

4 1 1 0 4 5

24



G01L 9/08, 13/06 1/608 B 13/20

P.- 53.361
We Case Nº 42.340

Int. Cl. G 0 1 L / G 0 8 B

MEMORIA DESCRIPTIVA para solicitar

F.E. 20-3-75

PATENTE DE INVENCION en ESPAÑA por VEINTE años

A nombre de WESTINGHOUSE ELECTRIC CORPORATION

entidad norteamericana

establecida en Westinghouse Building, Gateway Center,
Pittsburgh, Pensilvania, Estados Unidos de
América.

por: "UNA DISPOSICION SENSIBLE A UNA DIFERENCIA DE PRESIONES
PARA GENERAR UNA SEÑAL ELECTRICA INDICATIVA DE LA DIFE-
RENCIA DE PRESIONES DE UN FLUIDO"

(Clase Internacional H02h)

411645

24



La invención se refiere a un transductor de presión diferencial.

Un aparato de seguridad sensible a la presión está descrito y reivindicado en la patente norteamericana número 3.438.021, concedida el 8 de abril de 1.969 y cedida al cesionario de la presente invención. Un par de tubos llenos de fluido situados en una relación espaciada, típicamente del orden de 0,60 a 1,5 metros, se utilizan para hacer el aparato de seguridad insensible a los sonidos o perturbaciones lejanos mientras mantiene la sensibilidad para los sonidos y perturbaciones locales. Unos medios transductores individuales están funcionalmente conectados a cada uno de los tubos llenos de fluido.

La teoría de funcionamiento del sistema de dos tubos es que una perturbación o cambio lejano de las condiciones atmosféricas afectará a cada tubo de manera similar y que disponiendo un circuito eléctrico nulo a la salida de los medios transductores, una presión igual aplicada a los dos tubos dará lugar a una señal de salida neta nula. En el caso de una perturbación local que dé lugar a una presión desigual aplicada a los dos tubos, el circuito de compensación desarrollará una señal eléctrica que es una función de la diferencia de presiones aplicada a los tubos. Esta señal está disponible para alarma de detección de intrusos.

411645

24 MAR 1973



Un sistema transductor descrito en la anteriormente citada patente norteamericana describe el uso de dos transductores de presión separados, las salidas de los cuales están combinadas eléctricamente en una relación de
5 oposición. Cada transductor comprende un elemento de diafragma y un elemento transductor de cristal sensible a la desviación, funcionalmente asociado a cada elemento de diafragma. La respuesta eléctrica de cada transductor se combina de manera que señales eléctricas iguales correspondientes
10 a iguales presiones aplicadas tiendan a anularse mutuamente.

Un inconveniente inherente a este sistema es que no se puede mantener un equilibrio eléctrico exacto entre los respectivos elementos transductores, puesto que
15 los elementos de cada detector presentan una peculiar sensibilidad a las variaciones del esfuerzo mecánico, de temperatura y al envejecimiento.

Además, cada transductor de presión funciona como un transductor de presión de tipo manométrico, en
20 el cual una superficie del elemento de diafragma está sometida a la presión de línea estática del tubo lleno de fluido y la superficie opuesta está sometida a una presión ambiente. Bajo estas condiciones, las elevadas presiones de línea estáticas tienden a desarrollarse en un cierto periodo
25 de tiempo causando un desequilibrio nulo en el transductor.

411645



Todavía otro problema encontrado en el trans-
ductor de diafragma único es una resonancia mecánica indeseable
de las combinaciones diafragma individual-cristal a una fre-
cuencia de aproximadamente 15 Hertz, que es producida por
5 el fluido másico en el tubo, que actúa contra la combina-
ción diafragma-cristal del tipo manométrico.

Es un objeto de la presente invención propor-
cionar un transductor de presión diferencial que pueda ser
utilizado en el sistema anteriormente descrito para salvar
10 sustancialmente los inconvenientes enumerados de los siste-
mas transductores anteriores.

Con este objeto a la vista, la presente inven-
ción reside en un conjunto de presión diferencial para gene-
rar una señal eléctrica indicativa de diferencia de presio-
15 nes de fluido, caracterizado por un conjunto sensible a la
presión que incluye primero y segundo elementos de diafrag-
ma flexibles situados en una relación espaciada definiendo un
volumen interno entre superficies internas adyacentes de di-
chos elementos de diafragma primero y segundo, unos medios
20 transductores de cristal piezo-eléctrico sensibles a la des-
viación o deflexión, montados en la superficie interna de di-
cho primer elemento de diafragma flexible, siendo el espesor
de dicho primer elemento de diafragma flexible suficientemen-
te grande, con respecto al espesor de los medios transducto-
25 res de cristal piezo-eléctrico, para establecer el plano neu-

411645 24



tro de la combinación formada por dicho primer diafrag-
ma flexible y dichos medios de transductor de cristal pie-
zo-eléctrico de dicho primer elemento de diafragma flexi-
ble, y medios de acoplamiento introducidos dentro de di-
5 cho volumen interno para proporcionar acoplamiento me-
cánico entre dichos primero y segundo elementos de dia-
fragma, proporcionando dichos medios de acoplamiento de
flexión similar de dichos elementos de diafragma flexi-
bles primero y segundo en la magnitud de deflexión y di-
10 rección de deflexión en respuesta a una diferencia neta
de presiones de fluido existente en la superficie externa
de dichos elementos de diafragma primero y segundo, produ-
ciendo dichos medios de transductor piezo-eléctrico sensi-
bles a la deflexión una señal eléctrica medible indicati-
15 va de la diferencia de presiones de fluido.

Deseablemente, el espesor de los dia-
fragmas se mantiene grande en relación con el espesor del
disco de cristal para establecer el plano neutro de la com-
binación de disco de cristal piezo-eléctrico y diafragma
20 dentro del diafragma para asegurar la sensibilidad óptima
del disco de cristal a las deflexiones resultantes de los
cambios de presión. El plano neutro está definido de mane-
ra que sea la cara intermedia entre el esfuerzo de compresión
y el esfuerzo de tracción de la combinación de diafrag-
25 ma y disco de cristal piezo-eléctrico desviada.

411645



Los discos de cristal piezo-eléctrico son aproximadamente de 25,4 mm de diámetro y de aproximadamente 0,38 mm de espesor, mientras que los diafragmas son de aproximadamente 63,5 mm de diámetro y 0,5 mm de espesor. Los medios de acoplamiento que se extienden entre los centros aproximados de los discos de cristal separados corresponden esencialmente a una barra de metal de aproximadamente 3,2 mm de diámetro y de 0,76 mm de espesor.

10 La superficie exterior de uno de las combinaciones de disco de cristal piezo-eléctrico y diafragma está sometida a la presión de fluido de uno de los tubos llenos de fluido, mientras que la superficie externa de la otra combinación de disco de cristal piezo-eléctrico y diafragma está sometida a la presión de fluido del otro tubo lleno de fluido. Unos conductores eléctricos estén conectados entre las combinaciones de discos de cristal piezo-eléctrico y diafragmas y un circuito de vigilancia eléctrica a distancia para transmitir la señal eléctrica neta resultante a partir de la desviación o deflexión de presión de las combinaciones de discos de cristal piezo-eléctrico y diafragmas, que da lugar a un esfuerzo de tracción en uno de los discos de cristal piezo-eléctrico y a un esfuerzo de compresión en el otro disco de cristal piezo-eléctrico, hasta el circuito de vigilancia eléctrico, co

411645 24



mo una indicación de la diferencia de presiones entre los dos tubos llenos de fluido. El volumen definido entre las combinaciones de discos de cristal piezo-eléctrico y diafragmas se llena con un material deformable, tal como aire o un caucho de silicona. El uso de un material deformable en este volumen, combinado con el uso de los medios de acoplamiento, que establecen contacto con una superficie mínima de los discos de cristal respectivos, proporciona una sensibilidad de transductor deseable a los cambios de presión. Además, el uso de medios de acoplamiento para proporcionar una interconexión mecánica de dorso con dorso entre las dos combinaciones de disco de cristal piezo-eléctrico y diafragma proporciona el equilibrio mecánico y eléctrico deseado para el transductor de presión diferencial, bidireccional. El problema de frecuencia de resonancia encontrado en el transductor de presión de disco de cristal piezo-eléctrico y diafragma único de la técnica anterior se elimina mediante el uso de dos diafragmas, ya que esta última disposición aumenta la rigidez global del transductor de presión, que, a su vez, eleva la frecuencia de resonancia hasta un valor capaz de ser amortiguado por los tubos llenos de fluido.

Además, la disposición bidireccional de las combinaciones de disco de cristal piezo-eléctrico y diafragma reducen al mínimo los efectos adversos de los aumentos

411645

24



tos de la presión de línea estática de los tubos llenos de fluido al exponer simultáneamente ambas combinaciones de disco de cristal piezo-eléctrico y diafragma a los cambios de presión de línea estática, evitando de este modo una desviación neta y manteniendo la sensibilidad original,

Con el fin de que la invención pueda ser más fácilmente comprendida, se describirán a continuación realizaciones convenientes de la misma, a modo de ejemplo, haciendo referencia a los dibujos que se acompañan, en los cuales:

La figura 1 es una vista esquemática que muestra una realización preferida de la invención;

La figura 2 es una vista en sección que muestra la conexión de los tubos llenos de fluido de la figura 1 a los medios de transductor de presión diferencial, bidireccionales;

La figura 3 muestra la reacción de las combinaciones de disco de cristal y diafragma de los transductores de la figura 2 a cambios de la presión de fluido en los tubos llenos de fluido de la realización de la figura 1; y

La figura 4 es una ilustración en sección de una realización alternativa de la invención.

Haciendo referencia a la figura 1, se mues

13.3.73
FO

411645



tra en ella esquemáticamente un aparato 10 de seguridad sensible a la presión, oculto debajo de la superficie de la tierra para proporcionar la detección de intrusos. El aparato de seguridad 10 comprende esencialmente un par de
5 tubos 12 y 14 llenos de fluido y un dispositivo 16 sensible a la presión diferencial, Los tubos 12 y 14 están compuestos de materiales deformables, tales como caucho, y cada tubo está lleno de un gas incompresible o un líquido.

Para proporcionar la detección de intrusos para una zona protegida, se disponen una pluralidad de aparatos de seguridad 10, cada uno de los cuales incluye un preamplificador 18, en torno al perímetro de la zona protegida. En la práctica de esta invención, la unidad de vigilancia 22 está conectada para responder a la
10 salida del preamplificador 18.

Con objeto de comprobar el funcionamiento en línea del dispositivo de presión diferencial 16, se imprime una señal de interrogación procedente del generador de señales 36 en los transductores de interrogación
20 30 y 32 situados dentro del alojamiento 34. La señal de interrogación se puede imprimir simultáneamente en los tubos 12 y 14 llenos de fluido para comprobar la compensación o igualación a cero del dispositivo sensible a la presión diferencial, y se puede imprimir, alternativamente, en los
25 tubos 12 y 14 para comprobar los calibrados de desviación




positiva y negativa del dispositivo 16 sensible a la presión. La descripción y el funcionamiento de un transductor de interrogación se representa en la patente norteamericana referenciada.

5 El dispositivo 16 sensible a la presión diferencial está ilustrado en sección en la figura 2 como comprendiendo un transductor de presión 50 que está herméticamente encerrado dentro de un alojamiento 70.

10 El transductor de presión comprende discos 52 y 54 de cristal cerámico piezo-eléctrico asegurados centralmente en los diafragmas 53 y 55 sensibles a la presión, respectivamente, y un espaciador relativamente rígido 56 situado entre los discos de cristal 52 y 54 en contacto de apoyo con la parte central de las superficies adyacentes de los discos de cristal. El cierre o junta tórica 60 mantiene la separación periférica de los diafragmas de presión 53 y 55, que son típicamente discos de acero inoxidable, en tanto que las juntas tóricas 62 y 63, que están situadas en el adaptador de estanqueidad 64, proporcionan un cierre hermético del transductor de presión 50 dentro del alojamiento 70, dividiendo con ello el alojamiento 70 en dos cámaras de fluido 72 y 74. La cámara 72 es ocupada por el fluido del tubo 12 y la cámara 14 es ocupada por el fluido del tubo 14. Unos cables conductores eléctricos 66 se extienden desde los discos de cristal 52 y 54, a

15
20
25

411645 24  73

través del anillo tórico 60 y un interconector eléctrico 68, hasta el preamplificador 18. Los discos de cristal 52 y 54 están conectados eléctricamente en paralelo y transmiten una señal eléctrica neta de una cierta polaridad al amplificador 18 en respuesta a la deflexión del transductor en un sentido y una señal eléctrica de polaridad opuesta en respuesta a la deflexión del transductor 50 en el sentido opuesto.

Una conexión mecánica imperativa, directa, entre la combinación de diafragmas y discos de cristal por el espaciador 56 asegura deflexiones idénticas de ambas combinaciones de diafragmas y discos de cristal en respuesta a los cambios de presión diferencial en las tuberías llenas de fluido, estableciendo de este modo un equilibrio eléctrico continuo de los discos de cristal 52 y 54 del transductor 50.

El espaciador rígido 56 puede estar asegurado mecánicamente a los discos de cristal o, para facilidad de fabricación del transductor 50, el espesor del espaciador rígido 56 puede ser mayor que la separación entre las superficies adyacentes de los discos de cristal 52 y 54, de tal manera que la inserción del espaciador rígido 56 entre las superficies adyacentes de los discos de cristal hará que se deformen los miembros 53 y 55 del diafragma ligeramente hacia fuera de manera que actúen en compresión



411645

sobre el espaciador rígido 56 para retenerlo en posición entre los discos de cristal.

El uso de un material de relleno deformable, tal como aire o caucho de silicona, en el volumen
5 76 definido dentro del transductor 50 ó los diafragmas herméticamente cerrados 53 y 55 acoplados con el uso de un espaciador rígido de diámetro relativamente pequeño proporciona una sensibilidad deseable al transductor de presión. El uso de los elementos dobles de diafragmas 53
10 y 55, en contraste con el transductor de presión usual de diafragma único, identificado en la anteriormente citada patente norteamericana, aumenta la rigidez del transductor 50 lo suficiente para elevar la frecuencia de resonancia del transductor 50 a un valor superior a 15 Hertz,
15 la cual puede ser fácilmente amortiguada por las tuberías flexibles 12 y 14, eliminando con ello los problemas mecánicos de resonancia originados por el transductor de diafragma único.

Además, el diseño bidireccional del transductor de presión 50 en el cual la presión de fluido es aplicada a ambos lados, reduce significativamente las deformaciones del transductor que se producían en los transductores de tipo manométrico usuales cuando se sometían a cambios de presión de línea estática, y elimina sustancialmente el desequilibrio eléctrico que resulta de las mismas.
25

411645

24



73

Una desviación mecánica del transduc-
tor 50 en respuesta a presiones desiguales en las cáma-
ras 72 y 74 se ilustra en la figura 3. En la fabricación
del transductor 50 es importante mantener el espesor del
5 diafragma suficientemente grande con respecto a los dis-
cos de cristal para asegurar que existan los planos neutros
de las respectivas combinaciones de discos de cristal y dia-
fragma en los elementos del diafragma con el fin de asegu-
rar la óptima sensibilidad eléctrica de los discos de cris-
10 tal, en tantonque se evita que el espesor de los diafragmas
alcance un valor que haría que el transductor fuera excesi-
vamente rígido, reduciendo con ello la sensibilidad a la pre-
sión.

Aunque el transductor 50 descrito hasta
15 aquí utiliza dos discos de cristal para proporcionar sime-
tría operacional, así como una duplicación de los elementos
del transductor para proporcionar una reserva en el caso de
que falle uno de los discos de cristal, esta redundancia
puede ser eliminada como se ilustra en la figura 4. En es-
20 ta realización, el espaciador rígido se extiende entre un
único disco de cristal y la superficie de un diafragma. La
manifestación eléctrica de un cambio en la presión diferen-
cial de fluido es generada por el disco de cristal único.

En cualquier realización, es evidente que
25 el espaciador rígido 56 puede funcionar como un contacto eléc-

411645



trico con los discos de cristal si el espaciador se fabri
ca a partir de un material conductor eléctrico apropiado,
en cuyo caso estaría conectado al espaciador un terminal
eléctrico.

5

REIVINDICACIONES

Los puntos de invención propia y nueva
que se presentan para que sean objeto de esta solicitud de
Patente de Invención en España, por VEINTE años, son los
que se recogen en las reivindicaciones siguientes:

10

1ª.- Una disposición sensible a una dife-
rencia de presiones para generar una señal eléctrica indi-
cativa de la diferencia de presiones de un fluido, carac-
terizada por un conjunto sensible a la presión que incluye
elementos de diafragma flexibles primero y segundo situados
15 en una relación de separación definiendo un volumen interno

13.3.73
FC

- 14 -

mle

411645



entre superficies internas adyacentes de dichos elementos de diafragma primero y segundo, unos medios de transductores de cristal piezo-eléctrico sensibles a la deflexión o desviación, montados en la superficie interna del citado primer elemento de diafragma flexible, siendo el espesor de dicho primer elemento de diafragma flexible suficientemente grande, con respecto al espesor de los medios de transductor de cristal piezo-eléctrico, para establecer el plano neutro de la combinación formada por dicho primer diafragma flexible y dichos medios de transductor de cristal piezo-eléctrico en dicho primer elemento de diafragma flexible, y medios de acoplamiento introducidos dentro de dicho volumen interno para proporcionar acoplamiento mecánico entre dichos elementos de diafragma primero y segundo, proporcionando dichos medios de acoplamiento deflexión análoga de dichos primero y segundo elementos de diafragma flexible, en la magnitud de deflexión y en la dirección de deflexión, en respuesta a una diferencia neta de presión de fluido existente en la superficie externa de dichos elementos de diafragma primero y segundo, produciendo dichos medios de transductor piezo-eléctrico sensibles a la deflexión una señal eléctrica medible indicativa de la diferencia de presiones del fluido.

25 2*.- Una disposición según la reivindicación 1*, caracterizada porque dichos medios de acoplamiento

13.3.73
FC

mlc

411645



to están constituidos por un material deformable que lle
na sustancialmente dicho volumen interno.

3ª.- Una disposición según la reivin-
dicación 1ª, caracterizada porque dichos medios de aco-
5 plamiento están constituidos por un espaciador relativa-
mente rígido situado entre los centros aproximados de di-
chos primero y segundo elementos de diafragma flexible y
que tocan las superficies internas de dichos primero y
segundo elementos de diafragma flexible.

10 4ª.- Una disposición según la reivin-
dicación 3ª, caracterizada porque la relación del área de
la sección transversal de dicho disco de cristal piezo-eléc-
trico al área de la sección transversal de dicho espaciador
relativamente rígido es mayor que 10:1.

15 5ª.- Una disposición según la reivindi-
cación 3ª ó la 4ª, caracterizada porque la combinación de
dichos primero y segundo elementos de diafragma flexibles
y dicho elemento espaciador relativamente rígido estable-
ce una frecuencia de resonancia del transductor de presión
20 diferencial que es mayor que 15 Hertz.

25 6ª.- Una disposición según las reivindi-
caciones 1ª, 2ª, 3ª, 4ª ó 5ª, caracterizada por un segundo
disco de cristal piezo-eléctrico montado en la superficie
interna de dicho segundo elemento de diafragma flexible,
unos medios de conductor eléctrico para interconectar el pri

13.3.73
FC

ME

411645

24



mero y el segundo discos de cristal piezo-eléctrico, y medios de circuito eléctrico operativamente conectados a dicho conductor eléctrico para vigilar dicha señal eléctrica producida por dichos discos de cristal piezo-eléctrico eléctricamente interconectados como indicación de la diferencia de presión entre el fluido en contacto con la superficie externa de dicho primer elemento de diafragma flexible y el fluido en contacto con la superficie externa de dicho segundo elemento de diafragma flexible.

10 7ª.- Una disposición según las reivindicaciones 1ª, 2ª, 3ª, 4ª ó 5ª, caracterizada porque ambas caras del disco de cristal piezo-eléctrico están sometidas a tracción durante la desviación de dicho primer elemento de diafragma flexible en un sentido, y ambas caras de dicho disco de cristal piezo-eléctrico están en compresión en respuesta a la desviación de dicho primer elemento de diafragma flexible en el sentido opuesto,

15 8ª.- Una disposición según la reivindicación 6, caracterizada porque ambas caras de dicho primer disco de cristal piezo-eléctrico están sometidas a tracción, y ambas caras de dicho segundo cristal piezo-eléctrico están sometidas a compresión en respuesta a la desviación de dichos primer y segundo elementos de diafragma en un primer sentido, y ambas caras de dicho primer disco de cristal piezo-eléctrico están sometidas a compresión

13.3.73
FC

ME

411645

24



y ambas caras de dicho segundo disco de cristal piezo-
eléctrico están sometidas a tracción en respuesta a la
desviación de dichos primero y segundo elementos de dia-
fragma flexibles en el sentido opuesto.

5 9ª.- UNA DISPOSICION SENSIBLE A UNA
DIFERENCIA DE PRESIONES PARA GENERAR UNA SEÑAL ELECTRI
CA INDICATIVA DE LA DIFERENCIA DE PRESIONES DE UN FLUI
DO.

10 Tal y como se ha descrito en la Memoria
que antecede, representado en los dibujos que se acompa-
ñan y para los fines que se han especificado.

Esta Memoria consta de dieciocho hojas
escritas a máquina por una sola cara.

Madrid, 24 MAR. 1973

15

P.A.

Alfonso de Elizaburu
Firma manuscrita con una línea horizontal debajo.

mlc

411645 24 MAR 1939

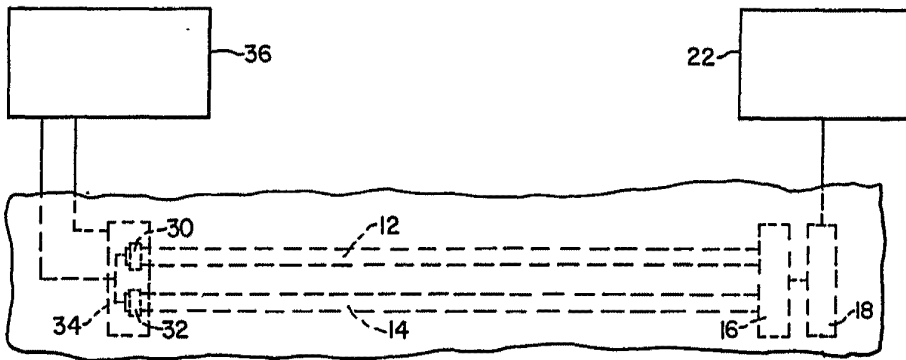


FIG. 1.

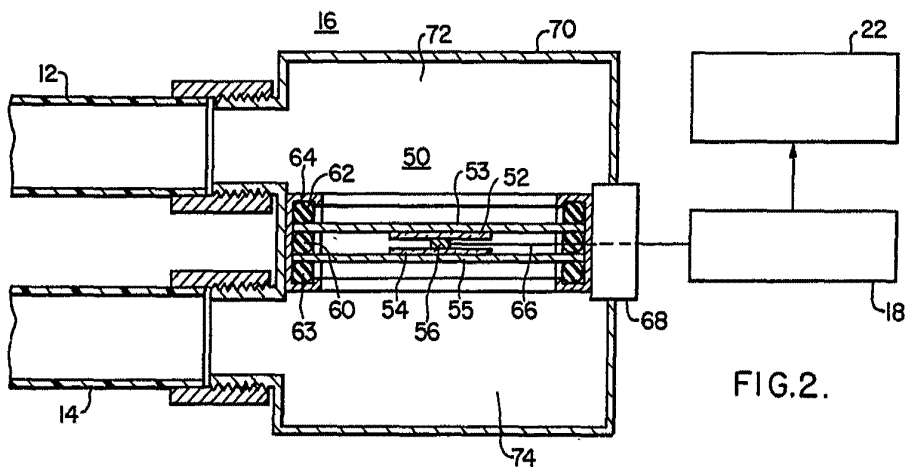


FIG. 2.

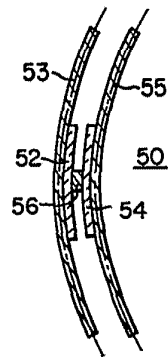


FIG. 3.

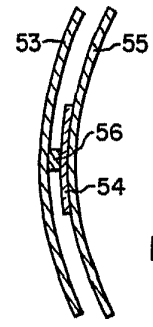


FIG. 4.

Alberto de Zizaburu
Per Lodov.