

MINISTERIO DE INDUSTRIA
REGISTRO DE LA PROPIEDAD INDUSTRIAL



ESPAÑA

19 ES	11 NUMERO	10 A1
21	447.499	
22	FECHA DE PRESENTACION	
	30-4-1976	

P.- 62.951

JMF/KME/18186/
75

PATENTE DE INVENCION

30 PRIORIDADES:	32 FECHA	33 PAIS
31 NUMERO		
18186/75	1-5-75	Gran Bretaña

47 FECHA DE PUBLICIDAD	51 CLASIFICACION INTERNACIONAL	62 PATENTE DE LA QUE ES DIVISIONARIA
	G01P	

64 TITULO DE LA INVENCION
"UN ACELEROMETRO ANGULAR"

71 SOLICITANTE (S)
BROWN BROTHERS & COMPANY LIMITED

DOMICILIO DEL SOLICITANTE
Rosebank Iron Works, Broughton Road, Edinburgh, Escocia

72 INVENTOR (ES)
Charles Kenneth Benington

73 TITULAR (ES)

74 REPRESENTANTE
DON ALBERTO DE ELZABURU MARQUEZ

1 Este invento se refiere a acelerómetros y, en particular, a acelerómetros para medir aceleración angular.

5 En situaciones en las que un cuerpo en movimiento está sometido a una fuerza que tiende a mover el cuerpo desde una posición deseada de reposo, suele requerirse que haya un aparato de estabilización adaptado al cuerpo con la finalidad de percibir la fuerza perturbadora y aplicar una fuerza antagonista para mantener el cuerpo tan cerca de la posición de reposo deseada como sea posible. Tal situación
10 se produce a bordo de un barco, donde el movimiento de las olas y del viento tiende a hacer que el barco se mueva separándose de la posición de equilibrio. Aunque los barcos, y también los aviones y algunos otros vehículos, pueden ser sometidos a diversas formas diferentes de movimiento, el
15 más objetable desde el punto de vista de comodidad de los pasajeros en los barcos de pasajeros y de eficacia en combate en los barcos de guerra, es usualmente el movimiento de balanceo. Para que la fuerza que se opone al balanceo pueda ser generada a tiempo para contrarrestar en un grado
20 suficiente para eliminar o reducir sensiblemente los aspectos objetables de tal movimiento, es esencial que sea percibido el comienzo de un movimiento de balanceo y sea hecha una determinación de la gravedad futura del movimiento, de modo que puede ser aplicada la fuerza antagonista apropiada
25 tan inmediatamente al comienzo del movimiento como sea posible. El parámetro que proporciona la información básica es el parámetro de aceleración angular. A partir de este parámetro es posible obtener los valores del ángulo de balanceo y de la velocidad de balanceo.

30 Son ya conocidos acelerómetros para medir la ace-

1 leraación angular, pero la medición directa de la aceleración angular de baja magnitud, tal como la que se experimenta en el movimiento de balanceo de un barco, exige un aparato complicado y bastante voluminoso.

5 La aceleración angular es una función cuadrática, y por consiguiente cualquier error en la detección del valor verdadero de la aceleración aparece en la señal de salida de los tipos conocidos de acelerómetros angulares con una magnitud que es el cuadrado del error original. Así, para que el error en la señal de salida sea de una magnitud aceptable, el error en la detección puede ser de tal solo la raíz cuadrada del error en la señal de salida. Puesto que la fuente más corriente de error en la detección de la aceleración por acelerómetros angulares resulta de las tolerancias de trabajos que han de permitirse en el procedimiento de fabricación de los acelerómetros, tales tolerancias deben mantenerse dentro de límites extremadamente pequeños, a fin de que el cuadrado de los errores resultantes de las tolerancias sea aceptable. Tales tolerancias pequeñas hacen que los acelerómetros angulares de una sensibilidad suficiente sean sumamente costosos de fabricación y especialmente expuestos al desarrollo de defectos en funcionamiento. Supondría un considerable avance en la técnica poder disponer de un acelerómetro angular que no usase señales que variasen cuadráticamente, y un objeto del presente invento es proporcionar tal acelerómetro angular.

20
25
30 En el presente invento se hace uso de un dispositivo conocido como un perceptor de inclinación del tipo de equilibrio de par. Tal perceptor de inclinación incorpora una masa movable que resulta desplazada cuando se inclina

1 el dispositivo y funciona generando un par antagonista y
de restablecimiento para equilibrar el par generado por el
desplazamiento de la masa cuando se inclina el perceptor de
inclinación y para reducir el desplazamiento de la masa a
5 cero, siendo la magnitud de tal par de equilibrado y resta-
blecimiento una medida del ángulo de inclinación. Los diver-
sos pares son pares magnéticos generados eléctricamente. No
obstante, puesto que la masa tiene inercia, una aceleración
del perceptor además del movimiento de inclinación produci-
10 rá un desplazamiento adicional de la masa que es un resul-
tado de la aceleración solamente, proporcionando por consi-
guiente una señal que tiene una componente de inclinación
y una componente de aceleración. Debido a esto, un percep-
tor de inclinación del tipo de equilibrio de par puede con-
15 siderarse como una forma de acelerómetro lineal, aunque
ésta, hablando con rigor, es una designación incorrecta del
dispositivo. En esta Memoria, aunque el dispositivo descri-
to en lo que antecede funciona como un acelerómetro lineal,
será designado por su nombre correcto de perceptor de incli-
20 nación.

Un acelerómetro angular de acuerdo con el invento
incorpora medios para detectar la aceleración angular y
proporcionar una señal de salida que contiene detalles de
la aceleración angular, que es alimentada como una señal
de entrada a un primer integrador, el cual puede ser hecho
25 funcionar para integrar la señal de salida de los medios
para detectar la aceleración angular, para proporcionar con
ello una señal de salida asociada a la velocidad instantá-
nea, la cual es alimentada a un segundo integrador, el cual
30 puede ser hecho funcionar para integrar la señal precedente

1 del primer integrador para proporcionar con ello una señal
de salida asociada al ángulo de oscilación, y se caracteri-
za porque dos perceptores de inclinación del tipo de equili-
brio de par, ambos capaces de proporcionar señales de sali-
5 da y ambos orientados en dirección para ser sensibles a las
aceleraciones que tengan lugar en la dirección a lo largo
de la cual tiene lugar el movimiento de aceleración angular
que ha de ser medido y espaciados uno de otro en una direc-
ción transversal a la dirección a lo largo de la cual tiene
10 lugar el movimiento de aceleración angular, están conecta-
dos a un amplificador diferencial capaz de comparar las dos
señales de entrada procedentes de los perceptores de incli-
nación y de proporcionar una señal de diferencia de salida,
la cual es alimentada al primer integrador como la señal de
15 entrada al mismo.

Las salidas del amplificador diferencial, del pri-
mer integrador y del segundo integrador, pueden ser conec-
tadas, además, a un mecanismo de control que incluye un
servomecanismo acoplado a un aparato de estabilización del
20 barco y dispuesto para controlar el aparato de estabiliza-
ción de modo que dicho aparato de estabilización funcione
de conformidad con la información contenida en las señales
de salida del amplificador diferencial, del primer integra-
dor y del segundo integrador.

25 El aparato de estabilización del barco puede in-
corporar aletas de estabilización que se proyecten desde
los costados de un barco y bombas hidráulicas y motores co-
nectados a las aletas, estando conectado para funcionamien-
to el mecanismo de control a las bombas hidráulicas.

30 Como alternativa, el aparato de estabilización

1 puede incorporar al menos un depósito de estabilización dis-
puesto para contener líquido y al menos una bomba asociada
con el depósito para controlar el movimiento del líquido en
el depósito, estando el mecanismo de control acoplado para
5 funcionamiento a la bomba.

En aplicaciones marinas, se ha comprobado que los
periodos de balanceo que más se experimentan están compren-
didos en el margen de 5 a 30 segundos, y que el ángulo de
balanceo total aceptable no debe exceder de 3° para que no
10 resulte incómodo. Se ha comprobado que una separación trans-
versal de 3 metros entre los acelerómetros lineales es sufi-
ciente para proporcionar una sensibilidad capaz de propor-
cionar acción del mecanismo de estabilización con rapidez
suficiente para limitar el ángulo de balanceo a tan solo
15 3° . Bajo estas condiciones, la aceleración que ha de ser
percibida es menor que 0,1 g, y se ha comprobado que esta
baja aceleración queda por completo dentro de la capacidad
del acelerómetro de acuerdo con el invento.

Se ha ilustrado esquemáticamente una realización
20 práctica del invento en los dibujos que se acompañan, en
los cuales la Figura 1 representa un acelerómetro angular
sólo, y la Figura 2 representa el modo en que la salida del
acelerómetro es aplicada a la estabilización de un barco
que tiene estabilizadores de aleta.

En los dibujos, 1 y 2 denotan respectivamente
25 perceptores de inclinación del tipo de equilibrio de par
espaciados uno de otro en una dirección transversal a la
dirección a lo largo de la cual tiene lugar el movimiento
de aceleración para el cual se ha de efectuar la compensa-
ción. En la ilustración se han representado unidos a una
30

1 barra 3, pero por supuesto se comprenderá que la barra 3
puede estar constituida por un miembro de bastidor del cas-
co del barco o por un mamparo. Con el número 4 se ha desig-
nado un amplificador diferencial al cual están conectadas
5 las salidas de los perceptores de inclinación, siendo dichos
amplificadores diferenciales de un tipo conocido capaz de
comparar las dos entradas y de producir una señal de salida
amplificada, la cual es la diferencia algébrica de las dos
señales. El número 5 representa un primer integrador al
10 cual está conectada la salida del amplificador diferencial
4 como la entrada del primer integrador y el número 6 repre-
senta un segundo integrador al cual está conectada la sali-
da del primer integrador como la entrada del segundo inte-
grador. El número 7 representa una unidad de control que
15 está conectada por una conexión eléctrica 8 a la salida del
amplificador diferencial 4, por una conexión 9 a la salida
del primer integrador 5 y por una conexión 10 a la salida
del segundo integrador 6. La conexión 8 lleva la señal di-
rectamente desde el amplificador diferencial 4 y es por tan-
20 to una señal de aceleración angular. Se comprenderá facilmen-
te que cuando la señal procedente del amplificador diferen-
cial 4 es integrada por primera vez, la salida es una señal
que representa la primera integral de la aceleración, la
cual es la velocidad, y por consiguiente la conexión 9 lle-
25 va una señal de velocidad. También se comprenderá que cuando
la señal procedente del amplificador diferencial 4 es inte-
grada dos veces, la doble integral representa el ángulo de
movimiento y la conexión 10 lleva una señal de ángulo. Es-
tas tres señales son combinadas por la unidad de control
30 para producir una señal de control que contiene información

1 referente a la aceleración angular, a la velocidad y al ángulo de movimiento. En la instalación de estabilización se han representado por los números 11 y 12 motores hidráulicos conectados a respectivas aletas de estabilización 13 y 14.

5 El motor 11 es alimentado por una bomba 15 y el motor 12 es alimentado por una bomba 16. La salida de la unidad de control 7 es alimentada al mecanismo de control de las bombas 15 y 16, de modo que de acuerdo con la información contenida en la señal de control procedente de la unidad de control

10 las bombas son hechas funcionar de acuerdo con la aceleración de balanceo del barco, con la velocidad instantánea del movimiento y con el ángulo de oscilación, proporcionando las bombas salidas a los respectivos motores para ajustar la salida 13 y 14 para proporcionar acción de compensación.

15

En la práctica, y con referencia a los dibujos, los dos perceptores de inclinación 1 y 2 son afectados diferencialmente bajo condiciones de balanceo, puesto que sus diferentes distancias desde el eje de balanceo hacen que

20 los mismos experimenten diferentes aceleraciones lineales. La razón para esto es que, aunque el movimiento de los dos perceptores tiene lugar en el mismo intervalo de tiempo, el que está a mayor distancia del eje de balanceo se mueve en el tiempo dado recorriendo una distancia mayor que el otro,

25 y por consiguiente experimenta una alta aceleración lineal. Los perceptores perciben además su ángulo de inclinación, pero debido a que las componentes de inclinación de los dos perceptores son iguales, puesto que ambos perceptores son inclinados el mismo ángulo, y puesto que cualesquiera otras

30 aceleraciones, tales como las resultantes de los movimientos

1 de guiñada y de cabeceo, afectan a ambos perceptores en el
mismo grado, la diferencia algébrica entre las señales pro-
cedentes de los dos perceptores representa la diferencia en
las aceleraciones lineales de los dos perceptores. Puesto
5 que su distancia de separación entre sí es constante y cono-
cida, se puede calcular la aceleración angular del barco que
experimenta el balanceo.

El problema se simplificaría si se pudiera situar
un perceptor en el eje de oscilación, puesto que entonces
10 su salida sería una señal pura de inclinación. En un barco,
sin embargo, esto es imposible debido a que la posición del
eje de oscilación varía según la carga y el asiento del bar-
co, entre otras variables.

Las señales procedentes de los dos perceptores de
15 inclinación son amplificadas en el amplificador diferencial
4 y combinadas para proporcionar una señal diferencia de
salida proporcional a la aceleración angular. La primera
integración de la señal de aceleración angular en el primer
integrador 5 da una señal proporcional a la velocidad de
20 balanceo instantánea y la segunda integración en el segundo
integrador 6 da una señal proporcional al ángulo de balan-
ceo. Estas tres señales aplicadas al mecanismo de control
7 hacen que el mecanismo de control 7 controle las bombas
15 y 16 de manera conocida, para hacer funcionar el aparato
de estabilización 11, 12, 13, 14 de modo que la acción co-
25 rrectora tomada sea la apropiada a las condiciones del ba-
lanceo. Se precisa conocer la aceleración angular del barco
para poder determinar una fuerza antagonista de una magnitud
apropiada, y se precisa conocer la velocidad instantánea del
30 movimiento y el ángulo del balanceo del barco para poder

1 determinar la duración del esfuerzo corrector.

En lo que antecede se ha hecho referencia a la necesidad de la extrema precisión necesaria en la fabricación de los acelerómetros angulares conocidos para proporcionar resultados aceptables, debido a la naturaleza cuadrática de sus señales de salida. Siguiendo con la descripción del funcionamiento del presente invento, puede explicarse que la salida de voltaje de un receptor de inclinación, tal como la que se usa en el acelerómetro angular del invento, es directamente proporcional al seno del ángulo de inclinación. Esto es bien sabido. Puesto que para los pequeños ángulos de inclinación, de un máximo de unos 3° , que se experimentan durante el funcionamiento del dispositivo que es el objeto del invento, el seno del ángulo puede considerarse como igual al propio ángulo, la salida de voltaje del receptor es, por consiguiente, directamente proporcional al ángulo de inclinación y por consiguiente directamente proporcional a la aceleración cuando se usa el dispositivo como acelerómetro. La salida del receptor, aunque es una señal de aceleración, es por consiguiente lineal con respecto a la aceleración percibida. La gran ventaja de esta característica del acelerómetro angular del invento podrá apreciarse si se recuerda que la salida cuadrática de un acelerómetro angular conocido tiene como resultado que cualesquiera errores en la aceleración detectada, resultantes de las tolerancias de fabricación que necesariamente han de existir, están elevados al cuadrado en la salida. En otras palabras, si una señal producida por el dispositivo del invento contuviese un error que fuese tan solo justamente aceptable y que resultase de la presencia en una pieza de

30

1 una tolerancia de fabricación máxima de 0,01 mm, el dispositi-
tivo correspondiente con una salida cuadrática habría de te-
ner limitada la tolerancia máxima en la pieza equivalente
a 0,0001 mm para proporcionar una señal que contuviese un
5 error de la misma magnitud.

REIVINDICACIONES

10 Los puntos de invención propia y nueva que se pre-
sentan para que sean objeto de esta solicitud de Patente de
Invención en España, por VEINTE años, son los que se reco-
gen en las reivindicaciones siguientes:

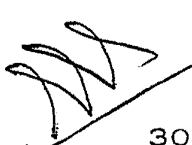
15 1ª.- Un acelerómetro angular que incorpora medios
para detectar aceleración angular y que proporciona una se-
ñal de salida que contiene detalles de la aceleración angu-
lar, la cual es alimentada como una señal de entrada a un
primer integrador, el cual puede ser hecho funcionar para
20 integrar la señal de salida procedente de los medios para
detectar la aceleración angular, para proporcionar con ello
una señal de salida asociada a la velocidad instantánea, la
cual es alimentada a un segundo integrador el cual puede
ser hecho funcionar para integrar la señal procedente del
25 primer integrador para proporcionar con ello una señal de
salida asociada al ángulo de oscilación, caracterizado por
dos perceptores de inclinación del tipo de equilibrio de par,
ambos capaces de proporcionar señales de salida y ambos orien-
tados en dirección para que sean sensibles a las aceleracio-
30 nes que se experimentan en la dirección a lo largo de la

1 cual tiene lugar el movimiento de aceleración angular que
ha de ser medido, y espaciados uno de otro en una dirección
transversal a la dirección a lo largo de la cual tiene lugar
el movimiento de aceleración angular, están conectados a un
5 amplificador diferencial capaz de comparar las dos señales
de entrada procedentes de los perceptores de inclinación y
de proporcionar una señal diferencia de salida, la cual
es alimentada al primer integrador como la señal de entrada
al mismo.

10 2ª.- Un acelerómetro angular según la reivindicación
1ª, caracterizado porque las salidas del amplificador
diferencial, del primer integrador y del segundo integrador
están conectadas además a un mecanismo de control que inclu-
ye un servomecanismo acoplado a un aparato de estabilización
15 del barco y dispuesto para controlar el aparato de estabili-
zación de modo que dicho aparato de estabilización funciona
de conformidad con la información contenida en las señales
de salida del amplificador diferencial, del primer integra-
dor y del segundo integrador.

20 3ª.- Un acelerómetro angular según la reivindicación
2ª, caracterizado porque el aparato de estabilización
del barco incorpora aletas de estabilización que se proyec-
tan desde los costados de un barco y bombas hidráulicas y
motores conectados a las aletas, estando el mecanismo de
25 control conectado para funcionamiento a las bombas hidráuli-
cas.

30 4ª.- Un acelerómetro angular según la reivindicación
2ª, caracterizado porque el aparato de estabilización
incorpora al menos un depósito de estabilización dispuesto
para contener líquido y al menos una bomba asociada con el



30

1 depósito para controlar el movimiento del líquido en el depósito, estando el mecanismo de control acoplado para funcionamiento a la bomba.

5ª.- Un acelerómetro angular.

5 Tal y como se ha descrito en la Memoria que antecede, representado en los dibujos que se acompañan y para los fines que se han especificado.

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

10

Madrid, 04 JUN 1976


P. A.

Alberto de Alarcón
For Pader.

15

20

25


M.P.A. 30

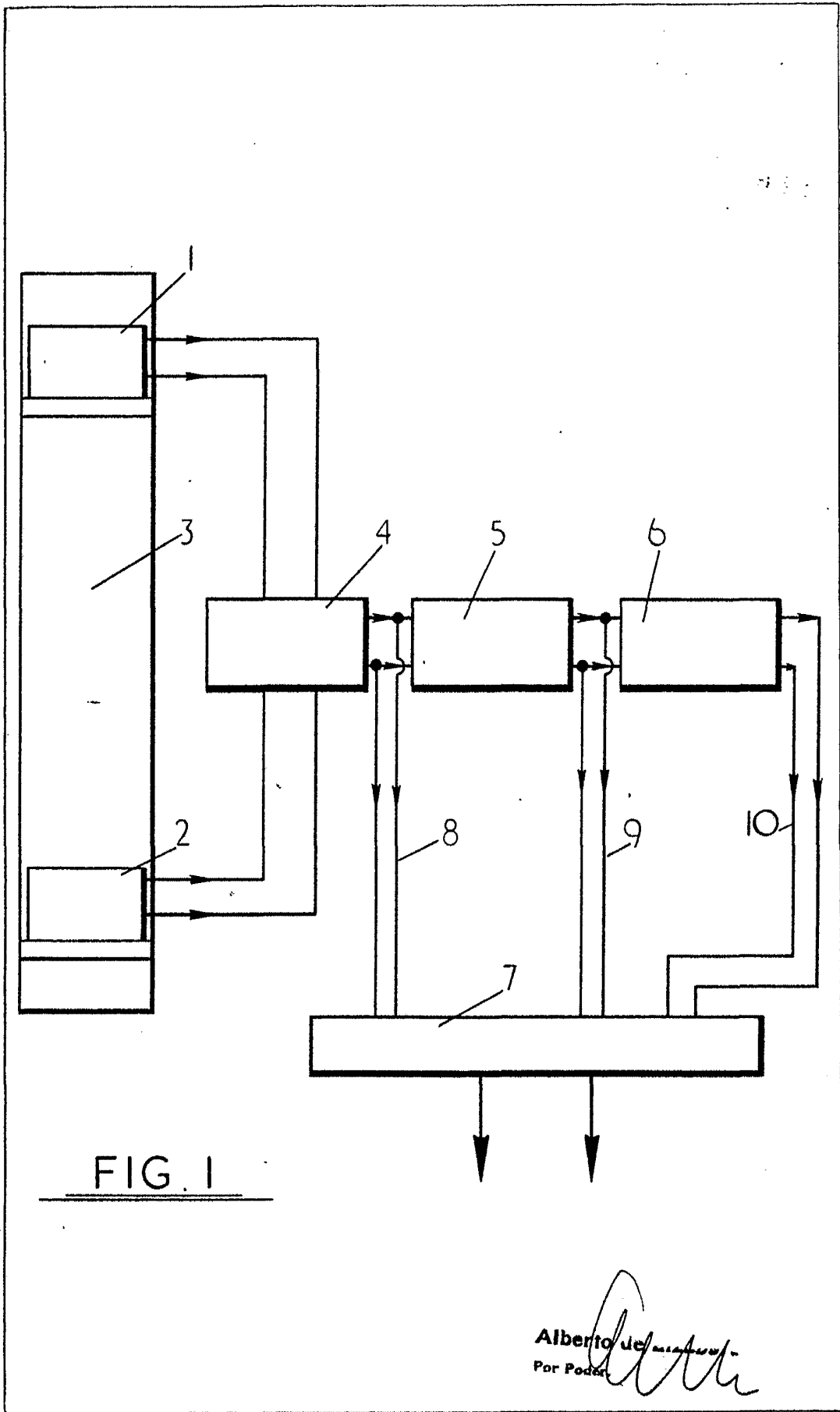


FIG. I

Alberto de ...
Por Poder

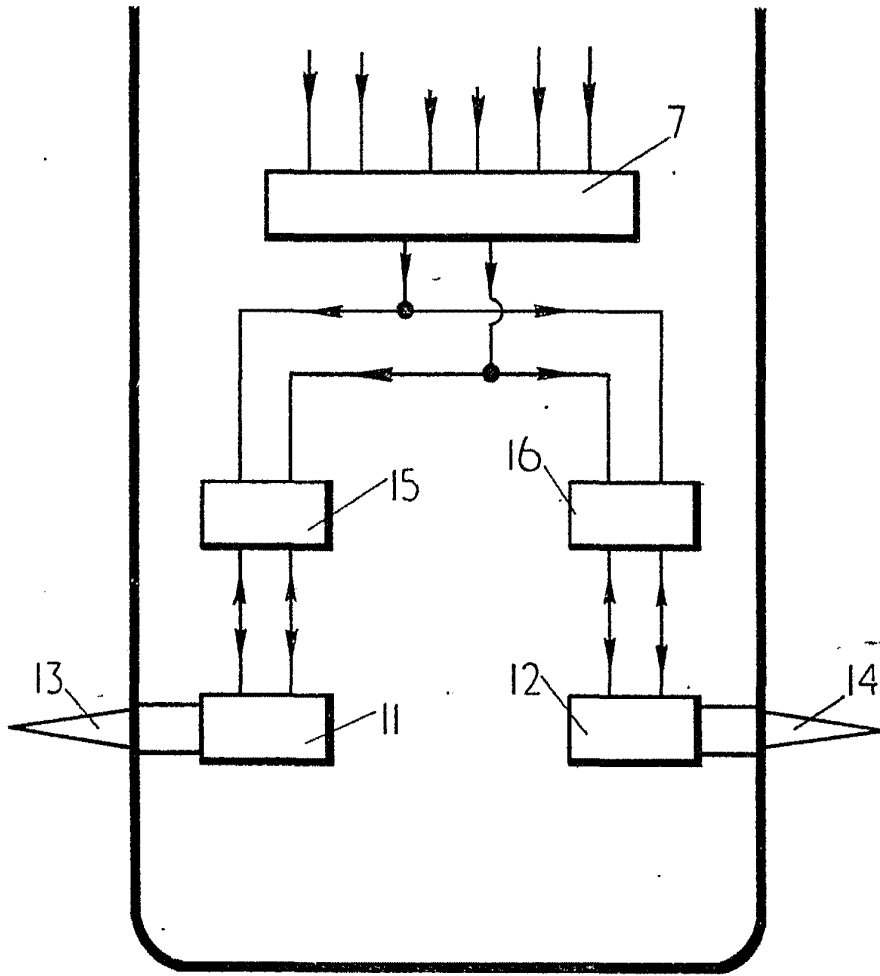


FIG. 2

Alberto de *[Signature]*
Por Poder.