

MINISTERIO DE INDUSTRIA
REGISTRO DE LA PROPIEDAD INDUSTRIAL



19 ES	11 NUMERO	10 A1
21	445837	
22	FECHA DE PRESENTACION	

PATENTE DE INVENCION

P.- 62.392

W.E. Case No.
45.153

60 PRIORIDADES		
31 NUMERO	32 FECHA	33 PAIS
557.153	10-3-75	EE.UU.
47 FECHA DE PUBLICIDAD	51 CLASIFICACION INTERNACIONAL	62 PATENTE DE LA QUE ES DIVISIONARIA
	605D	
64 TITULO DE LA INVENCION		
"UN SISTEMA INDICADOR DE HUMEDAD"		
10 FEB. 1977		
71 SOLICITANTE (S)		
WESTINGHOUSE ELECTRIC CORPORATION		
DOMICILIO DEL SOLICITANTE		
Westinghouse Building, Gateway Center, Pittsburgh, Pensilvania 15222, Estados Unidos de América		
72 INVENTOR (ES)		
James William Wonn y Ronald Leo Bannister		
73 TITULAR (ES)		
74 REPRESENTANTE		
D. FERNANDO DE ELZABURU MARQUEZ		

1 Este invento se refiere a un aparato indicador de humedad para un sistema de generación de energía por turbina a vapor, que indica la presencia y la cantidad relativa de humedad dentro del flujo de vapor.

5 La incidencia de daños en la turbina debidos a la inducción de agua en el elemento de turbina es un fenómeno creciente en la industria de la generación de energía. Cuando el agua entra en la turbina pueden producirse frecuentemente daños importantes, que requieren a menudo extensos períodos de inactividad de la turbina con el fin de realizar las reparaciones necesarias. La magnitud del problema ha sido reconocida y apreciada por los expertos en la industria de la generación de energía y ha conducido a la formación de un Departamento de Normas del Comité de
10 Prevención de Averías debidas al agua en las turbinas de la Sociedad Americana de Ingenieros Mecánicos.

15 La identificación de los factores causantes que han conducido al incremento de averías por agua en las turbinas resulta difícil. Sin embargo, cualesquiera que sean
20 las razones responsables de la creación de agua en el flujo de vapor, una importante medida preventiva recomendada por el Comité de prevención antes indicado, e incorporada en las normas editadas por él, es el empleo de un aparato capaz de detectar la presencia de gotitas de agua en el flujo de vapor con el fin de evitar los daños por ellas ocasionados a la turbina.

25 En la técnica anterior, dispositivos de termopar están dispuestos dentro del cilindro de la turbina, en las conducciones de entrada, y otras líneas de conducción que
30 llevan al aparato. Sin embargo, en el caso del termopar del

1 cilindro se tropieza con la desafortunada circunstancia de
que la indicación de la existencia de gotitas de agua se
producirá en un momento en que ya es inevitable la avería
de la turbina. En forma similar, el empleo de termopares
5 en los conductos de entrada y de extracción o en otros con-
ductos que lleven a la turbina, para detectar la presencia
de agua en ellos merced a la detección de la temperatura
del metal, tiene también un valor limitado. Esto es así por
cuanto que, una vez que la temperatura del metal del con-
10 ducto ha sido reducida en medida suficiente como para deter-
minar que dentro del flujo de vapor se transportan gotitas
de agua o vapor frío, se pueden tomar ya pocas medidas a
tiempo para impedir la avería de la turbina. Asimismo, la
disposición de termopares dentro de los conductos de tur-
15 bina es desventajosa desde un punto de vista mecánico. Los
termopares están montados usualmente de manera que penetran
en los conductos, es decir, en el cuerpo de la propia con-
ducción. Esto da lugar a puntos mecánicamente débiles y,
por esta razón, es indeseable.

20 Es evidente que es deseable un sistema de detec-
ción para percibir la presencia de gotitas de humedad den-
tro de un flujo de vapor de agua en el conducto que lleva
a la turbina, con objeto de impedir averías de la misma de-
bidas al agua. Un sistema de dicha clase debe ser capaz de
25 determinar rápidamente la presencia de las gotitas de lí-
quido y enviar estos datos al sistema de control de datos
con tiempo suficiente para impedir de manera efectiva la
avería debida al agua. El sistema debe ser seguro y preci-
so, de manera que el riesgo de que se produzca una "falsa
30 alarma" sea lo bastante bajo para asegurar que se eviten

1 repetidas detenciones en falso en la turbina. Además, el
aparato debe obtener de preferencia la información neces-
ria sin montajes perturbadores en las conducciones, con el
fin de evitar daños mecánicos a las mismas. Asimismo, las
5 indicaciones en cuanto a la calidad del vapor de agua trans-
portado dentro del conducto constituirían una posibilidad
ventajosa y deseable para tal aparato.

Por tanto, un objeto de este invento es proporci-
onar un aparato mejorado indicador de humedad, para uso en
10 un sistema de generación de energía por turbina de vapor.

Teniendo en cuenta el objeto anterior, el inven-
to reside en un sistema indicador de humedad que permite
realizar una detección segura de la existencia de gotitas
de humedad dentro de un flujo de vapor confinado en un con-
15 ducto, incluyendo dicho sistema un par de detectores desti-
nados a percibir la energía sónica producida dentro del con-
ducto por las gotitas de humedad, estando separados dicho
par de detectores en una distancia predeterminada entre sí
a lo largo del conducto, siendo convertida la energía sóni-
20 ca detectada por dicho par de detectores en señales eléc-
tricas individuales, caracterizado porque dicho sistema in-
cluye medios para comparar la magnitud de dichas señales
eléctricas individuales con una magnitud predeterminada,
para generar primeras señales cuando dichas señales eléc-
25 tricas individuales difieren en magnitud respecto a dicha
magnitud predeterminada, medios para determinar la diferen-
cia de tiempo entre dichas primeras señales, y medios para
comparar dicha diferencia de tiempo con un valor de tiempo
predeterminado para generar una segunda señal indicadora
30 de la presencia de gotitas de humedad dentro del flujo de

1 vapor, cuando dicha diferencia de tiempo es sustancialmen-
te igual a dicho valor de tiempo predeterminado.

5 El aparato indicador de humedad proporciona una
indicación exacta y segura de la presencia de humedad en
un flujo de vapor en un sistema de generación de energía
por turbina de vapor. La energía sónica generada dentro de
un conducto es detectada en lugares predeterminados a lo
largo del mismo por dispositivos montados de manera no per-
turbadora. La energía sónica es convertida en una señal
10 eléctrica y la magnitud de la señal eléctrica procedente
de cada dispositivo de detección y la diferencia de tiempo
entre ellas se comparan con normas predeterminadas de mag-
nitud y de diferencia de tiempo. Si las señales eléctricas
indican la presencia de humedad, es generada una señal de
15 alarma para indicar a un observador situado al exterior, o
para iniciar otra acción adecuada, que están presentes got-
titas de agua en el flujo de vapor. La señal detectada pue-
de ser mayor o menor que un umbral predeterminado, depen-
diendo de la posición del detector con respecto a la fuen-
20 te de humedad. El propósito de detectar la energía sónica
en dos puntos del conducto es proporcionar una indicación
más fiable de la presencia y de la cantidad relativa de hu-
medad presente dentro del flujo de vapor. El aparato es tam-
bién capaz de actuar como monitor para indicar la calidad
25 de la humedad transportada en el flujo de vapor de agua.

El aparato sirve como indicador de elevada sensi-
bilidad y de respuesta rápida para indicar la presencia de
humedad en un flujo de vapor confinado dentro de un conduc-
to en una instalación de generación de energía por turbina
de vapor. Además, el aparato proporciona una frecuencia de
30

1 falsas alarmas casi nula con el fin de impedir interrupcio-
nes repetidas, no esenciales, del funcionamiento de la cen-
tral de vapor.

5 El invento se entenderá más fácilmente a partir
de la siguiente descripción detallada de realizaciones ilus-
trativas tomadas en conexión con los dibujos anejos, en los
que:

la figura 1 es una vista diagramática de una par-
te de una instalación de generación de energía por turbina
10 de vapor con un aparato para indicar la presencia de hume-
dad en un flujo de vapor transportado dentro de un conduc-
to que lleva a una turbina de vapor;

la figura 2 es una vista diagramática de una rea-
lización alternativa de un aparato para indicar la presen-
15 cia y la cantidad de humedad en un flujo de fluido confina-
do dentro de un conducto, que incorpora las enseñanzas de
este invento.

En toda la siguiente descripción, los números de
referencia similares se refieren a elementos similares en
20 todas las figuras de los dibujos.

En la figura 1, se representa una vista diagramá-
tica de una parte de una central de turbina de vapor indi-
cada en general con el número de referencia 10. La central
10 comprende un elemento de turbina 12 con una envolvente
25 14 que soporta en ella un número predeterminado de agrupa-
ciones anulares de paletas estacionarias 16. Extendiéndose
centralmente y en dirección axial a través de la envolven-
te 14 hay un árbol de rotor 18 que tiene montadas en él, en
disposición alternada con las paletas estacionarias 16, un
30 número predeterminado de agrupaciones anulares de álabes

1 giratorios 20. La envolvente 14 confina y guía un flujo de
fluido motor a alta presión y a elevada temperatura, común-
mente vapor, sobre las agrupaciones alternadas de paletas
estacionarias 16 y álabes giratorios 20, para convertir la
5 energía de alta temperatura y elevada presión transportada
por el vapor, en energía mecánica de rotación.

El flujo de fluido motor a alta presión y a alta
temperatura procede de un elemento 22 generador de vapor y
es conducido a través de conductos adecuados 24 a una en-
10 trada 26 dispuesta en la envolvente 14 de turbina. El va-
por, después de expandirse a través de la turbina 12, es
evacuado a través de un conducto de escape 28 y es llevado
bien a un elemento condensador (no mostrado) o bien a otros
15 elementos de turbina de presión inferior (no representa-
dos). Además del conducto de entrada 24, otros medios de
conducción están interconectados con la envolvente 14, ta-
les como un conducto 30 de calentamiento intermedio, y un
conducto de extracción 32, o una conducción 34 de vapor pa-
ra la estanquidad del prensaestopas, que suministra vapor
20 de estanquidad a un grupo de prensaestopas 36 que rodean
el rotor 18. Un equipo de control del flujo adecuado, tal
como un conjunto de válvulas 40, está conectado a y con-
trolado por un sistema 42 de control de la turbina que,
además de controlar el caudal de fluido motor entrante en
25 cada turbina de la central 10, controla otros distintos pa-
rámetros del sistema.

En la técnica anterior, la inducción de agua en
las turbinas, ha provocado, en varios casos, averías del
elemento de turbina que exigen un tiempo de parada y de
30 inactividad costoso con el fin de realizar las reparacio-

1 nes necesarias. El agua se produce debido a una variedad de
razones y puede introducirse en la turbina a través de cual-
quiera de los conductos descritos en lo que antecede o a tra-
vés de otras disposiciones de conducción interconectadas,
5 que se han omitido en la figura 1 con fines de claridad.
Sin embargo, cualquiera que sea la fuente de procedencia y
cualquiera que sea el orificio de entrada por el que se in-
troduce, la presencia o la inducción de agua en la turbina
da lugar a averías excesivas de la misma.

10 Con el fin de intentar determinar si está presen-
te agua en cualquier conducto que lleva al aparato de tur-
bina, la técnica anterior ha dispuesto receptores de termopar
bien en la propia envolvente de la turbina o bien en
cualquiera de los conductos asociados que llevan a ella.
15 Sin embargo, tal provisión de receptores de termopar ha
demostrado ser inadecuada, ya que el tiempo de respuesta
disponible después de la detección de agua en el flujo de
vapor es demasiado corto para iniciar una acción destinada
a impedir la avería de la turbina.

20 En la figura 1, el número de referencia 50 indica
la humedad que está siendo transportada dentro de un
flujo de fluido motor, indicándose el flujo con la flecha
de referencia 52. La humedad puede ser generada a partir
de una diversidad de fuentes dentro del sistema como, por
25 ejemplo, puede consistir en humedad transportada desde el
desrecalentador final durante una transición de generador-
-carga, o puede estar constituida por humedad inyectada en
el conducto desde un sistema de pulverización de desrecalen-
tamiento.

30 Con el fin de indicar la presencia de humedad en

1 un flujo de vapor confinado dentro de cualquier conducto
que lleve a la turbina, está previsto un aparato 48 para in-
dicar la presencia de humedad. Aunque el aparato 48 se indi-
ca unido al conducto de entrada 24, debe entenderse que un
5 aparato 48 que incorpore las enseñanzas de este invento pue-
de estar dispuesto en cualquier conducto o disposición de
conductos para los que se crea necesario determinar si es-
tá siendo conducida humedad en el flujo de vapor confinado
en ellos. El flujo 52 de vapor de agua procedente del gene-
10 rador de vapor 22 y que va hacia la turbina de alta presión
para una central que quema combustible fósil es, usualmen-
te, vapor recalentado a alta presión y elevada temperatura,
con una presión comprendida entre 126,54 y 246 kg/cm² y una
temperatura de 538°C, aunque debe entenderse que el apar-
15 to 48 puede utilizarse ventajosamente también en una central
de vapor nuclear en la que resulta común el vapor satura-
do.

El aparato 48 comprende, como elementos del mis-
mo, medios 54 para detectar modulaciones de energía sónica
20 debidas a un efecto de condición húmeda superpuesto en un
ruido de flujo de vapor de fondo y medios 56 para conver-
tir las modulaciones de energía sónica así detectadas en
una señal eléctrica. Están previstos también medios 58 de
supresión de ruido para eliminar señales extrañas transmi-
25 tidas dentro de la señal eléctrica generada, por ejemplo,
debidas al ruido creado por el aparato electrónico de con-
trol. Unos medios amplificadores 60 y unos medios 62 de de-
tección de envolvente están conectados entre la salida de
los medios de supresión 58 y los medios 64 comparadores.
30 Los medios 64 comparadores incluyen circuitería para com-

1 parar la salida de tensión del detector 62 de envolvente
con una señal de referencia. Si, como se explicará en esta
memoria, la señal detectada procedente de los medios 62 di-
fiere de la señal de referencia en una magnitud predetermi-
5 nada, una señal de actuación es generada por el comparador
64 y es transmitida al sistema de control 42 a través de un
enlace de control 66.

En funcionamiento, los medios 54 para detectar
energía sónica comprenden por lo menos una espira de alam-
10 bre, u otro conductor de energía sónica, montado de manera
no perturbadora en torno al conducto 24 y conectado a un
elemento transductor que comprende los medios 56 de conver-
sión de energía. Usualmente, el transductor es incapaz de
soportar las condiciones hostiles generadas por el fluido
15 a alta temperatura y elevada presión confinado dentro del
conducto y, por esta razón, está previsto el alambre distan-
ciado o apartado 54 con el fin de enlazar acústicamente el
conducto con el transductor, al tiempo que se mantiene al
transductor en cualquier posición protegida del ambiente.

20 Se ha determinado empíricamente que las gotitas
50 de humedad, generadas por cualquier mecanismo dentro del
conducto 24, incidirán de manera aleatoria sobre el inte-
rior del conducto dentro de una distancia muy corta a con-
tar desde su fuente de origen. Se ha observado que esta dis-
tancia está comprendida dentro de 20 a 50 veces el diáme-
25 tro del conducto, a contar desde la fuente de origen. Si
el alambre separado 54 está montado de manera perturbadora
en el exterior del conducto 24 dentro de unos pocos diáme-
tros aguasabajo de la fuente generadora de humedad, la ener-
30 gía acústica generada por la incidencia de las gotitas so-

1 bre el interior del conducto 24 es conducida por el mate-
rial acústicamente conductor del alambre 54, al elemento
transductor 56.

5 La señal acústica conducida al transductor 56 es
convertida así de energía mecánica en energía eléctrica, y
la señal eléctrica es hecha pasar luego a través de los me-
dios 58 de supresión de ruido, comúnmente un circuito de
filtro. El circuito de filtro evita que las señales extra-
ñas provocadas por cualquier aparato electrónico no asocia-
10 do o inducidas por cualquier vibración mecánica no asocia-
da en el sistema den origen a la respuesta descrita más
adelante. Se ha encontrado que el espectro de frecuencia
eléctrica resultante de la conversión de energía sónica en
una señal eléctrica, ocupa una banda de frecuencias ancha.
15 Sin embargo, para asegurar que solamente están presentes
señales eléctricas originadas por la energía sónica induci-
da por el agua, el filtro 58 deja pasar una banda de seña-
les eléctricas convertida entre los límites de 100 kHz y
1,0 MHz. La salida del filtro 58 es amplificada por el am-
20 plificador 60 y la envolvente de la señal amplificada es
detectada por el detector 62 de envolvente. Puede utilizarse
se cualquier disposición de circuito adecuada como detec-
tor 62, ilustrando la figura 1 un rectificador 68 conecta-
do a un filtro 70 de pasabajos, aunque pueden emplearse
25 ventajosamente otras configuraciones de circuito.

Los experimentos han demostrado que la incidencia
de las gotitas de humedad sobre el interior del conducto
24 cerca de la fuente de origen de la humedad da como resul-
tado un aumento de la magnitud detectada por el alambre 54
30 sobre el "ruido de flujo" de vapor normal detectado y aso-

1 ciado con el paso normal del fluido dentro del conducto.
Es decir, cuando las gotitas de agua inciden sobre el in-
terior del conducto 24 en un punto próximo a la fuente de
origen de la humedad, la magnitud de la señal mecánica (y
5 eléctrica) supera a la magnitud de fondo normal que es de-
tectada cuando solamente pasa por el conducto vapor de agua
puro.

Como se ve inspeccionando la figura 1, esta situa-
ción se ilustra mediante la forma de onda 72, que represen-
10 ta la presión de salida del amplificador 60 en función del
tiempo para un alambre 54 situado relativamente cerca de
una fuente de origen de humedad. En la forma de onda 72,
para el período de tiempo $0 < t < t_1$, se representa la sali-
da del amplificador 60 como tensiones eléctricas correspon-
15 dientes al ruido de fondo asociado con un flujo de vapor
de agua puro dentro del conducto 24. Sin embargo, en y des-
pués del instante t_1 , cuando el ruido creado por la intro-
ducción de agua procedente de una fuente relativamente pró-
xima al alambre 54 es detectado por el alambre 54, la sali-
20 da de tensión eléctrica del amplificador 60 aumenta de am-
plitud sobre la amplitud de la señal asociada con el ruido
de vapor de agua puro.

La salida del amplificador 60 pasa por el detec-
tor de envolvente 62, cuando la señal es rectificada y fil-
25 trada. Según se ve por la forma de onda 74, el aumento de
la tensión de salida debido a la introducción de humedad
en el flujo de vapor es claramente visible. La salida del
detector 62 es alimentada al comparador 64; donde la señal
74 del detector es comparada con una señal de referencia.
30 Está prevista una circuitería dentro del comparador 64 que

1 obtiene la diferencia entre la señal 74 de detector y la se
ñal de referencia, y que emite una señal de actuación repre
sentada en forma de un impulso 76 en la forma de onda 78,
al sistema de control 42, si la señal 74 de detector difie
5 re de la señal de referencia en una magnitud predetermina-
da. En el caso descrito en esta memoria, para un alambre 54
situado cerca de la fuente de suministro de agua, si se de-
termina que la señal 74 de detector excede de la señal de
referencia en al menos la magnitud predeterminada, se emi-
10 te el impulso 76.

Los estudios empíricos han demostrado también que,
a medida que nos alejamos aguas abajo de la fuente de ori-
gen de la humedad 50, se produce un fenómeno conocido como
"efecto silenciador". Físicamente, la situación cerca de la
15 fuente de origen de la humedad muestra que las gotitas de
humedad inciden contra el interior del conducto dentro de
una distancia igual a unas pocas veces el diámetro del con-
ducto, a contar desde la fuente. La humedad "reviste" enton-
ces el interior del conducto, y luego, una delgada pellicu-
20 la de agua es barrida a lo largo del interior del conducto
por el flujo de vapor.

Como consecuencia del "revestimiento" de las go-
titas de humedad sobre el interior del conducto, si el alam-
bre 54 estuviese montado de manera no perturbadora en el
25 exterior del conducto, en un lugar situado lejos, aguas aba-
jo, de la fuente de origen de la humedad, la magnitud de
la señal detectada sería menor que la magnitud de la señal
de fondo. La disminución de la señal detectada en un punto
alejado aguas abajo, puede atribuirse a, por lo menos, tres
30 factores: 1) la amortiguación ultrasónica provocada por la

1 película de agua sobre un conductor relativamente delgado
(es decir, el conducto) de energía ultrasónica; 2) la reduc
ción del ruido del flujo producido en la división vapor/con
ducto debido al cambio del factor de "rugosidad" que produ
5 ce una película de agua en movimiento dentro de un conduc
to; y 3) la película de agua en movimiento que produce una
capa aislante que amortigua el impulso de cualesquiera go
titas de agua residuales y/o reduce el acoplamiento del rui
do del flujo de vapor con la pared del conducto.

10 Esta situación alternativa, cuando el alambre 54
está situado en un punto alejado, aguas abajo, de la fuen
te de origen de la humedad, se ilustra mediante la forma
de onda 80, en la que se ilustra la tensión de salida del
amplificador 60 en función del tiempo. Como con la forma
15 de onda 72 antes descrita para la posición del alambre cer
ca de la fuente de origen de la humedad, la forma de onda
80 ilustra que para un periodo de tiempo $0 < t < t_1$, se pro
ducen señales eléctricas de magnitud correspondiente al rui
do de fondo asociado con el flujo de vapor de agua puro den
tro del conducto 24. Pero, en el instante después de t_1 ,
20 cuando el ruido creado por la humedad y moderado por el
"efecto silenciador" es detectado por el alambre 54, la sa
lida de tensión eléctrica del amplificador 60 disminuye de
amplitud con respecto a la amplitud de la señal asociada
25 con el ruido del vapor de agua puro.

La salida del amplificador 60 es hecha pasar a
través del detector de envolvente 62 y la envolvente resul
tante se ilustra en la forma de onda 82. En este caso, la
espectacular reducción de amplitud de señal debida al "efec
30 to silenciador" se ilustra claramente. La salida del detec

1 tor pasa al comparador 64, donde la señal 82 de detector es
comparada con una señal de referencia. Como se ha explicado
en lo que antecede, el comparador 64 contiene una circuitería
que obtiene la diferencia entre la señal 82 de detector
5 y la señal de referencia y que emite una señal de actuación,
mostrada de nuevo como impulso 84 en la forma de onda 86,
para el sistema de control 42, si la señal 82 de detector
se diferencia de la señal de referencia en una magnitud pre-
determinada. En este caso, para una posición del alambre
10 alejada de la fuente de origen de la humedad, si se deter-
mina que la señal 82 de detector es menor que la señal de
referencia en al menos la magnitud predeterminada, es emi-
tido el impulso 84.

Los resultados experimentales han indicado que
15 puede ajustarse el valor de la señal de referencia predeter-
minada de modo que las perturbaciones aleatorias de peque-
ña escala de las señales del detector no sean suficientes
para disparar el impulso de alarma. Sin embargo, debe obser-
varse que el ajuste de la señal de referencia a tal valor
20 no disminuye significativamente la sensibilidad del dispo-
sitivo 48 para indicar la presencia de humedad en el flujo
de vapor.

Debe entenderse también que la señal de referen-
cia puede ser una tensión de corriente continua fija o pue-
25 de variar en función de los valores de tensión generados
por el ruido del flujo de vapor inmediatamente anterior.
Este valor de referencia variable o "flotante" es ventajo-
so para eliminar las señales de falsa alarma bajo caracte-
rísticas de ruido de flujo de vapor gradualmente variables.

30 Para recapitular: En general, el punto de la fuer

1 te de origen de humedad dentro del conducto 24 es descono-
cido, siendo el único parámetro controlable la posición ex-
terior en el conducto en que se monta el alambre 54 de ma-
nera no perturbadora. Si el punto de contacto no perturba-
5 dor está relativamente próximo al punto en que se encuentra
la fuente de origen de la humedad, se obtiene un aumento de
la señal detectada sobre una señal de referencia de fondo.
Alternativamente, si el punto de contacto no perturbador
está alejado aguas abajo del punto en que está situada la
10 fuente de origen de la humedad, se obtiene una disminución
de la señal detectada por debajo del valor de referencia.
Así, los medios 60 de comparador están provistos de circui-
tería para comparar la señal eléctrica detectada con la re-
ferencia de fondo y para generar una señal indicadora si
15 la señal detectada se encuentra por encima o por debajo de
la señal de fondo en una magnitud predeterminada.

Con respecto a la posición inicial del alambre
54, debe entenderse que puede estar situado en cualquier
lugar conveniente del conducto. Sin embargo, si se espera
20 un diseño de flujo laminar dentro del conducto en el punto
en que se realizan las mediciones, el alambre 54 se dispo-
ne, de la manera más ventajosa, en una curva del conducto.
Sin embargo, si se espera un diseño de flujo turbulento pu-
ro, la incidencia aleatoria de las gotitas de humedad, si
25 se presenta, se encontrará en cualquier posición dentro del
conducto, incluso en un tramo recto, relativamente largo.

Debe resaltarse que la presencia de humedad en el
conducto de vapor es una condición anómala y, por esta ra-
zón, la primera indicación de la presencia de humedad, de-
30 tectada por el aparato 48, debe conducir a una interrupción

1 del flujo por el control 42 de la turbina. Sin embargo, si
por alguna razón se produjese alguna "falsa alarma" y se
interrumpiese el flujo a la turbina 12, se tropezaría con
posibles consecuencias importantes, además de los elevados
5 costes que son de esperar para volver a introducir el flu-
jo de fluido en la turbina. Como ejemplo de un fenómeno que
provoca una posible falsa alarma, se puede dar el de que,
si se utiliza vapor recalentado en la central 10, la intro-
ducción de agua en el flujo de vapor recalentado haría que
10 comenzase inmediatamente una vaporización rápida. Sin em-
bargo, si el alambre 54 está situado, felizmente, en el pun-
to de introducción del agua, es generada una señal de alar-
ma aún cuando ese agua, en un corto período de tiempo, se
vaporizará rápidamente convirtiéndose en vapor inofensivo.
15 Es por esta razón -para reducir la probabilidad de interrup-
ciones del flujo de vapor cuando no está presente humedad-
es decir, una "falsa alarma"- por lo que se utiliza la rea-
lización del invento ilustrado en la figura 2.

Haciendo referencia ahora a la figura 2, en ella
20 se muestra una vista diagramática de una realización alter-
nativa del aparato 48 de detección de humedad. En la figu-
ra 2, el flujo 52 de vapor tiene un caudal predeterminado
 \dot{v} , asociado con él. El aparato 48 en la figura 2 comprende
medios detectores 54A y 54B situados, respectivamente, en
25 un primer punto A y en un segundo punto B en el conducto
24. Los puntos A y B están separados en una distancia pre-
determinada en el conducto 24, tal que, para un caudal par-
ticular \dot{v} y para un tamaño particular del conducto, entre
otros parámetros, puede esperarse que una partícula de va-
por transportada dentro del flujo de vapor 52 pase por el
30

1 punto B al cabo de un período de tiempo predeterminado T
después de que ha pasado por el punto A.

5 Debe entenderse que esta diferencia de tiempo T
es el tiempo que tardaría una particular de vapor en mover
se entre los puntos A y B, y este tiempo se convierte en
un dato útil como norma de referencia, como se explicará
en lo que sigue.

10 En la realización representada en la figura 2,
los medios detectores 54A y 54B comprenden un primer per-
ceptor de alambre distanciado y un segundo perceptor de
alambre distanciado, conectados cada uno de ellos a un trans
ductor asociado 56A y 56B. Los alambres 54A y 54B están fa
bricados de material similar al empleado en la figura 1.
15 Asociado con cada transductor 56A y 56B hay un elemento de
filtro 58A y 58B y un amplificador 60A y 60B, respectiva-
mente. Detectores de envolvente 62A y 62B cada uno de los
cuales tiene un rectificador y un filtro de pasabajos, es-
tán conectados entre las salidas de los amplificadores 60A
y 60B y elementos comparadores 64A y 64B. Como se ve, el
20 dispositivo representado en la figura 2 comprende, básica-
mente, un dispositivo como el mostrado en la figura 1, dis-
puesto en puntos A y B en el conducto 24. Sin embargo, de-
bido a la forma en que se utilizan conjuntamente las sali-
das de estos dispositivos separados, como se describirá en
esta memoria, el dispositivo representado en la figura 2
25 reduce de manera significativa el problema de las falsas
alarmas y proporciona una indicación precisa y segura de
la presencia de agua en el flujo de vapor.

30 Las salidas de ambos comparadores 64A y 64B están
conectadas a un comparador de tiempo 88, cuya salida está

1 conectada a su vez a un elemento lógico 90. La salida del elemento lógico 90 está enlazada, a través de un enlace de control 66, con el sistema 42 de control de la turbina.

5 En funcionamiento, en forma similar al funcionamiento del dispositivo de la figura 1, siempre que esté presente humedad en el conducto 24, cualquiera que sea su fuente, la energía sónica de la misma es detectada por el alambre 54A. Dependiendo de la posición de este alambre 54A con respecto a la fuente de origen de la humedad, la magnitud
10 de la energía detectada es mayor o menor que una señal de referencia predeterminada. Como se ha explicado en relación con la figura 1, si la diferencia positiva o negativa entre la señal de detector y la señal de referencia supera una magnitud predeterminada, el comparador 64A emite el impulso
15 92 que se produce en un instante t_A , correspondiente al tiempo en que se detecta la energía sónica de la humedad en el punto A, como se muestra en la forma de onda 94.

20 En forma similar, en el punto B, si está presente humedad en el flujo de vapor 52, transcurre un período de tiempo hasta que la humedad es transportada al punto B, donde el alambre 54 B detecta la energía sónica asociada con la humedad arrastrada. Similarmente al funcionamiento descrito en líneas generales en relación con la figura 1, la salida del comparador 64B emite, en el instante t_B , un
25 impulso 96 que indica que está presente humedad en el punto B, como se ve en la forma de onda 98. Naturalmente, como el alambre 54B está situado, por definición, a cierta distancia del conducto 24 desde el punto A, el "efecto silenciador", como se ha descrito en lo que antecede, juega su
30 papel cuando la humedad pasa por el punto B. Por tanto, el

1 impulso 96 es emitido por el comparador 64B si la señal 62B
de detector es menor que la señal de referencia en la mag-
nitud predeterminada. En cualquier caso, sin embargo, la sa-
lida del comparador 64A -el impulso 92 que ocurre en el ins-
5 tante t_A , y la salida del comparador 64B -el impulso que
ocurre en el instante t_B , son introducidos en el comparador
de tiempo 88.

El propósito del comparador de tiempo 88 es de-
terminar la diferencia de tiempo existente entre los impul-
10 sos de entrada t_A y t_B . El comparador de tiempo 88 contie-
ne una circuitería eléctrica que emite un impulso 100, que
se prolonga durante un período de tiempo igual a $(t_B - t_A)$.
Por ejemplo, el comparador de tiempo puede contener una cir-
cuitería que sea activada por el impulso 92 procedente del
15 comparador 64A y que sea desactivada por el impulso 96 pro-
cedente del comparador 64B. El comparador 88 es "conectado"
así e inicia un impulso 100 en un instante t_A al recibir
el impulso 92, y es "desconectado", interrumpiendo el im-
pulso 100, en un instante t_B , al recibir el impulso 96. Na-
20 turalmente, esto es simplemente ilustrativo de una disposi-
ción de circuito posible para el comparador de tiempo 88
que da como resultado el impulso 100, que tiene como dura-
ción el período de tiempo $(t_B - t_A)$. Desde el comparador de
tiempo 88, el impulso 100 es alimentado al elemento lógico
25 90. Para facilitar la descripción, en lo que sigue, el im-
pulso 100 procedente del comparador de tiempo 88 se define
como poseedor de una duración T' , entendiéndose que el tien-
po T' es igual al período de tiempo definido por $(t_B - t_A)$.

Como se ha mencionado antes, una partícula de va-
30 por transportada dentro de un flujo de vapor de agua puro

dentro de un conducto 24 dado, a un caudal f dado, requiere T segundos para pasar del punto A al punto B. También se ha demostrado empíricamente que el tiempo de desplazamiento de la humedad arrastrada dentro de un flujo de vapor resulta afectado por la cantidad de agua presente en él. Como se ve dentro de la lógica 90 de la figura 2, el vapor con un contenido de agua relativamente elevado se mueve, pasando del punto A al punto B en un tiempo muy próximo a los T segundos. A medida que disminuye el contenido de agua hasta valores más bajos, se reduce el tiempo de circulación, siendo necesario un período de T_{low} (T_{bajo}) segundos para que una concentración de agua relativamente pequeña se desplace del punto A al punto B. Utilizando este hecho demostrado empíricamente, la lógica 90 determina si el tiempo T' -la duración del impulso 100 que indica la detección de agua en los puntos A y B- está comprendido dentro de un margen predeterminado de valores de tiempo, por ejemplo entre T y T_{low} segundos, siendo generado en su caso un impulso de señal para el sistema 42 de control de la turbina.

Es decir, si la lógica 90 determina que el impulso T' tiene una duración que se encuentra entre los valores de tiempo T y T_{low} , el flujo de vapor transporta agua en cantidad suficiente para producir daños a la turbina. Por tanto, se emite un impulso de alarma para el control de la turbina con el fin de activar el conjunto de válvulas 40 de control e interrumpir el flujo.

Sin embargo, si la lógica 90 determina que T' es de duración mayor que T_{low} , el contenido de agua del vapor no es suficiente para averiar la turbina. Debe entenderse, naturalmente, que el valor preciso de T_{low} viene determina

1 do a partir de los parámetros del sistema de generación de
energía particular con el cual se emplea el dispositivo 48.
Además de la alarma para el control 42 de la turbina, pue-
de añadirse un indicador de alarma secundario activado por
5 otro impulso procedente de la lógica 90 si T' tiene una du-
ración mayor que T_{low} . Tal alarma secundaria puede trans-
portar información destinada a señalar que aunque está pre-
sente agua en el flujo de vapor, lo está en una cantidad
insuficiente para provocar daños a los elementos giratorios
10 de la central.

Para terminar, si se determina que T' tiene una
duración menor que T segundos, tal señal detectada puede
desecharse apropiadamente. Esta situación indica que se ha
detectado alguna perturbación sónica, por ejemplo la caída
15 de una llave de tuercas sobre el conducto 24, cuya pertur-
bación se desplaza en el conducto 24 más deprisa que el
flujo de vapor 52. La posibilidad de que el dispositivo 48
representado en la figura 2 desprece tales perturbaciones
mecánicas, es otro ejemplo de la inmunidad aumentada a las
20 falsas alarmas de cualquier clase que presenta el disposi-
tivo que incorpora las enseñanzas de este invento.

Puede apreciarse que el aparato ilustrado en la
figura 2 proporciona una fiabilidad más elevada y una dis-
posición discriminadora para detectar la presencia de hume-
25 dad en el flujo de vapor; y, por tanto, reduce significati-
vamente la probabilidad de que sea generada una señal de
"falsa alarma".

Además de detectar la presencia de humedad en el
flujo de vapor, el dispositivo representado en la figura 2
30 proporciona también una indicación de la cantidad relativa

1 de humedad presente tanto en el vapor saturado como en el
vapor recalentado. En el caso de un flujo de vapor satura-
do, esta indicación de la cantidad relativa de humedad pre-
sente puede calibrarse para producir un indicador de cali-
5 dad de vapor.

Hay disponibles dos métodos independientes para
determinar la cantidad relativa de humedad en el flujo de
vapor, siendo ambos adaptables para utilizarse en el apara
to representado en la figura 2.

10 El primer método de indicar la cantidad relativa
de humedad hace uso de la relación demostrada empíricamen-
te entre la cantidad de humedad y la magnitud del cambio
de la señal sónica detectada dentro del conducto. Se ha ob-
servado que existe una equivalencia monótonamente funcional
15 entre la magnitud del cambio de señal y la cantidad relati-
va de humedad presente. Se ha demostrado que el máximo cam-
bio de señal ocurre cuando están presentes en el sistema
grandes "partículas" o "masas" perjudiciales de agua. Así,
además de detectar simplemente la presencia de agua, la mag-
20 nitud del cambio del valor de señal con respecto a la señal
de referencia revela mucho en relación con la cantidad de
humedad presente. Las grandes partículas de agua tienen so-
bre el cambio entre la señal detectada y la señal de refe-
rencia, un efecto mayor que la humedad en forma de fina
25 niebla. Esta magnitud de la diferencia de señales entre la
señal detectada y la señal de referencia puede presentarse
en un indicador adecuado 104 conectado, de la manera más
ventajosa, con la salida del detector de envolvente 62A o
del detector de envolvente 62B.

30 El segundo método de indicar la cantidad relati-

1 va de humedad utiliza la relación empíricamente demonstra-
da entre la cantidad de agua transportada por el flujo de
vapor y el intervalo de tiempo que transcurre entre la de-
tección de la energía sónica en los puntos A y B. Se ha en-
5 contrado que si la humedad transportada en el flujo de va-
por es una "cantidad" grande de agua, el intervalo de tiem-
po T' entre la detección de la energía sónica en los puntos
A y B es casi igual al tiempo T . La partícula o masa gran-
de de agua se desplaza casi a la misma velocidad que el
10 flujo de vapor puro. Así, si el período de tiempo T' se en-
cuentra dentro del margen de valores comprendidos entre T
y T_{low} , se tiene la seguridad de que la humedad arrastrada
en el flujo de vapor puede dar lugar a una condición de pe-
ligro. Sin embargo, si el intervalo de tiempo T' no está
15 dentro del margen de valores suficientes para disparar la
señal de alarma, la cantidad relativa de humedad presente
no es peligrosa. Esta diferencia de tiempo puede calibrar-
se en un indicador 106 adecuado, conectado, de la manera
más ventajosa, dentro del dispositivo de la figura 2, en
20 la salida de la circuitería lógica 90.

Recapitulando: el aparato 58 ilustrado en la fi-
gura 2 puede utilizarse para indicar la cantidad relativa
de humedad presente en el flujo de vapor, además de para
indicar la presencia de humedad en él, de dos modos. Si el
25 intervalo de tiempo que transcurre entre la detección de
la energía sónica en los puntos A y B se calibra en un dis-
positivo adecuado, puede indicarse la cantidad relativa de
humedad presente. Otro método hace uso del hecho observado
de que la magnitud de cambio de la señal sónica está rela-
30 cionado funcionalmente con una cantidad relativa de humedad

1 presente. Este cambio puede calibrarse y presentarse tam-
bién independientemente. Naturalmente, aunque ambos métodos
están independientemente disponibles, pueden combinarse pa-
ra producir un único, seguro y preciso indicador de la can-
5 tidad relativa de humedad presente en el flujo de vapor.
Tal posibilidad es superior a la ofrecida por el dispositi-
vo representado en la figura 2 para detectar de manera pre-
cisa y segura la presencia de humedad en el sistema.

Finalmente, por tanto, se aprecia así que un apa-
10 rato que incorpora las enseñanzas de este invento proporcio-
na indicaciones en cuanto a la presencia y a la cantidad
relativa de humedad dentro de un flujo de vapor de una ma-
nera segura. El montaje no perturbador de este dispositivo
conserva la integridad de los conductos de transporte de
15 vapor, permitiendo sin embargo indicaciones precisas de la
presencia de humedad potencialmente peligrosa para iniciar
medidas profilácticas.

20

REIVINDICACIONES

25

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

1 1ª.- Un sistema indicador de humedad que permite
la detección segura de gotitas de humedad dentro de un flu
jo de vapor confinado en un conducto, incluyendo dicho sig
5 tema un par de detectores destinados a percibir la energía
sónica producida dentro del conducto por las gotitas de hu
medad, estando separados dicho par de detectores en una dis
tancia predeterminada uno del otro a lo largo del conducto,
siendo convertida la energía sónica detectada por dicho par
de detectores en señales eléctricas individuales, caracte-
10 rizado porque dicho sistema incluye medios para comparar
la magnitud de dichas señales eléctricas individuales con
una magnitud predeterminada, para generar primeras señales
cuando dichas señales eléctricas individuales difieren en
magnitud de dicha magnitud predeterminada, medios para de-
15 terminar la diferencia de tiempo existente entre dichas pri
meras señales, y medios para comparar dicha diferencia de
tiempo con un valor de tiempo predeterminado para generar
una segunda señal indicadora de la presencia de gotitas de
humedad dentro del flujo de vapor, cuando dicha diferencia
20 de tiempo es sustancialmente igual a dicho valor de tiem
po predeterminado.

 2ª.- Un sistema según la reivindicación 1ª, caracte
terizado porque dicho par de detectores están montados al
exterior de dicho conducto.

25 3ª.- Un sistema según la reivindicación 1ª, caracte
terizado porque dicho valor de tiempo predeterminado depen
de funcionalmente del período de tiempo que una gotita de
humedad necesitaría para desplazarse desde un lugar adya-
cente a uno de dichos detectores hasta un lugar adyacente
30 al otro de dichos detectores, dentro de dicho conducto, si

1 fuese transportada por un flujo de vapor que se desplazase
con un caudal predeterminado por el conducto.

4ª.- Un sistema según una cualquiera de las rei-
vindicações precedentes, caracterizado porque dicho sis-
5 tema incluye además medios para generar una tercera señal
indicadora de la cantidad relativa de gotitas de humedad
dentro del flujo de vapor, en función de la desviación de
dicha diferencia de tiempo respecto de dicho valor de tiem-
po predeterminado.

10 5ª.- Un sistema según una cualquiera de las rei-
vindicações precedentes, caracterizado porque incluye
además medios para generar una cuarta señal indicadora de
la cantidad relativa de gotitas de humedad dentro del flu-
jo de vapor, en función de la desviación de dichas señales
15 eléctricas individuales respecto de dicha magnitud predeter-
minada.

6ª.- Un sistema indicador de humedad.

Tal y como se ha descrito en la Memoria que ante-
cede, representado en los dibujos que se acompañan y con
20 los fines que se han especificado.

Esta Memoria consta de veintisiete hojas escri-
tas a máquina por una sola cara.

Madrid, - 6 MAR. 1976

P.A.

Fernando de Ezaburu
Per Pades

25

30

JAR.

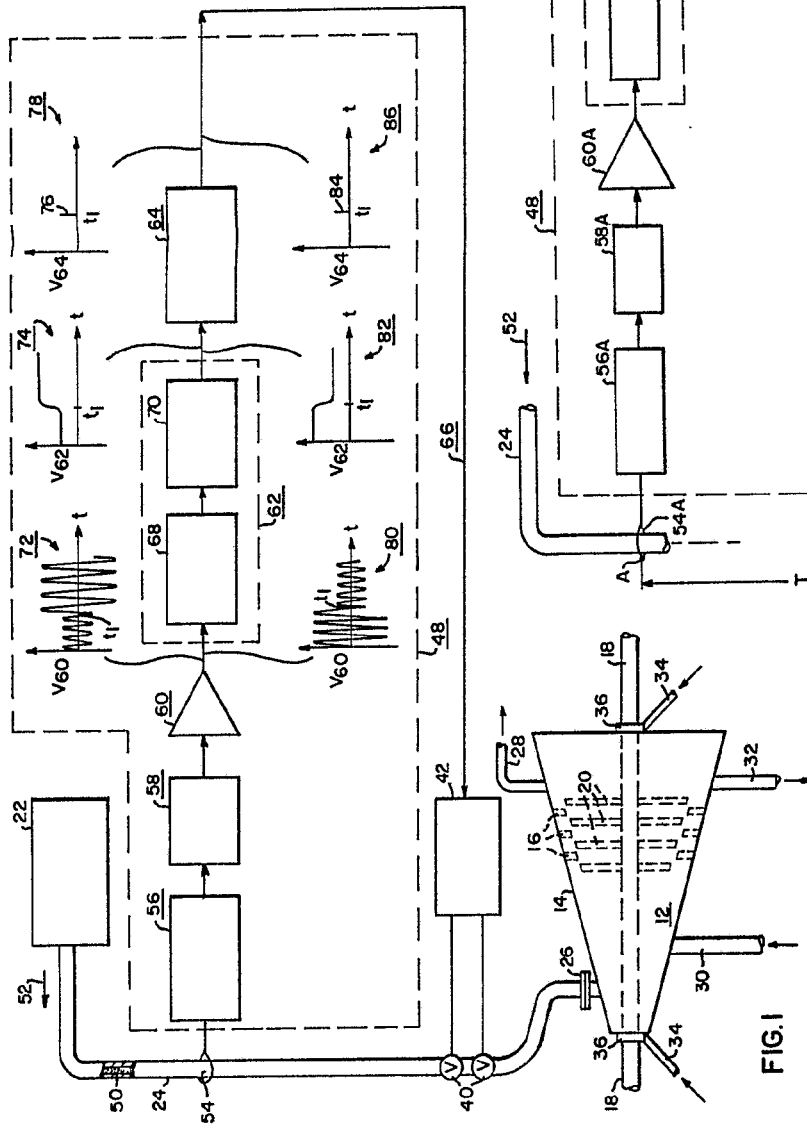


FIG. 1

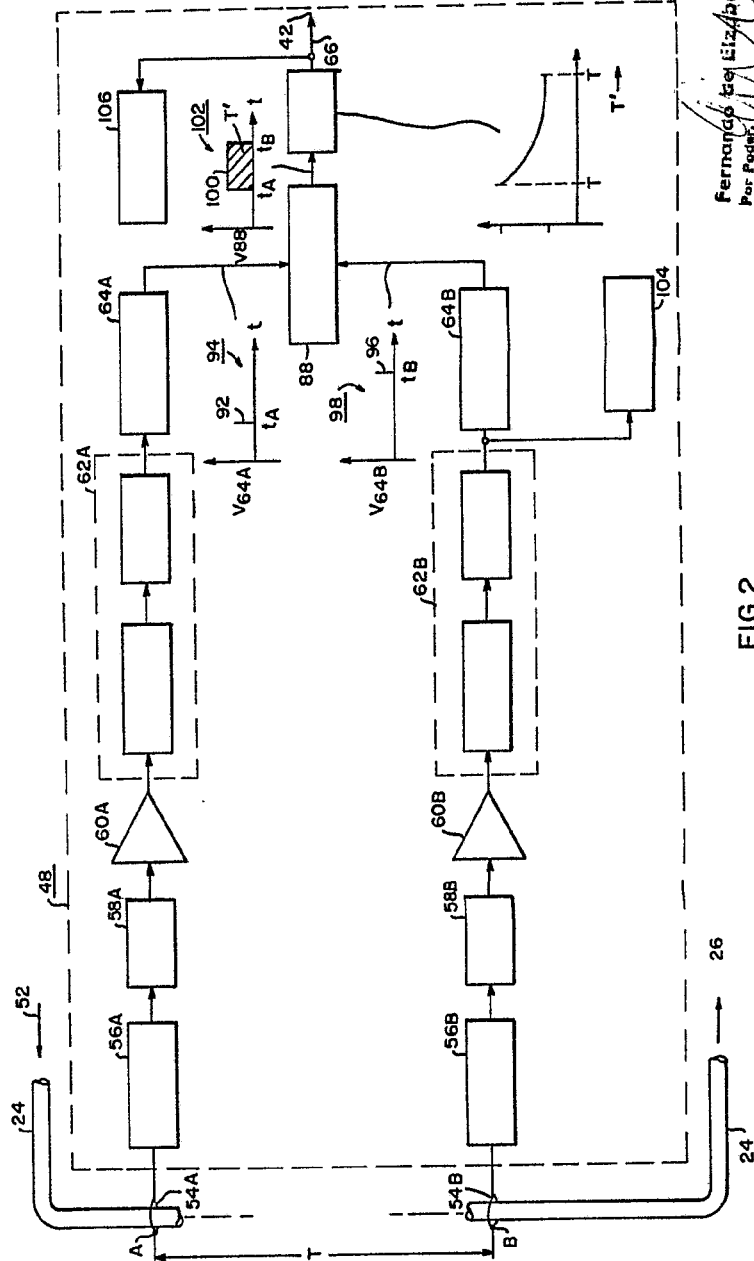
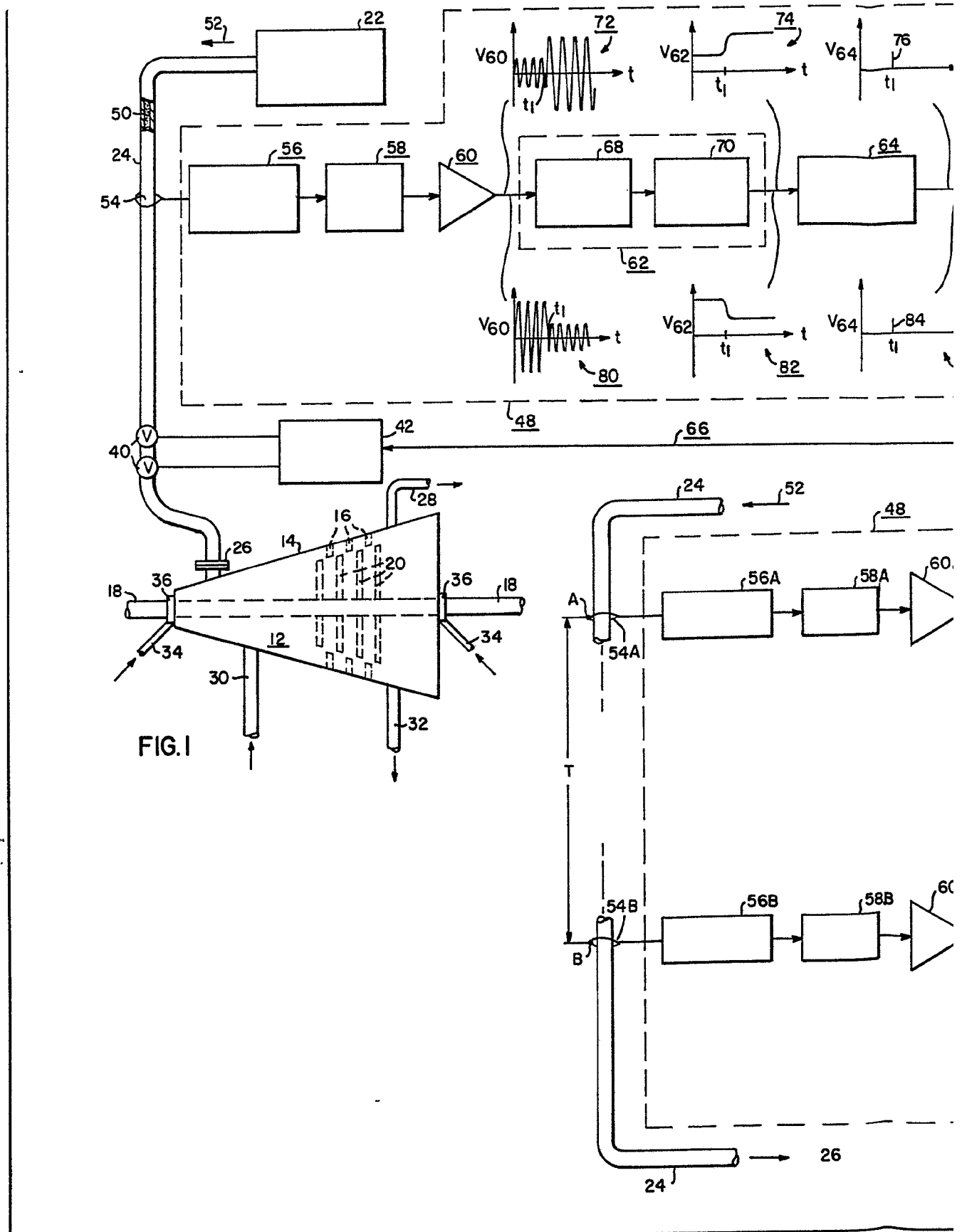


FIG. 2

Fernando del Lizaso
Por Poderes



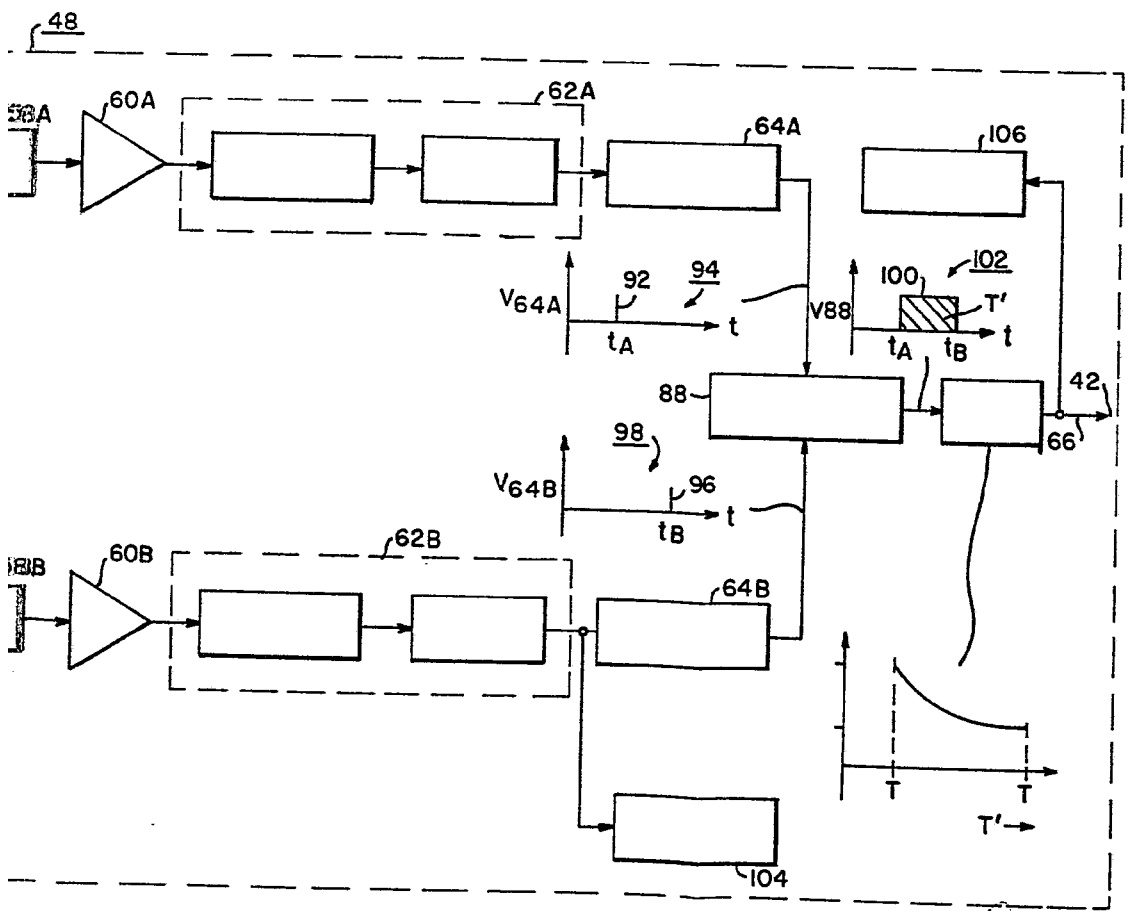
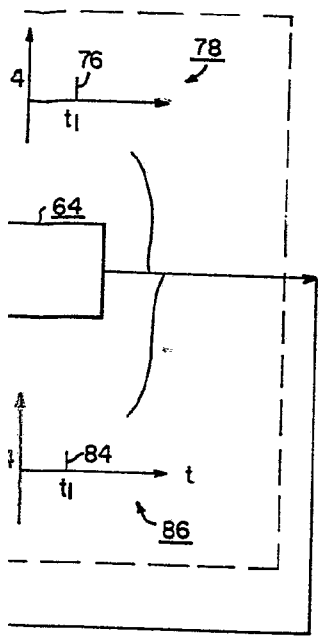


FIG. 2

Fernando de Elizaburu
Por Poder.