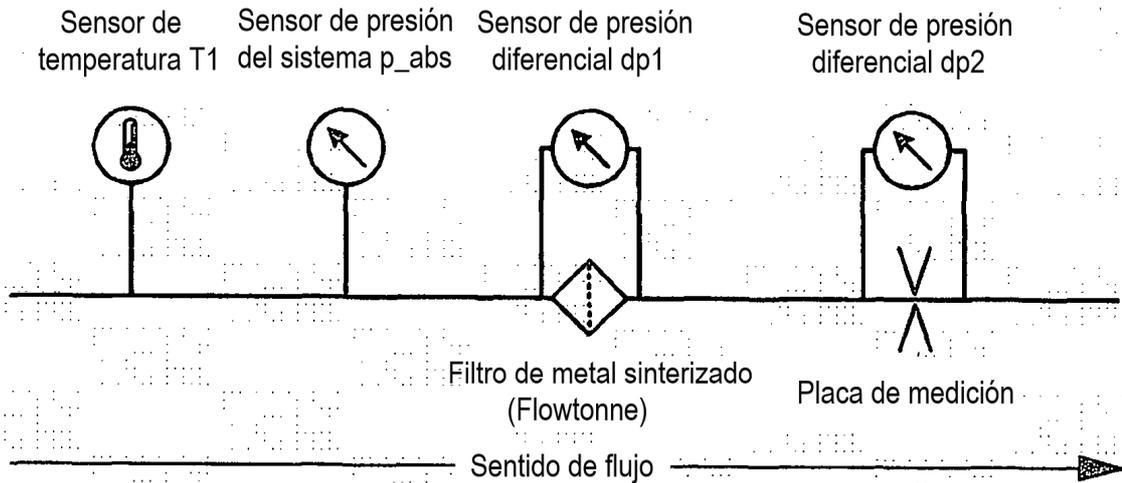


Figura 1: Diagrama neumático de la construcción de medición

Figura 2: Representación de la construcción de calibración

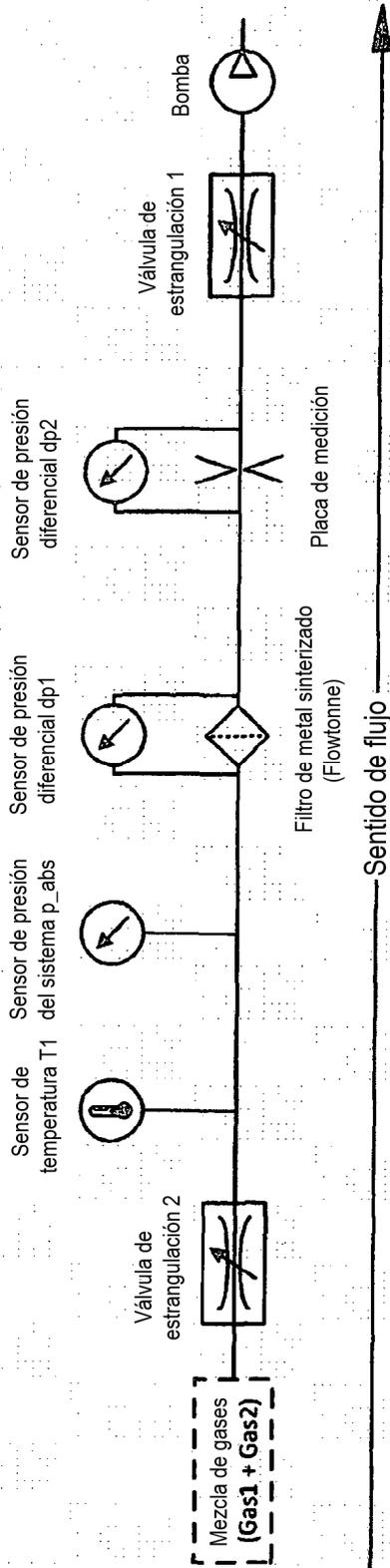


Figura 2: Diagrama neumático de la construcción de calibración en el ejemplo de aire y CO2

Figura 3: Representación de curvas características de calibración

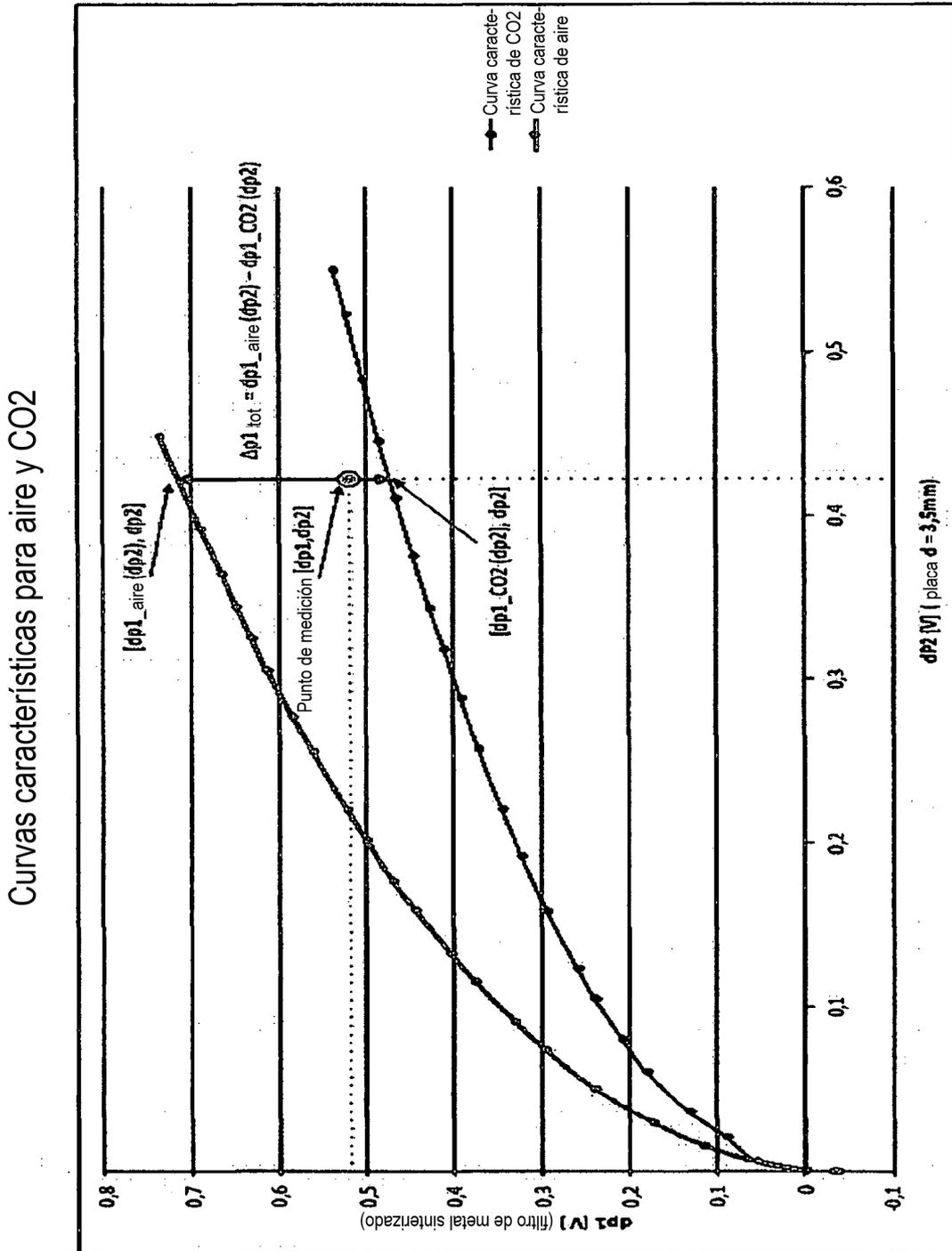


Figura 3: Curvas características de aire y CO2

dp1_aire(dp2): dp1 valor que puede asociarse a un valor de medición dp2 mediante la curva característica del aire

dp1_CO2(dp2): dp1 valor que puede asociarse a un valor de medición dp2 mediante la curva característica del CO2

Figura 4:

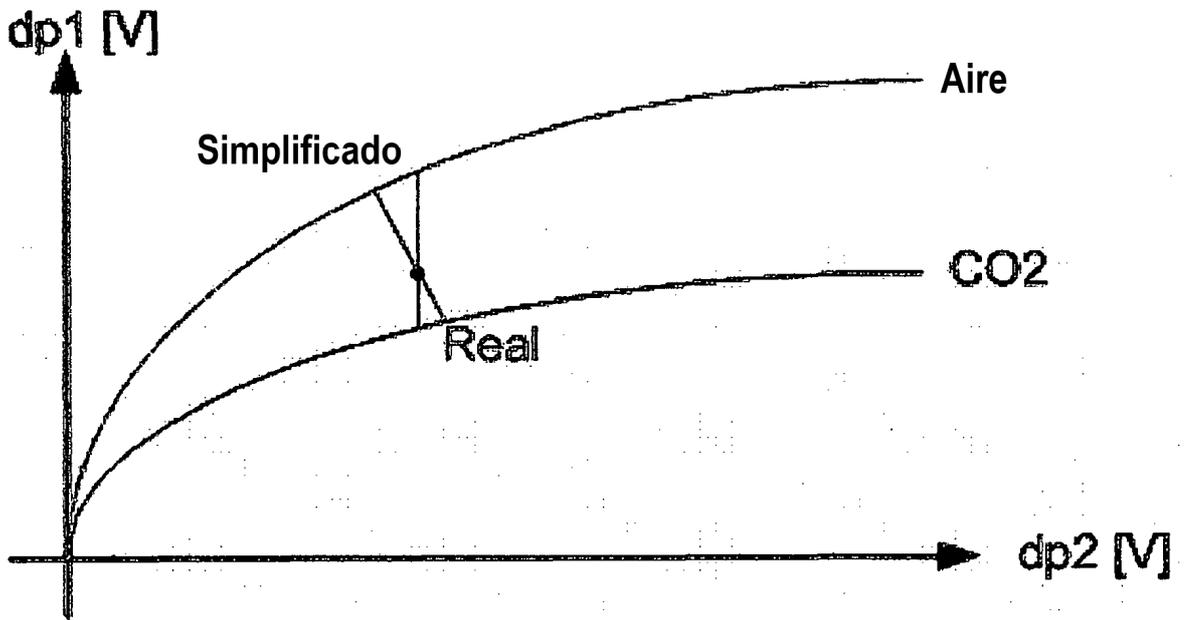


Figura 4: Simplificación en la determinación de los valores $dp1/(dp2)$ del aire y del CO_2

Figura 5:

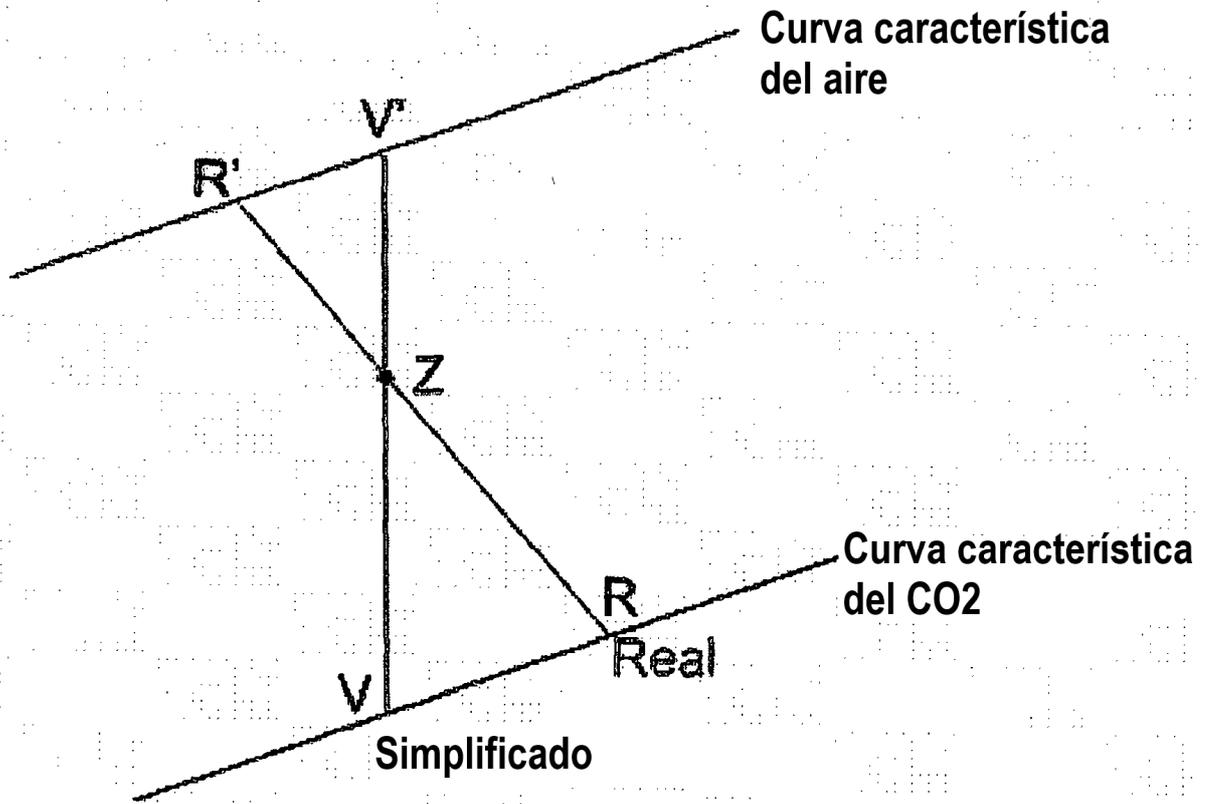
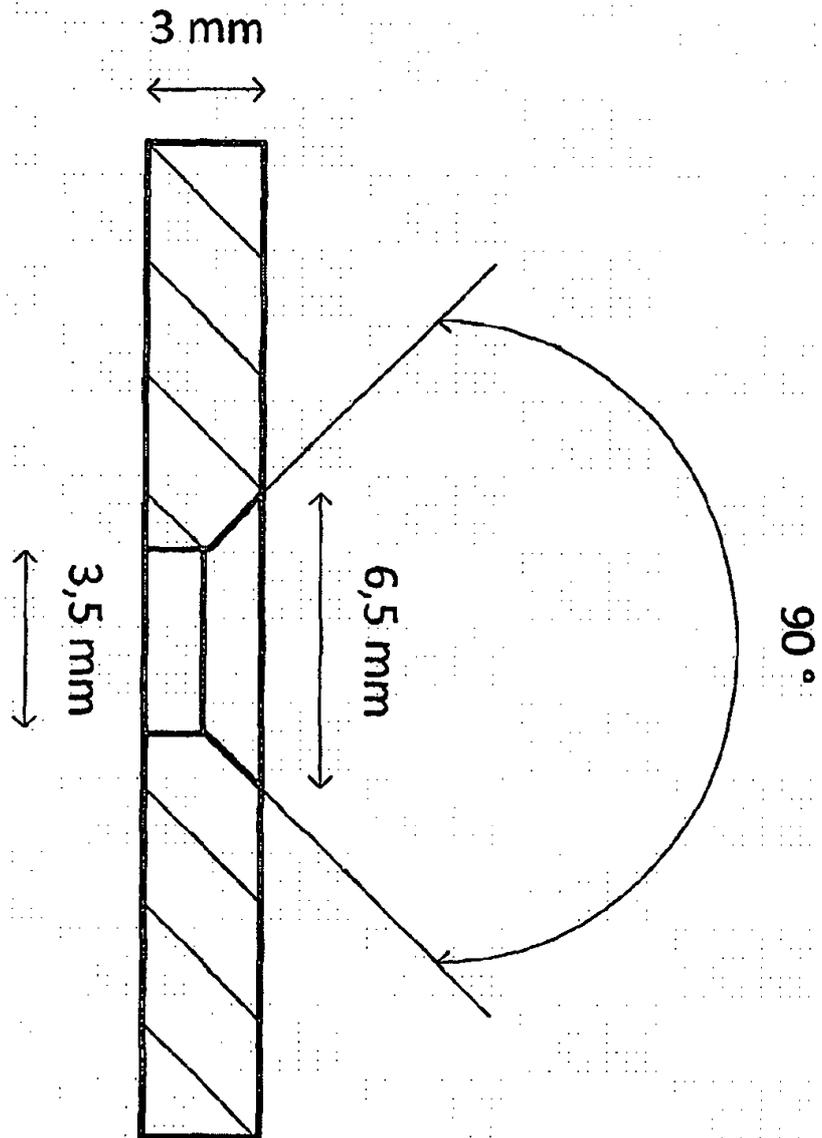


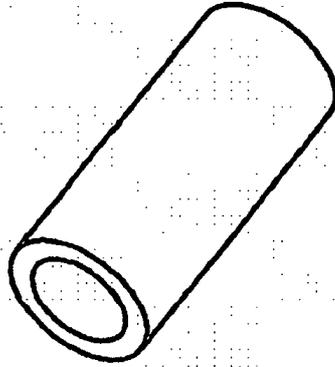
Figura 5: Fundamento de la simplificación mediante el primer teorema de

Figura 6:

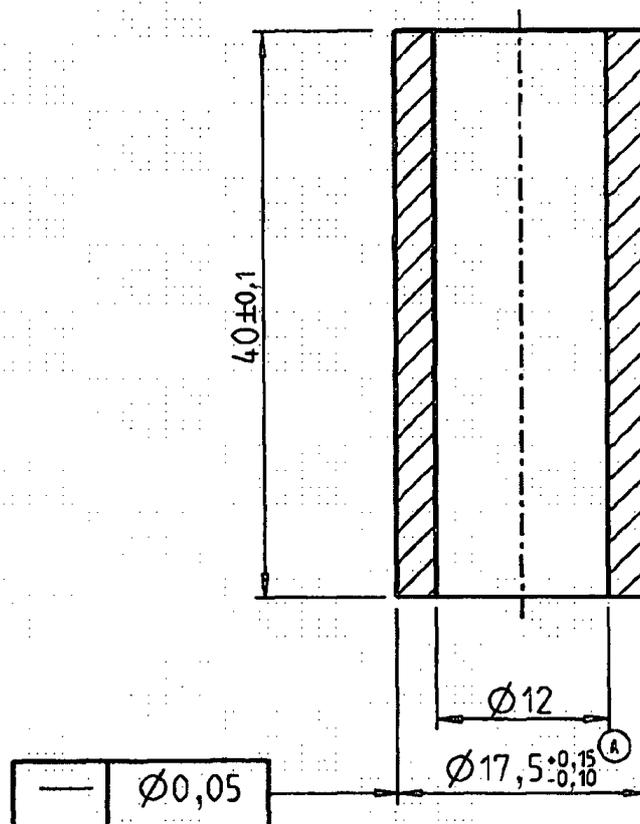


Placa perforada (acotación)

Figura 7:



a) Filtro de metal sinterizado como cilindro hueco (vista desde fuera)



b) Filtro de metal sinterizado (medidas), tamaño de poro $35 \mu\text{m}$