



(19) ES	(11) NUMERO 447.049	(10) AI
	(21) FECHA DE PRESENTACION 14-4-1976	

PATENTE DE INVENCION

P.- 62.793
B. 5622/5909.
3 PB

(30) PRIORIDADES:		
(31) NUMERO	(32) FECHA	(33) PAIS
EN 75/12463	22-4-75	Francia
EN 76/06727	9-3-76	
(47) FECHA DE PUBLICIDAD	(51) CLASIFICACION INTERNACIONAL G 01 B; G 01 S	(62) PATENTE DE LA QUE ES DIVISIONARIA
(64) TITULO DE LA INVENCION "PERFECCIONAMIENTOS INTRODUCIDOS EN UN DISPOSITIVO DE MEDIDA PRECISA DE LAS DIMENSIONES DE UN OBJETO POR ULTRASONIDOS"		
(71) SOLICITANTE (S) COMMISSARIAT A L'ENERGIE ATOMIQUE		
DOMICILIO DEL SOLICITANTE 29, rue de la Fédération, 75752 Paris, Francia		
(72) INVENTOR (ES) David Da Costa Vieira, Jean Pierre Dufayet y Maurice Lemaire		
(73) TITULAR (ES)		
(74) REPRESENTANTE DON FERNANDO DE ELZABURU MARQUEZ		

1 Tiene por objeto la presente invención, un
dispositivo de medida precisa por ultrasonidos de la dimen-
sión de un objeto, que permita conocer, en la dirección de
propagación de los impulsos ultrasonoros emitidos por son-
5 das, las dimensiones de un objeto con gran precisión.

La invención se aplica principalmente a la
medida de tubos metálicos, en los que es importante deter-
minar con gran precisión relativa (del orden de algunas
diezmilésimas), los diámetros exteriores e interiores.

10 Son ya conocidos, de modo general, disposi-
tivos que utilizan la reflexión de impulsos ultra-sonoros
sobre las diversas superficies que constituyen el objeto,
a fin de determinar la distancia que separa a dichas super-
ficies, en función de los intervalos de tiempo de recepción
15 de los ecos, que corresponden a esos impulsos. Este tipo de
medida implica el conocimiento preciso de la velocidad de
propagación sónica, en el medio que constituye el objeto, y
en un medio de acoplamiento que rodea a dicho objeto.

20 En efecto, tales medidas se efectúan sobre
bancos de control automático en los que, por razones de
acoplamiento acústico, el dispositivo de medida se halla su-
mergido generalmente en agua (o en cualquier otro líquido
de acoplamiento). Este acoplamiento acústico es indispensa-
ble para adaptar las impedancias entre el medio emisor y
25 los medios que transportan las ondas ultra-sonoras. Por la
interposición del agua, la velocidad del sonido en este me-
dio de acoplamiento es un parámetro que entra en juego en
los cálculos. Al variar notablemente la velocidad del sonido
en el agua en función de la temperatura (aproximadamente
30 $2.10^{-3}/^{\circ}\text{C}$), es muy difícil, sin tener en cuenta esta varia-

1 ción de temperatura, obtener medidas con la precisión buscada (por ejemplo 1 micra, en diámetros del orden de 6 a 10 mm).

5 Son conocidos (patente FR 2 041 006) dispositivos que permiten prescindir parcialmente de las variaciones de la velocidad del sonido en el medio de acoplamiento, determinando la velocidad de propagación en el medio por la medida del intervalo de tiempo que separa la emisión y la recepción del eco reexpedido por el primer obstáculo.

10 No obstante, este tipo de dispositivo presenta inconvenientes, ya que:

1) las vibraciones del emisor en el curso de la emisión modifican la distancia entre emisor y primer obstáculo, y no permiten un contraste preciso a partir de esta distancia, que varía en el curso de la emisión;

2) la distancia de referencia D debe situarse, de preferencia, lo más cerca posible del objeto que debe medirse, para disminuir el margen de error posible, procedente de una heterogeneidad de temperatura en el medio de acoplamiento. Ahora bien, en la técnica anterior, la distancia total entre emisor y primer obstáculo debía ser tenida en cuenta;

3) es necesario conocer con gran precisión la distancia entre emisor y primer obstáculo, lo que es delicado cuando el emisor debe ser sustituido.

El dispositivo según la invención permite prescindir de los citados inconvenientes, es decir, de las variaciones, con la temperatura, de la velocidad del sonido en la materia de acoplamiento, el agua por ejemplo, y constituye de este modo un medio de medida de gran precisión,

1 de las dimensiones de un objeto, con independencia de la
velocidad de propagación del sonido en el medio de acopla-
miento.

Más específicamente, el dispositivo de medi-
5 da precisa de las dimensiones de un objeto por ultrasonidos,
se caracteriza porque comprende, esencialmente, al menos
una sonda ultra-sonora, que funciona como emisor-receptor
de impulsos ultra-sonoros, al menos dos obstáculos reflec-
10 puestos los citados obstáculos en el trayecto de los impul-
sos ultra-sonoros, medios para disponer un objeto, del que
se quieren medir las dimensiones, en la dirección de propa-
gación de los impulsos ultra-sonoros, medios para originar
señales eléctricas, de valor proporcional a los intervalos
15 de tiempo que separan la recepción en cada sonda de los di-
versos ecos que corresponden a las reflexiones de los im-
pulsos ultra-sonoros sobre los citados obstáculos y sobre
el citado objeto, y medios de tratamiento electrónico para
determinar, a partir de estas tensiones, las dimensiones
20 del citado objeto.

En una forma de realización preferida de la
invención, aplicada al caso en que el interior del objeto
no transmite o transmite mal los impulsos ultra-sonoros, el
dispositivo comprende dos sondas y tres obstáculos: en efec-
25 to, es necesario utilizar dos sondas dispuestas a ambos la-
dos del objeto, ya que si dicho objeto es hueco, o está lle-
no de cualquier materia, los impulsos ultra-sonoros no son,
en general, transportados por el medio al interior del obje-
to: las dos sondas permiten, entonces, recibir los ecos que
30 corresponden a los dos lados o caras del objeto. Los tres

1 obstáculos tienen funciones diferentes: los dos primeros
se encuentran fuera del objeto y sirven, como se verá más
adelante, para medir la velocidad del sonido en el medio
de acoplamiento. Cuando se utilizan dos sondas, son necesari-
5 os tres obstáculos, definiendo el tercer obstáculo, situa-
do al otro lado del objeto, respecto a los dos primeros,
con uno de los dos primeros obstáculos, una longitud de re-
ferencia que recubre la dimensión del objeto a medir.

En el caso en que el objeto hueco se llena
10 con un líquido de acoplamiento, los ecos reexpedidos por
las dos caras del objeto, pueden ser transportados hacia
una sonda emisora única, después de atravesar el medio de
acoplamiento interno. En este caso, se utiliza únicamente
una sonda y solamente dos obstáculos.

15 Según la forma de realización preferente
de la invención, el dispositivo comprende asimismo:

- medios para originar señales eléctricas, de
valores proporcionales a los intervalos de tiempo que sepa-
ran la recepción, en dos sondas Ea y Eb, de los diversos
20 ecos que corresponden a las reflexiones de los impulsos ul-
tra-sonoros, en los citados obstáculos y en el citado obje-
to;

- medios de tratamiento electrónico analógi-
co para determinar, a partir de estas señales, las dimensio-
25 nes del citado objeto.

El dispositivo según la invención comprende,
asimismo, órganos electrónicos de ganancia ajustable, para
combinar las señales que corresponden a los intervalos de
tiempo que separan los diversos ecos, y para originar una se-
30 ñal correspondiente a la variación de dimensión de un obje-

1 to respecto a un objeto patrón o calibre, estando ajustada
la ganancia de un amplificador a fin de emitir una señal de
salida nula para este calibre, lo que ocasiona que se obser
ven variaciones relativas, de diámetro de un tubo por ejem
5 plo, respecto a un tubo calibre patrón.

Para simplificar notablemente la realiza
ción mecánica y el posicionamiento de los diversos elemen
tos constitutivos del dispositivo de medida continua de las
dimensiones de un tubo, el dispositivo, según una forma de
10 realización preferente de la invención, comprende N pares
de sondas, dispuestas alrededor del tubo cilíndrico que de
be controlarse, así como medios para conmutar secuencialmen
te cada uno de los N pares de sondas. Esto permite suprimir
la realización de un movimiento relativo de rotación entre
15 el tubo y las sondas; basta simplemente con desplazar el tu
bo siguiendo su dirección axial. Se utilizan ventajosamente
tres pares de sondas, funcionando cada sonda como emisor
-receptor, estando dispuestas las dos sondas de cada uno de
los pares de sondas una frente a otra, a ambos lados del tu
20 bo que debe controlarse, de radio externo R_1 ; las sondas
emiten impulsos ultra-sonoros, que se propagan en direccio
nes perpendiculares a las generatrices del citado tubo.

El dispositivo, según una forma de realiza
ción de la invención, comprende ventajosamente un primer
25 obstáculo, constituido por un tubo cilíndrico de radio ex
terno R_2 coaxial con el tubo controlado, con $R_2 > R_1$, estan
do dispuesta la superficie externa de radio R_2 de este pri
mer obstáculo, sobre una parte del campo ultra-sonoro de
emisión de cada sonda, y un segundo obstáculo, constituido
30 por un tubo cilíndrico de radio R_3 , con $R_3 > R_2$, estando

1 dispuesta la superficie externa de radio R_3 de este segun-
do obstáculo, sobre una parte del campo ultra-sonoro de emi-
sión de cada sonda. Un líquido de acoplamiento baña las son-
das y las superficies externa del tubo a controlar, así co-
5 mo los dos tubos que constituyen los obstáculos.

Otras características y ventajas de la inven-
ción resaltarán mejor, después de la siguiente descripción
de ejemplos de realización, proporcionados a título explica-
tivo y en modo alguno limitativo, con referencia a las figu-
10 ras anejas, en las que se ha representado:

- en la figura 1, un esquema de un dispositi-
vo según la invención, que comprende dos sondas ultra-sóni-
cas y tres obstáculos asociados al objeto, cuyo diámetro in-
terno y externo se desea medir, así como el diagrama de los
15 impulsos "ecos" recibidos por las sondas en función del tien-
po,

- en la figura 2, el esquema de una primera
parte del dispositivo electrónico de tratamiento de los
ecos recogidos por las sondas,

20 - en la figura 3, el esquema electrónico de
una segunda parte del dispositivo electrónico de tratamien-
to de los ecos, que permite medir desviaciones del diámetro
exterior de un tubo respecto a un tubo patrón,

- en la figura 4, el esquema electrónico de
25 una parte del dispositivo electrónico según la invención,
que permite obtener en la salida las desviaciones del diá-
metro interno de un tubo en función de un tubo patrón,

- en la figura 5, el esquema de una forma de
realización de la invención, que comprende una sola sonda y
30 dos obstáculos, aplicable en el caso de que el tubo a exami-

1 nar esté lleno de un líquido de acoplamiento,

- en la figura 6, el esquema electrónico de un dispositivo de medida, en el caso de un tubo lleno de un líquido de acoplamiento, y de una sola sonda,

5 - en la figura 7, un esquema en corte de una forma de realización preferente del dispositivo según la invención,

- en la figura 8, una vista desde arriba del dispositivo representado en la figura 7, vista de los seis transductores-emisores-receptores, utilizados para medir los diámetros interno y externo de un tubo y la alimentación electrónica unida,

- en la figura 9, un esquema de detalle de la alimentación electrónica representada en la figura 8,

15 - en la figura 10, un diagrama de tiempo de las excitaciones y de los ecos de los diversos pares de sondas emisora-receptora,

- en la figura 11, un diagrama de identificación de los ecos,

20 En la figura 1, se ha representado, en corte, el esquema del dispositivo según la invención que comprende dos sondas Ea y Eb, que envían dos haces de impulso ultra-sonoro, tales como 6 y 8, en dirección de un tubo cilíndrico 2 a medir, de diámetro exterior de y de diámetro interior di. Tres obstáculos, constituidos, por ejemplo, por hilos o por pantallas, 10, 12 y 14, están dispuestos a ambos lados del tubo 2, en el trayecto de los haces de impulsos ultra-sonoro. Los dos primeros obstáculos 10 y 12 (en esta forma de realización, hilos) están separados por

25

30 la distancia D, y los obstáculos 12 y 14 están separados por

1 la distancia Dr. Las distancias D y Dr son distancias patrones, medidas una vez por todas, conocidas e invariables.

El ejemplo ilustrado afecta a la medida de los diámetros exterior e interior de un tubo cilíndrico 2, midiendo las variaciones de estos diámetros respecto a un tubo patrón, siendo este tipo de medida una aplicación preferente de la invención. No obstante, pueden medirse por el dispositivo representado, las dimensiones interna y externa de cualquier pieza hueca. Conviene observar que, si se trata de un tubo metálico, de acero por ejemplo, para el que se conoce la velocidad del sonido en éste, basta utilizar un solo tubo patrón. Por el contrario, habrá que utilizar dos tubos patrones de grosores diferentes, si la citada velocidad no es conocida. La cabeza de medida, que comprende las dos sondas Ea y Eb y los tres obstáculos 10, 12 y 14, está dispuesta en una cuba (no representada) que contiene, de preferencia, agua, y, más generalmente, un líquido de acoplamiento. Si se desea efectuar una medida continua de los diámetros del tubo 2, el tubo 2 se halla dotado, por medios motores no representados, de un movimiento helicoidal, según su eje perpendicular al plano de la figura 1. En una variante de realización, el tubo 2 se halla dotado de un movimiento de translación a lo largo de su eje, y la cabeza de medida, que comprende las dos sondas y los tres obstáculos, de un movimiento de rotación alrededor del eje del citado tubo 2. Las dos sondas operan sincronizadamente, siendo cada una de ellas, sucesivamente, emisora y luego receptora.

Los tres obstáculos 10, 12 y 14 pueden estar constituidos cada uno de ellos, en una forma preferente

1 de la invención, por un único hilo de acero de 0,15 mm de
diámetro. Estos tres obstáculos son generadores de ecos, a
intervalos de tiempo determinados y constantes, siendo in-
variables sus distancias relativas. Si se desean observar
5 los diferentes diámetros del tubo 2 en un plano ecuatorial,
puede hacerse girar este tubo dejando fija la cabeza de me-
dida, o bien hacer girar la cabeza de medida alrededor del
tubo. En el esquema de la figura 1, que muestra la cabeza
de medida, se han representado, en la misma figura, las
10 curvas 16 y 18, que indican los diferentes ecos recibidos y
emitidos por las dos cabezas de las sondas ultra-sonoras
Ea y Eb. Las amplitudes A_1 y A_2 de los diferentes ecos es-
tan representadas en función del tiempo t . El intervalo t_0
separa la emisión del impulso, representada por el pico 20,
15 y la recepción del primer eco 23, debida a la reflexión so-
bre el obstáculo 10. Es obvio que el tiempo t_0 , así como
los tiempos siguientes, corresponde a una ida y vuelta del
impulso ultra-sonoro reflejado sobre un obstáculo. El tiem-
po t_1 corresponde al intervalo de tiempo que separa a la re-
20 cepción por la sonda Ea de los ecos 23 y 25, originados por
la presencia de los dos obstáculos 10 y 12; el tiempo t_2 es
el intervalo de tiempo que separa a la recepción de los ecos
originados por el obstáculo 12 y la superficie externa del
tubo 2, frente a la sonda Ea, y el tiempo t_3 es el interva-
25 lo de tiempo que separa la recepción de los ecos sobre las
caras interna y externa del tubo 2. Asimismo, en la curva
18, el pico 22 corresponde a la emisión de un impulso por
la sonda ultra-sonora Eb, el tiempo t_4 corresponde al tiem-
po de doble recorrido de la onda sonora entre la sonda Eb
30 y el obstáculo 14, el tiempo t_5 es el tiempo de ida y vuel-

1 ta del impulso entre el obstáculo 14 y la superficie exter
na del tubo 2 frente a la sonda Eb, y el tiempo t_6 es el
intervalo de tiempo que separa las recepciones de ecos debi
5 y externa del tubo 2. Los ecos 27 corresponden a reflexiones
múltiples sobre las paredes del tubo.

Haciendo referencia a la figura 1, se obser-
va que se tiene:

$$\phi_e = Dr - (d_1 + d_2)$$

$$10 \quad \phi_i = \phi_e - (e_1 + e_2) = Dr - (d_1 + d_2) - (e_1 + e_2)$$

Si se designa por C_e y C_m las velocidades
del sonido en el agua y en el metal que constituye el tubo
2, se tiene:

$$15 \quad \phi_e = Dr - \frac{1}{2} C_e (t_2 + t_5)$$

$$\phi_i = Dr - \frac{1}{2} C_e (t_2 + t_5) - \frac{1}{2} C_m (t_3 + t_6)$$

La medida de los intervalos de tiempo t_2 ,
20 t_3 , t_5 y t_6 permite, conociendo las velocidades del sonido,
 C_e en el agua, y C_m en el material que constituye el tubo,
calcular d_1 , d_2 , e_1 y e_2 . Si es fundado, en las condiciones
en las que se desarrollan las medidas, considerar que C_m es
constante, no ocurre lo mismo para C_e que, como se ha indi-
cado ya, depende en gran medida de la temperatura. El pará-
metro C_e se halla determinado permanentemente por la medida
25 del intervalo de tiempo t_1 , que representa el tiempo de re-
corrido de ida y vuelta de los impulsos ultra-sonoros entre
los dos obstáculos 10 y 12, situados frente a la sonda Ea.
Estando los obstáculos 10 y 12 separados por la distancia D ,
se tiene:

$$30 \quad C_e = \frac{2D}{t_1}$$

1 Se puede escribir:

$$\phi_e = D_r - D \frac{t_2 + t_5}{t_1}$$

5

$$\phi_i = D_r - D \frac{t_2 + t_5}{t_1} - 1/2 C_m (t_3 + t_6)$$

10 Resulta que las medidas de ϕ_e y ϕ_i así obtenidas no dependen de la temperatura. Se comprobará observando que, para cualquier variación de temperatura, siendo constantes las distancias D y D_r , los tiempos $(t_2 + t_5)$ y t_1 variarán, ambos, proporcionalmente y del mismo modo, en función de las variaciones de la velocidad del sonido en el agua, permaneciendo la relación $(t_2 + t_5)/t_1$ independiente de la temperatura. Gracias a los obstáculos 10, 12 y 14, se han obtenido, de este modo, medidas de los valores ϕ_e y ϕ_i independientes de la temperatura, lo que corresponde a la finalidad perseguida.

20 Se trata de obtener con el dispositivo según la invención, dos señales análogicas, proporcionales a las desviaciones reales $\delta\phi_e$ y $\delta\phi_i$ de los diámetros exterior e interior del tubo a controlar, respecto a un tubo patrón (o más generalmente la dimensión externa e interna de un objeto respecto a un objeto patrón). Esto es logrado en un conjunto de cálculo especializado, que se describirá más adelante, funcionando de un modo análogo, y concebido de tal modo que puedan regularse ciertos órganos para tener una tensión nula en los bornes de salida del dispositivo electrónico, cuando el tubo patrón esté colocado.

30 En la figura 2, se ha representado una par-

1 te del dispositivo electrónico según la invención. Las mis-
mas referencias indican los mismos órganos que los repre-
sentados en la figura 1. La sonda Ea está enlazada a un dis-
positivo electrónico, que permite hacer funcionar esta son-
5 da como emisor, cuando está enlazada por la vía 30 al emi-
sor E_1 , y funcionar como receptor, cuando está enlazada por
la vía 32 al receptor R_1 . Asimismo, la sonda Eb funciona co-
mo emisor, cuando está enlazada por la vía 34 al emisor E_2 ,
y funciona como receptor, cuando está enlazada por la vía 36
10 al receptor R_2 . Las señales procedentes de los receptores
 R_1 y R_2 son enviadas a dos separadores B_a y B_b . El esquema
electrónico detallado de estos separadores no se describe
en este texto, pero es de un tipo clásico, bien conocido
por el técnico. El separador B_a envía por la vía 40 el im-
15 pulso 23, correspondiente a la reflexión sobre el primer
obstáculo 10. A continuación, el separador envía por la vía
42, el impulso correspondiente a la segunda reflexión, re-
presentada por el pico 25 en la figura 1. El convertidor
tiempo amplitud A_g , asimismo de un tipo clásico, tiene una
20 doble función: dispone de un contador que determina el in-
tervalo de tiempo que separa los impulsos que llegan por
las vías 40 y 42, y tiene asimismo una función amplificado-
ra, es decir, que emite una señal de salida proporcional al
intervalo de tiempo t_1 (con un coeficiente de proporcionali-
25 dad $K\lambda_1$), lo que hace obtener en salida en la vía 44 una se-
ñal de valor $K\lambda_1 t_1$. La señal de salida es una señal de ten-
sión o una señal de corriente. En una forma de realización
preferente de la invención, se utiliza una tensión de salida.
Se observará en lo que sigue, que es ventajoso utilizar dos
30 coeficientes de amplificación regulables independientemente

1 K y λ_1 , es decir, de hecho dos amplificadores para el con-
tador tiempo amplitud A_a .

Asimismo, en el convertidor tiempo-amplitud
 5 A_b , se reciben, por las vías 43 y 45, dos impulsos proce-
dentes del separador B_a , y que corresponden al intervalo
de tiempo t_2 , lo que origina que, en la salida del converti-
dor A_b , se obtiene en la vía 46 una señal igual a λt_2 ; asi-
mismo, en la salida del convertidor tiempo-amplitud A_c , se
 10 obtiene una señal en la vía 48, proporcional a t_3 , de valor
 λt_3 . Los impulsos que corresponden a los ecos son introduci-
dos en el convertidor A_c , en las vías 47 y 49.

El separador B_b , enlazado al receptor R_2 de
 la sonda E_b , envía los impulsos eléctricos a las vías 51 y
 53, que corresponden a los ecos debidos a las reflexiones,
 15 sobre el obstáculo 14 y sobre la superficie externa del tu-
bo 2, y a las vías 53 y 57 los impulsos que corresponden a
los ecos debidos a las reflexiones sobre las caras externa
e interna del tubo 2. En la salida del convertidor tiempo-
amplitud A_f , se obtiene, en la vía 50, una señal kt_5 , y en
 20 la salida del convertidor tiempo-amplitud A_g , en la vía 52,
una señal igual a kt_6 ; k es un coeficiente de proporciona-
lidad, del mismo modo que λ , λ_1 , y K.

En la figura 3, se ha representado detalla-
 damente el dispositivo electrónico, que permite obtener, en
 25 la salida, las variaciones de diámetro de un tubo en rela-
ción con un tubo patrón. Los convertidores tiempo-amplitud
 A_a , A_b , A_f de la figura 2 se representan nuevamente. En la
salida, en la vía 61 del órgano A_a , después del paso por el
amplificador A'_a de ganancia K, se obtiene una señal u' de
 30 valor $K\lambda_1 t_1$, enviada a un restador S_a . Las señales, que sa

1 len de los órganos A_b y A_f de valor λt_2 y λt_5 , son enviadas a un sumador A_d , desde donde la señal $u_1 = \lambda(t_2 + t_5)$ vuelve a salir por la vía 60 para entrar en el restador S_a . En la salida del restador S_a , se tiene una señal $u_2 = K \lambda_1$
 5 $t_1 - \lambda(t_2 + t_5)$, que se introduce en un amplificador A_e de ganancia D/t_1 , para proporcionar en la salida la señal correspondiente que, como se verá a continuación, es proporcional al diámetro externo del tubo.

Las siguientes consideraciones teóricas, per
 10 mitirán comprender mejor el funcionamiento de los dispositivos de las figuras 2 y 3. Cuando se introduce en la cabeza de medida un tubo patrón de diámetro $(\phi e)_0$, el valor de este diámetro es proporcionado por la fórmula:

$$15 \quad (\phi e)_0 = D r - D \frac{(t_2 + t_5)}{(t_1)} = \frac{D}{t_1} r - (t_2 + t_5)$$

Este valor corresponde al valor de la señal de tensión u_2 , obtenida en la vía 62 de la figura 3, tensión igual a:

$$20 \quad u_2 = K \lambda_1 t_1 - \lambda(t_2 + t_5)$$

Se regula el valor de la ganancia K del amplificador A'_a para el mando, simbolizado por la flecha 69, de tal modo que la tensión de salida del amplificador A_e sea de valor nulo, es decir, que el valor en la entrada del citado amplificador A_e de ganancia $\frac{D}{t_1}$ sea asimismo nulo. Esto origina un valor de K proporcionado por la ecuación:

$$25 \quad u_2 K \lambda_1 t_1 - \lambda(t_2 + t_5) = 0$$

Cuando esta condición es realizada, tenemos la razón:

$$\frac{t_1}{t_2 + t_5} = \frac{\lambda}{K \lambda_1}$$

Es importante observar que esta regulación de ganancia K es independiente de la temperatura del agua, ya que los intervalos de tiempo t_1 , t_2 y t_5 , que representan tiempos de recorrido de los ultrasonidos en el agua, son siempre proporcionales a las distancias (se supone que la temperatura del agua, en la proximidad de la cabeza de medida, es uniforme, y que las distancias d_1 y d_2 no dependen de la temperatura). La relación:

$$\frac{t_1}{t_2 + t_5} = \frac{D}{d_1 + d_2}$$

solo depende de las dimensiones del tubo patrón y no de la velocidad C_e del sonido en el agua.

Cuando en lugar del tubo patrón, se coloca sobre el banco de medida, es decir, entre los obstáculos 12 y 14, el tubo a controlar, se obtienen suponiendo que la temperatura del agua haya cambiado, intervalos de tiempo diferentes. Sean $t_1 + \Delta t_1$, $t_2 + \Delta t_2 + \delta t_2$ y $t_5 + \Delta t_5 + \delta t_5$ estos intervalos de tiempo, en los que las Δ expresan las variaciones debidas a la temperatura, y las δ las que corresponden a la desviación dimensional real $\delta \phi_e = \delta d_1 + \delta d_2$.

El diámetro exterior de este tubo a controlar es, por consiguiente:

$$\phi_e = (\phi_e)_0 + \Delta \phi + \delta \phi_e = \frac{D}{t_1 + \Delta t_1} \left[\frac{D}{D} (t_1 + \Delta t_1) - (t_2 + \Delta t_2 + \delta t_2) - (t_5 + \Delta t_5 + \delta t_5) \right]$$

1 Los términos Δt_2 y Δt_5 son, en primer orden, los mismos que se obtendrían para el tubo patrón, ya que las diferencias de tiempo de recorrido de los ultrasonidos sobre las desviaciones de dimensiones δd_1 y δd_2 , son despreciables respecto a dichos términos. Se obtiene, por consiguiente, en la salida del órgano de cálculo representado en la figura 3, una tensión u_2 que es:

$$u_2 = K \lambda_1 (t_1 + \Delta t_1) - \lambda (t_2 + \Delta t_2 + t_5 + \Delta t_5) - (\lambda t_2 + \delta t_5) = -\lambda (\delta t_2 + \delta t_5)$$

10 ya que la ganancia K ha sido regulada para que los demás términos se compensen.

En la figura 4, se ha representado una parte del dispositivo electrónico, que permite medir las desviaciones del diámetro interno del tubo bajo examen respecto a un tubo patrón. Este dispositivo comprende los convertidores tiempo-amplitud A_c y A_g representados en la figura 2, convertidores en los que se introducen los diferentes impulsos correspondientes a los intervalos de tiempo t_3 y t_6 . Estos convertidores tienen la misma ganancia k , lo que origina que se obtengan en la salida, en las vías 50 y 52, señales respectivamente proporcionales a kt_3 y kt_6 . Estas señales son introducidas en un órgano sumador A_e de donde sale, por la vía 70, una señal igual a $k(t_3 + t_6)$. El restador S_b es alimentado por la vía 70 y por una tensión procedente de un potenciómetro 72 de valor regulable, que emite una tensión u_0 , que puede escogerse igual a $-k(t_3 + t_6)_0$, refiriéndose el índice 0 a un tubo patrón calibrado. En la salida 74 del restador S_b , se obtiene una señal $u_3 = K (\delta t_3 + \delta t_6)$, representando δ , como se verá más adelante, las variaciones reales de la suma de los grosores $e_1 + e_2$. En el

1 restador S_c se introduce, por una derivación enlazada a la
 vía 64 de salida del amplificador A_e de la figura 3, el va-
 lor de la variación del diámetro externo del tubo, lo que
 permite obtener en la salida 76, el valor de la variación
 5 del diámetro interno del tubo respecto a un tubo patrón.

El principio de funcionamiento del dispositi-
 vo representado en la figura 4 es el siguiente: para la me-
 dida de la desviación sobre el diámetro interior $\Delta \phi_1$, el
 principio de cálculo es el mismo que el realizado sobre las
 10 variaciones del diámetro exterior. Se parte de las expre-
 siones:

$$\begin{aligned} \phi_i &= \phi_e - (e_1 + e_2) = (\phi_i)_0 + \delta \phi_i \\ (\phi_i)_0 + \delta \phi_i &= (\phi_e)_0 + \delta \phi_e = (e_1 + e_2)_0 \\ &- (\delta e_1 + \delta e_2) \end{aligned}$$

15 La desviación del diámetro interior se expre-
 sa, por consiguiente, por:

$$\begin{aligned} \delta \phi_i &= \delta \phi_e - (\delta e_1 + \delta e_2) = \delta \phi_e - 1/2 C_m \\ &(\delta t_3 + \delta t_6) \end{aligned}$$

Una vez situado el tubo patrón sobre el ban-
 20 co de medida, se regula la tensión u_0 de tal modo que para
 este tubo patrón, el valor de u_3 sea nulo. Se observa que
 para un tubo de diámetro interior diferente, u_3 es entonces
 proporcional a las variaciones de tiempo $\delta t_3 + \delta t_6$.

El conjunto del dispositivo según la inven-
 25 ción es regulado en laboratorio, utilizando un juego de tu-
 bos patrones de dimensiones conocidas, de modo muy preciso,
 y que permite, provocando sucesivamente desviaciones $\delta \phi_e$ y
 $\delta \phi_1$ de valores conocidos, regular las ganancias en micróme-
 tro por voltio en las salidas $\delta \phi_e$ (salida 64) y $\delta \phi_1$ (sa-
 30 lida 76). Estos valores pueden ser indicados numéricamente

1 por un órgano no representado en la figura.

En un ejemplo de realización, se ha utilizado un impulso ultra-sonoro muy breve, obtenido enviando, sobre el cristal de la sonda, un impulso de tensión de 130
5 voltios de amplitud, de una anchura en la base de algunos nano-segundos. La frecuencia de emisión es de 33 MHz. Los ecos recibidos en retorno, tienen una amplitud del orden de un milivoltio.

Es obvio que los convertidores tiempo-amplitud pueden comprender dispositivos de umbral, permitiendo la presencia de dichos umbrales eliminar el ruido, o los ecos de amplitud insuficiente, que no corresponden a un obstáculo tal como 10, 12, 14 ó el objeto cilíndrico a comprobar.
10

En la figura 5, se ha representado esquemáticamente una variante del dispositivo según la invención, para el caso en que el tubo que debe medirse esté lleno de agua, lo que origina que se puedan obtener en un solo emisor-receptor, las señales ecos reexpedidas por las paredes del tubo 2. Esto suprime la necesidad de un segundo emisor y de un tercer obstáculo situado al otro lado del tubo a comprobar, de diámetro interior ϕ_1 . Gracias a la referencia proporcionada por los dos obstáculos, situados a la distancia D, el valor del diámetro interno, por ejemplo, es proporcionado por la fórmula:
15
20
25

$$\phi_1 = D \frac{t'_3}{t'_1}$$

Puede entonces utilizarse el mismo dispositivo que el descrito anteriormente con solo una sonda Ea y dos obstáculos.
30

1 Este dispositivo sirve, asimismo, para medir el diámetro
 externo ϕ_e del tubo 2. El principal inconveniente de este
 dispositivo es que exige un medio de acoplamiento que per-
 mita transmitir las señales al interior del cuerpo que de-
 5 be comprobarse.

En esta variante representada en la figura
 5, es más sencillo tratar la señal, ya que no se utiliza,
 para la determinación del diámetro interior ϕ_i , más que dos
 tiempos t'_1 y t'_3 en vez de tres. El dispositivo utilizado,
 10 para la medida de ϕ_i , se obtiene a partir del dispositivo
 representado en la figura 3, por modificaciones triviales,
 y está representado en la figura 6.

Los impulsos, que corresponden a los ecos
 separados por los intervalos de tiempo t'_1 y t'_3 , son envia-
 dos sobre dos convertidores tiempo-amplitud A'_a y A'_b de
 15 ganancias λ'_1 y λ'_3 .

El dispositivo comprende, asimismo, un res-
 tador S'_a , conectado en la salida de los órganos A'_a y A'_b ,
 y un amplificador final A'_e de ganancia $-\frac{D}{t'_1}$.

20 La ganancia λ'_1 está regulada de tal modo,
 que la señal de salida sea nula para un tubo patrón, y se
 obtienen, en la salida 64', las variaciones $\delta \phi_1$, cuando se
 dispone un tubo a examinar sobre la cabeza de medida.

Es evidente que se puede utilizar también
 25 según la invención, un dispositivo que comprende dos sondas
Ea y Eb, y cuatro obstáculos dispuestos en dos pares a am-
 bos lados del tubo, lo que permite entonces más flexibili-
 dad en la utilización, así como el control de una sonda por
 la otra sonda.

30 De este modo, en la figura 7, se ha repre-

1 sentado una vista en corte de una forma de realización pre-
ferente del dispositivo según la invención. En esta vista,
están representadas dos sondas S_1 y S'_1 , dispuestas enfren-
tadas, a ambos lados del tubo 102, tubo de forma cilíndri-
5 ca a comprobar. El campo de emisión de onda ultra-sonora,
relativo a cada sonda emisora está representado en 104 (zo-
na sombreada). El tubo cilíndrico 102, cuyos radios interno
y externo se desean medir, se desplaza según la flecha 106.
El tubo 102 pasa a través de las guías 107a y 107b, dispues-
10 tas en las paredes enfrentadas 101_a y 101_b de la cuba llena
de agua, y es accionado, en translación axial, por medio de
dos pares de rodillos 103a-105a y 103b-105b, dispuestos en
el exterior de la cuba, comprendiendo cada par un rodillo
motor 103_a ó 103_b , y un rodillo prensor 105_a ó 105_b . Las
15 sondas emisoras-receptoras S_1 y S'_1 están fijadas a un arma-
zón 108 fijo. Asimismo, los tubos cilíndricos 110 y 112,
una parte de los cuales penetra en el campo de emisión ul-
tra-sonoro 4 de las sondas S_1 y S'_1 , están fijados y son so-
lidarios del armazón 108 por un enlace mecánico rígido no
20 representado. La superficie externa del cilindro 110, que
constituye el primer obstáculo, tiene un radio interno R_2 ,
en la parte situada en el campo de emisión 104 de las son-
das S_1 y S'_1 . Asimismo, el segundo obstáculo 112 tiene un
radio externo R_3 , y penetra en la superficie situada en el
25 interior del campo de emisión 104 de las sondas S_1 y S'_1 .
El medio de acoplamiento 114, dispuesto entre el armazón
108, las sondas emisoras S_1 y S'_1 y los diferentes tubos,
es por ejemplo, agua. El tubo cilíndrico 102, del que se de-
sea medir los radios interno y externo, se llena de aire, es
30 decir, de un medio que no transmita los impulsos ultra-sono-

1 ros. Las sondas S_1 y S'_1 tienen una superficie de emisión
cóncava, lo que permite la focalización de los radios sobre
la parte externa del tubo 102 que va a medirse. Como se ex-
plicó anteriormente, la medida de la distancia D , igual a
5 la diferencia de los radios R_2 y R_3 , permite un contraste
de la velocidad del sonido en el medio de acoplamiento en
función de la temperatura y, por consiguiente, una medida
exacta de los radios interno y externo del tubo 102.....

El dispositivo según la invención permite su
10 primir cualquier movimiento de rotación del tubo, en el
curso de la medida de los radios interno y externo, según
diferentes acimuts. Los enlaces rígidos entre los tubos-
obstáculos 110 y 112 y el armazón 108, aseguran la constan-
cia de la distancia entre cada sonda y los diversos tubos.
15 y, por consiguiente, medidas más seguras y precisas.

En la figura 8, se ha representado una vista
desde arriba de un dispositivo según la invención, designan-
do las mismas referencias elementos idénticos a los repre-
sentados en la figura 7. El dispositivo representado en es-
20 ta figura, comprende tres pares de sondas $S_1, S'_1; S_2, S'_2;$
 S_3, S'_3 ; estos tres pares de sondas son activados por una
alimentación A , que comprende un reloj, que activa simultá-
neamente un par de sondas, y secuencialmente los tres pares
de sondas, según diagramas temporales, que se comprenderán
25 mejor al ver la figura 9. Las sondas S_1, S'_1 están enlaza-
das a los bornes 120 y 122 de la alimentación A , y activa-
das simultáneamente, como las sondas S_2, S'_2 , enlazadas a
los bornes 124 y 126, son activadas simultáneamente, y las
sondas S_3, S'_3 son activadas simultáneamente por los impul-
30 sos procedentes de los bornes 128 y 130 de la alimentación A .

1 La alimentación A es una alimentación electrónica, que permite activar los diferentes transductores de las sondas.

En la figura 9, se ha representado con más detalle, el sistema de conmutación indicado por A en la figura 8. Un reloj H (200), envía, a intervalo de tiempo regular, impulsos eléctricos que conmutan, simultáneamente, el conmutador de emisión 202 y el conmutador de recepción 202'. La misma señal de conmutación que conecta uno de los tres bornes 211, 212, 213 de cada conmutador, es enviada sobre órganos de retardo 215 y 217, a la salida de los cuales se conectan dos alimentaciones 219 y 221, que envían a recepción impulsos de reloj retardados, las señales 214 sobre los bornes del conmutador 202 y las señales 216 sobre los bornes del conmutador 202'. Las señales de recepción o de apertura de las puertas 120, 122, 124, 126, 128 y 130 están representadas en 216. Los impulsos 214 son enviados a los bornes 120, 122, 124, 126, 128 y 130 por mediación de generadores de impulsos de alta tensión 240, 242, 244, 246, 248 y 250. Las señales eco recibidas por los diferentes transductores, recogidas en los bornes 120, 122, 124, 126 y 128 son enviadas, previa preamplificación, a los órganos preamplificadores 220, 222, 224, 226, 228, 230 sobre dos vías de medidas, las vías a y b, por las conexiones representadas. Un dispositivo clásico (no representado) permite bloquear, si se desea, las salidas de las sondas no afectadas por la medida, para no recoger en las vías de medida más que los ecos adecuados recibidos por las sondas que acaban de ser activadas.

En la figura 10, se han representado, en función del tiempo, los diagramas de activación de las diferen

tes sondas. Un reloj envía señales 231, separadas temporalmente por el intervalo de tiempo T . Estas señales son repeticiones de la señal 214 de la figura 9. Las señales de recepción que corresponden a la señal 216 de la figura 9, están representadas en 232', 234' y 236'. Cada una de estas señales corresponde, como se ve en la figura 9, a la apertura de puertas correspondiente a un par de sondas enfrentadas. En la curva 232, se han representado las señales que aparecen en los bornes 120 y 122, activando las sondas S_1 y S'_1 , en la curva 234, los impulsos que activan las sondas S_2 y S'_2 , y en la curva 236, los impulsos que activan las sondas S_3 y S'_3 . Se observa en este diagrama temporal que las sondas son activadas secuencialmente. El intervalo de tiempo T , que separa dos impulsos que llegan a los dos pares de sondas $S_1 - S'_1$ y $S_2 - S'_2$, se utiliza para recoger los ecos reflejados por los diferentes obstáculos y captados por el par de sondas $S_1 - S'_1$, que trabajan entonces como receptor. En la curva 238, se han representado las diferentes señales emitidas y recogidas por la sonda S_1 por ejemplo, y que corresponden a los ecos representados en la figura 1. El intervalo de tiempo t_0 es el intervalo de tiempo que separa a la emisión de la recepción del eco reexpedido por el obstáculo 112 de radio R_3 ; el intervalo de tiempo t_1 es el intervalo de tiempo que separa la recepción de dos ecos reexpedidos por el cilindro obstáculo 110 y el cilindro obstáculo 112, separados por la distancia D y que permiten corregir las variaciones de la velocidad de propagación del sonido en función de la temperatura. El intervalo de tiempo t_2 separa la recepción de las señales eco reexpedidas por el segundo obstáculo y la parte externa del tubo

1 cilíndrico 2, y el intervalo de tiempo t_3 , el intervalo de tiempo que separa la recepción de las señales reexpedidas por las superficies interna y externa del tubo cilíndrico.

5 Los dispositivos electrónicos de tratamiento de las señales reexpedidas por los obstáculos y recibidas por las sondas que funcionan como receptores son, por ejemplo, idénticas a las anteriormente descritas.

En la figura 11, se han representados los ecos recibidos en las vías a y b de la figura 9 en el caso del montaje simétrico, representado en la figura 7. El intervalo de tiempo t_0 corresponde al tiempo que separa la emisión de la recepción del primer eco reexpedido por el obstáculo 112, t_1 el intervalo de tiempo que separa la recepción de los ecos reexpedidos por los obstáculos 110 y 15 112, t_2 el intervalo de tiempo que separa la recepción de los ecos reexpedidos por el obstáculo 110 y la superficie externa del tubo 102, y t_3 el intervalo de tiempo que separa la recepción de los ecos reexpedidos por las dos superficies del tubo 102. Los ecos siguientes son los ecos múltiples entre las caras externa e interna del tubo 102.

20

25

REIVINDICACIONES

30

Los puntos de invención propia y nueva, que

1 se presentan para que sean objeto de esta solicitud de Pa-
tente de Invención en España, por VEINTE años, son los que
se recogen en las reivindicaciones siguientes:

5 1a.- Perfeccionamientos introducidos en un
dispositivo de medida precisa de las dimensiones de un obje-
to por ultrasonidos, caracterizados porque dicho dispositi-
vo comprende, al menos, una sonda ultrasonora que funciona
como emisor-receptor de impulsos ultrasonoros, al menos dos
10 obstáculos reflectores para los citados impulsos ultrasono-
ros, estando dispuestos los citados obstáculos en la trayec-
toria de los impulsos ultrasonoros, medios para disponer un
objeto, cuyas dimensiones se desea medir, en la dirección
de propagación de los impulsos ultrasonoros, medios para ori-
ginar señales eléctricas de valores proporcionales a los in-
15 tervalos de tiempo que separan la recepción en cada sonda
de los diversos ecos que corresponden a las reflexiones de
los impulsos ultrasonoros sobre los citados obstáculos y so-
bre el citado objeto, y medios de tratamiento electrónico pa-
ra determinar, a partir de estas tensiones, las dimensiones
20 del citado objeto.

2a.- Perfeccionamientos según la reivindica-
ción 1a, caracterizados porque dicho dispositivo comprende
dos sondas ultrasonoras Ea y Eb, y tres obstáculos reflecto-
res, dispuestos entre las caras emisoras establecidas fren-
25 te a las dos sondas Ea y Eb, estando dispuesto el citado ob-
jeto entre dos de los citados obstáculos.

3a.- Perfeccionamientos según la reivindica-
ción 1a, en un dispositivo destinado a medir las dimensio-
nes de un objeto hueco, lleno de un líquido de acoplamiento,
30 caracterizados porque dicho dispositivo comprende: una sonda

1 ultrasonora E_a ; dos obstáculos reflectores para los impulsos ultrasonoros, emitidos por la citada sonda E_a ; medios para disponer el objeto, cuya dimensión se desea medir, en la dirección de propagación de las ondas ultrasonoras, más
5 allá de los dos citados obstáculos, en el recorrido de los impulsos ultrasonoros emitidos por la citada sonda, medios para originar en la citada sonda impulsos ultrasonoros y para recoger los ecos, reexpedidos por los citados obstáculos y el citado objeto, correspondiente a estos impulsos, y medios
10 para originar señales eléctricas que miden los intervalos de tiempo que separan la recepción de los diversos ecos que corresponden a las reflexiones sobre los obstáculos y sobre el citado objeto, medios de tratamiento eléctrico, alimentados por las citadas señales eléctricas emitidas por
15 los medios anteriormente citados, para originar una señal proporcional a las dimensiones de la pieza.

4a.- Perfeccionamientos según la reivindicación 1a, para la medida precisa de las dimensiones radiales de un tubo cilíndrico por ultrasonidos, caracterizados
20 porque dicho dispositivo comprende: medios para desplazar el tubo que debe controlarse, siguiendo una dirección paralela a su eje; N pares de sondas, dispuestas en corona alrededor del tubo, funcionando cada sonda como emisor-receptor, estando dispuestas las dos sondas de cada par de sondas una
25 frente a otra, a ambos lados del citado tubo que debe controlarse, de radio externo R_1 , propagándose las sondas, que emiten impulsos ultrasonoros, en direcciones perpendiculares a las generatrices del citado tubo; medios para conmutar secuencialmente cada uno de los N pares de sondas; dos obstáculos
30 reflectores, dispuestos en la trayectoria de los im-

1 pulsos ultrasonoros, entre las sondas y el tubo que debe
controlarse; un líquido de acoplamiento que baña las son-
das, los obstáculos y la superficie externa del tubo a con-
trolar; medios para originar señales eléctricas de valor
5 proporcional a los intervalos de tiempo que separan la re-
cepción en cada sonda, de diversos ecos correspondientes a
las recepciones de los impulsos ultra-sonoros en los cita-
dos obstáculos y en el citado tubo, y medios de tratamiento
electrónico para determinar, a partir de estas señales, las
10 dimensiones transversales del citado tubo, es decir, sus ra-
dios externo e interno.

5a.- Perfeccionamientos según la reivindicación 4a, caracterizados porque los dos obstáculos reflectores, están constituidos por: un primer obstáculo, constituido
15 do por un tubo cilíndrico, de radio externo R_2 coaxial con
el tubo controlado, con $R_2 > R_1$, estando dispuesta la super-
ficie externa del radio R_2 de este primer obstáculo, sobre
una parte del campo ultrasonoro de emisión de cada sonda;
un segundo obstáculo, constituido por un tubo cilíndrico,
20 de radio R_3 , con $R_3 > R_2$, estando dispuesta la superficie ex-
terna de radio R_3 de este segundo obstáculo, sobre una parte
del campo ultrasonoro de emisión de cada sonda.

6a.- Perfeccionamientos según la reivindicación 4a, caracterizados porque tres pares de captadores es-
25 tán dispuestos a 120° , alrededor del tubo a controlar.

7a.- Perfeccionamientos según la reivindicación 1a, caracterizados porque los citados medios para ori-
ginar señales eléctricas de valores proporcionales a los in-
tervalos de tiempo que separan la recepción en las citadas
30 sondas Ea y Eb de diversos ecos que corresponden a las re-

1 flexiones de los impulsos ultrasonoros en los citados obstá-
culos y en el citado objeto, y los citados medios de trata-
miento electrónico analógico comprenden: un primer converti-
dor tiempo-amplitud A_a , de ganancia regulable $K \lambda_1$, alimen-
5 tado en la entrada por impulsos eléctricos, que correspon-
den a los dos primeros ecos ultrasonoros, reexpedidos por
dicho primer obstáculo y dicho segundo obstáculo y recibidos por la primera sonda E_a , y que emite en la salida una
señal igual a $K \lambda_1 t_1$, representando t_1 el intervalo de tiem-
10 po que separa la recepción por dicha primera sonda E_a de
los dos primeros ecos, un segundo convertidor tiempo-ampli-
tud A_b , de ganancia regulable λ , alimentado por impulsos
eléctricos que corresponden a los dos ecos ultrasonoros,
reexpedidos por el segundo obstáculo y la superficie exter-
15 na del objeto frente a la primera sonda E_a , y recibidos por
dicha primera sonda E_a , y que emite en la salida una señal
igual a λt_2 , siendo t_2 el intervalo de tiempo que separa
la recepción por dicha primera sonda E_a de estos dos ecos,
un tercer convertidor tiempo-amplitud A_f , de ganancia regu-
20 lable λ , alimentado en la entrada por impulsos correspon-
dientes a los dos ecos ultra-sonoros, reexpedidos por el ci-
tado tercer obstáculo y la superficie externa del objeto
frente a dicha segunda sonda E_b , y recibidos por dicha se-
gunda sonda E_b , y que emite una señal igual a $K t_5$, siendo
25 t_5 el intervalo de tiempo que separa a la recepción de es-
tos dos ecos, un sumador A_d , alimentado por las salidas de
los convertidores tiempo-amplitud A_b y A_c , y que emite una
señal de salida $u_1 = \lambda(t_2 + t_5)$, un restador S_a , alimentado
en la entrada por las salidas del convertidor tiempo-ampli-
30 tud A_a y del sumador A_d' , que emite en la salida una señal

1 de salida $u_2 = K \lambda_1 t_1 - \lambda(t_2 + t_5)$, un amplificador A_e ali-
mentado por la salida del restador S_a , y que emite en la
salida una señal función lineal de la dimensión de la pieza
medida, según la dirección de propagación de las ondas ul-
5 trasonoras.

8a.- Perfeccionamientos según la reivindica-
ción 7a, caracterizados porque la ganancia K del amplifica-
dor A_a está regulada de tal modo que la señal de salida del
amplificador A_e tenga un valor nulo para un objeto de dimen-
10 sión conocida, dispuesto entre los dos citados obstáculos.

9a.- Perfeccionamientos según la reivindica-
ción 8a, en un dispositivo destinado a medir las dimensio-
nes internas y externas de un objeto hueco, caracterizados
porque dicho dispositivo comprende, además: un convertidor
15 tiempo-amplitud A_c de ganancia regulable K , alimentado en la
entrada por impulsos eléctricos que corresponden a los dos
ecos ultrasonoros, reexpedidos por las superficies externas
e internas del objeto, y recibidos por la primera sonda Ea ,
y que emite en la salida una señal igual a Kt_3 , siendo t_3 el
20 intervalo de tiempo que separa la recepción de estos dos
ecos, un convertidor tiempo-amplitud A_g de ganancia regula-
ble k , alimentado en la entrada por impulsos eléctricos que
corresponden a los dos ecos ultrasonoros, reexpedidos por
las superficies externas e internas del objeto, y recibidos
25 por la segunda sonda Eb , y que emite en la salida una señal
igual a kt_6 , siendo t_6 el intervalo de tiempo que separa la
recepción de estos dos ecos, un amplificador A_e , alimentado
por las salidas de los convertidores tiempo-amplitud A_c y
 A_g , y que emite una señal de salida $u_3 = K(t_3 + t_6)$, un
30 restador S_b , alimentado por la señal de salida del amplifica

1 dor A_e , y por una señal de valor u_0 regulable, y que emite
en la salida una señal cuyo valor es igual a $u_4 = k(t_3 +$
2 $t_6) - u_0$, un restador S_c , alimentado en la entrada por la
salida del restador S_b y por la salida del amplificador A_e ,
5 y que emite en salida una señal de función lineal de la di-
mensión interna, del objeto a medir, según la dirección de
propagación de los impulsos ultrasonoros.

10a.- Perfeccionamientos según la reivindicación 1a, caracterizados porque los citados obstáculos están
10 constituidos por hilos, pantallas, rejillas y láminas.

11a.- "PERFECCIONAMIENTOS INTRODUCIDOS EN UN
DISPOSITIVO DE MEDIDA PRECISA DE LAS DIMENSIONES DE UN OB-
JETO POR ULTRASONIDOS".

15 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 treinta y una hojas
escritas a máquina por una sola cara.

20

Madrid, 11 JUN 1975

P.A.

Fernando de Eizaburu
Por Poder.

25

30

JMM/.

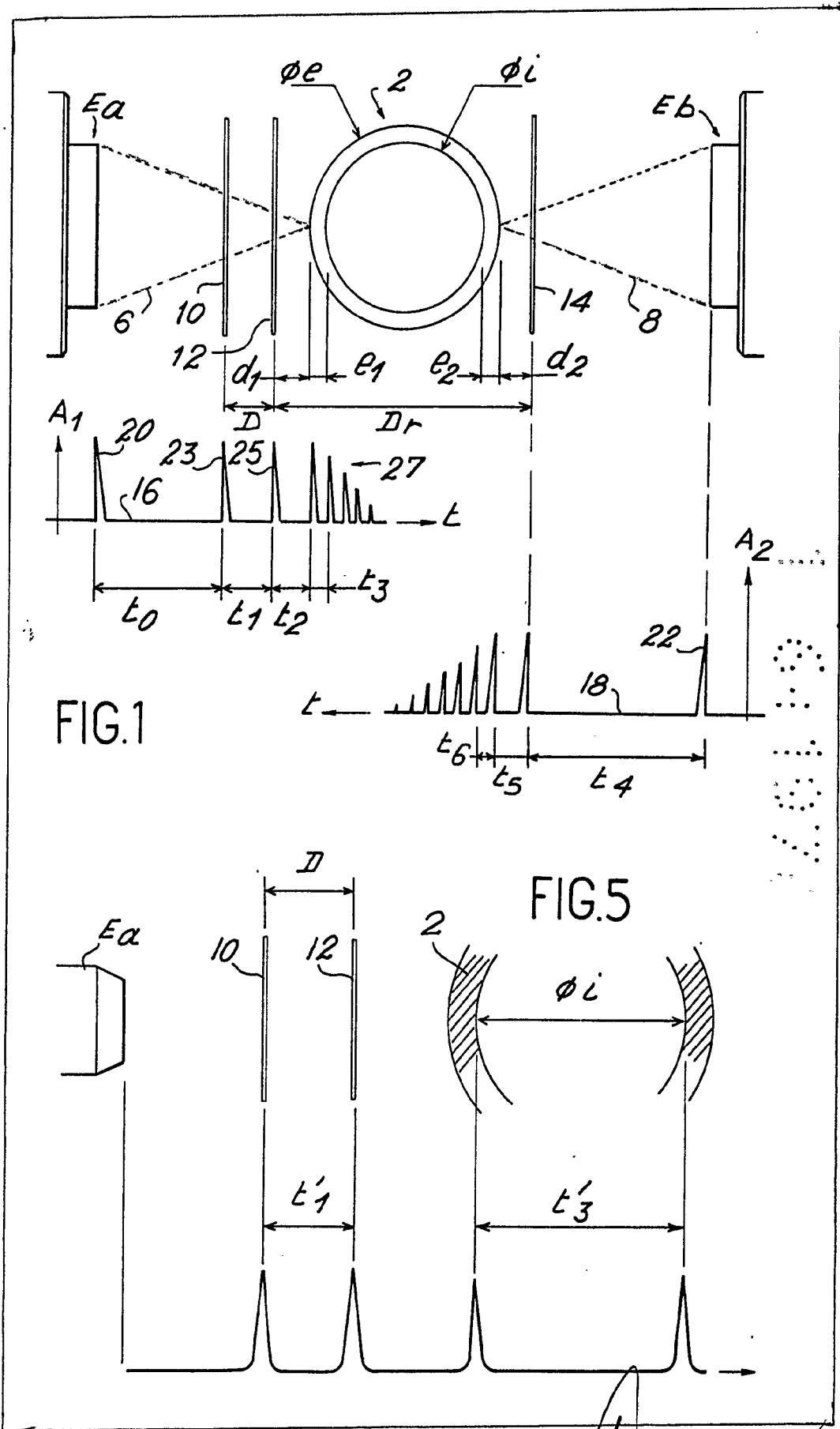


FIG.1

FIG.5

Fernando de Elizaburu
 Por Poder.

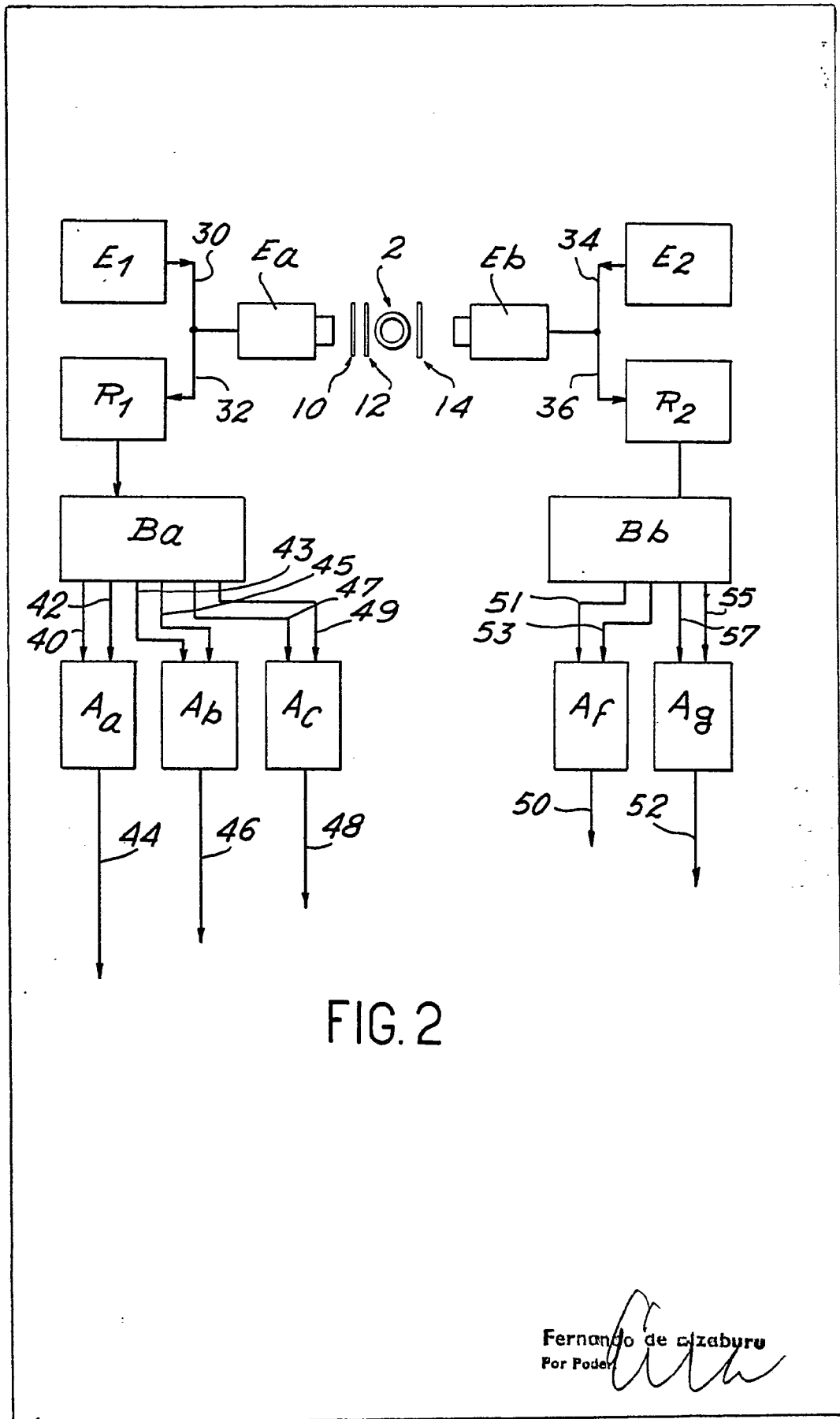


FIG. 2

Fernando de Cizaburu
 Por Poder

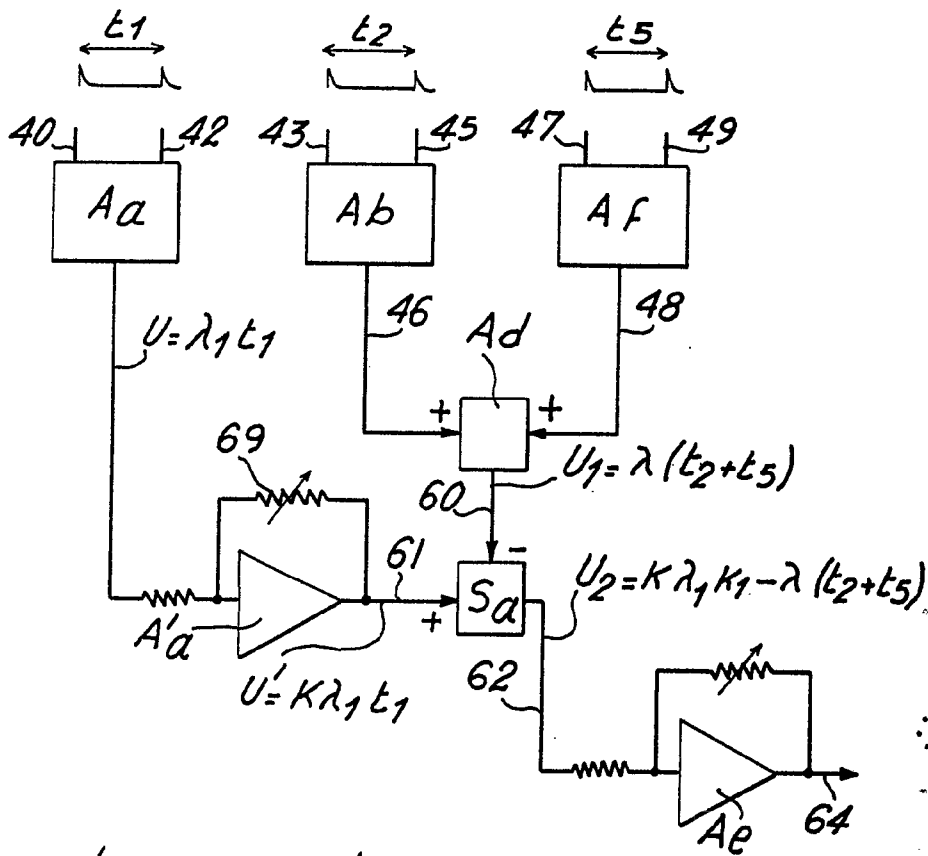


FIG. 3

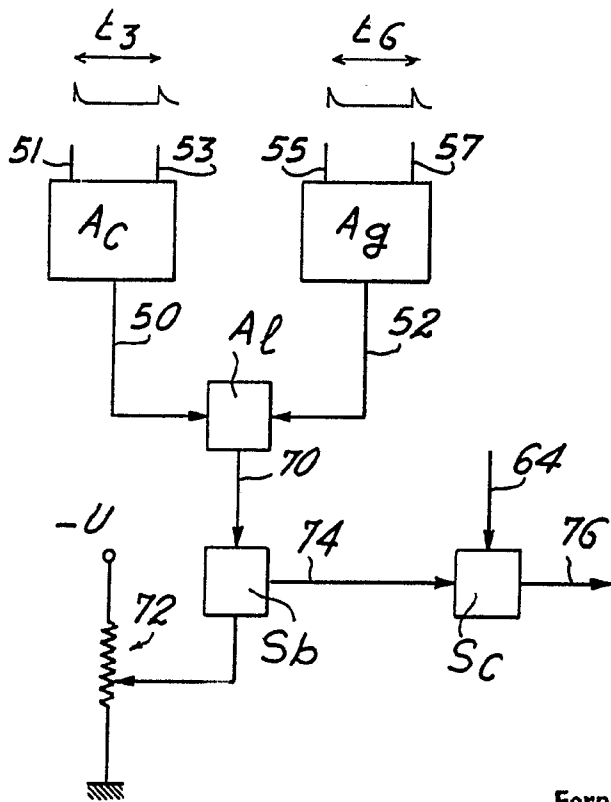


FIG. 4

Fernando de Elizaburu
 Por Poder.

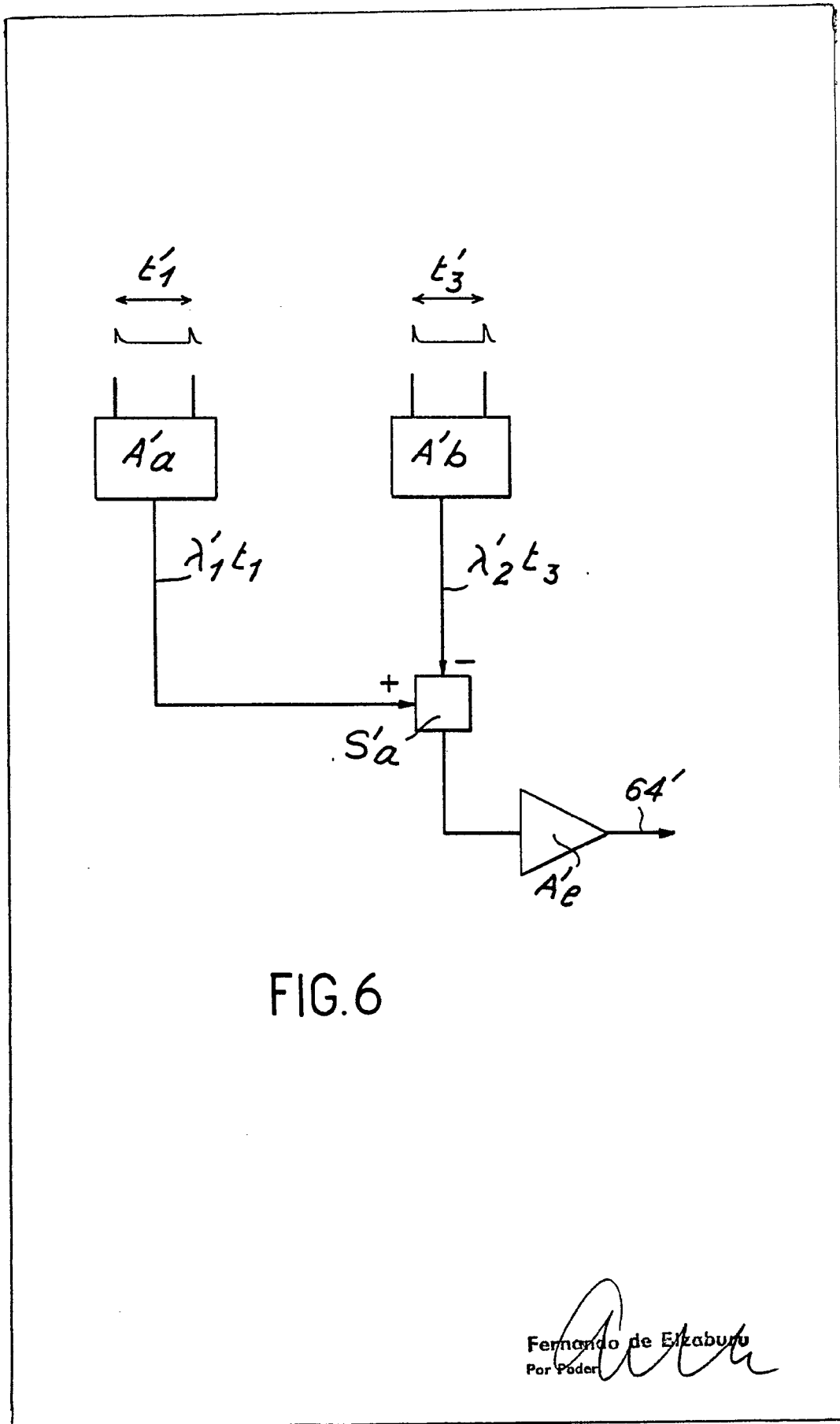


FIG.6

Fernando de Elizaburu
Por Poder

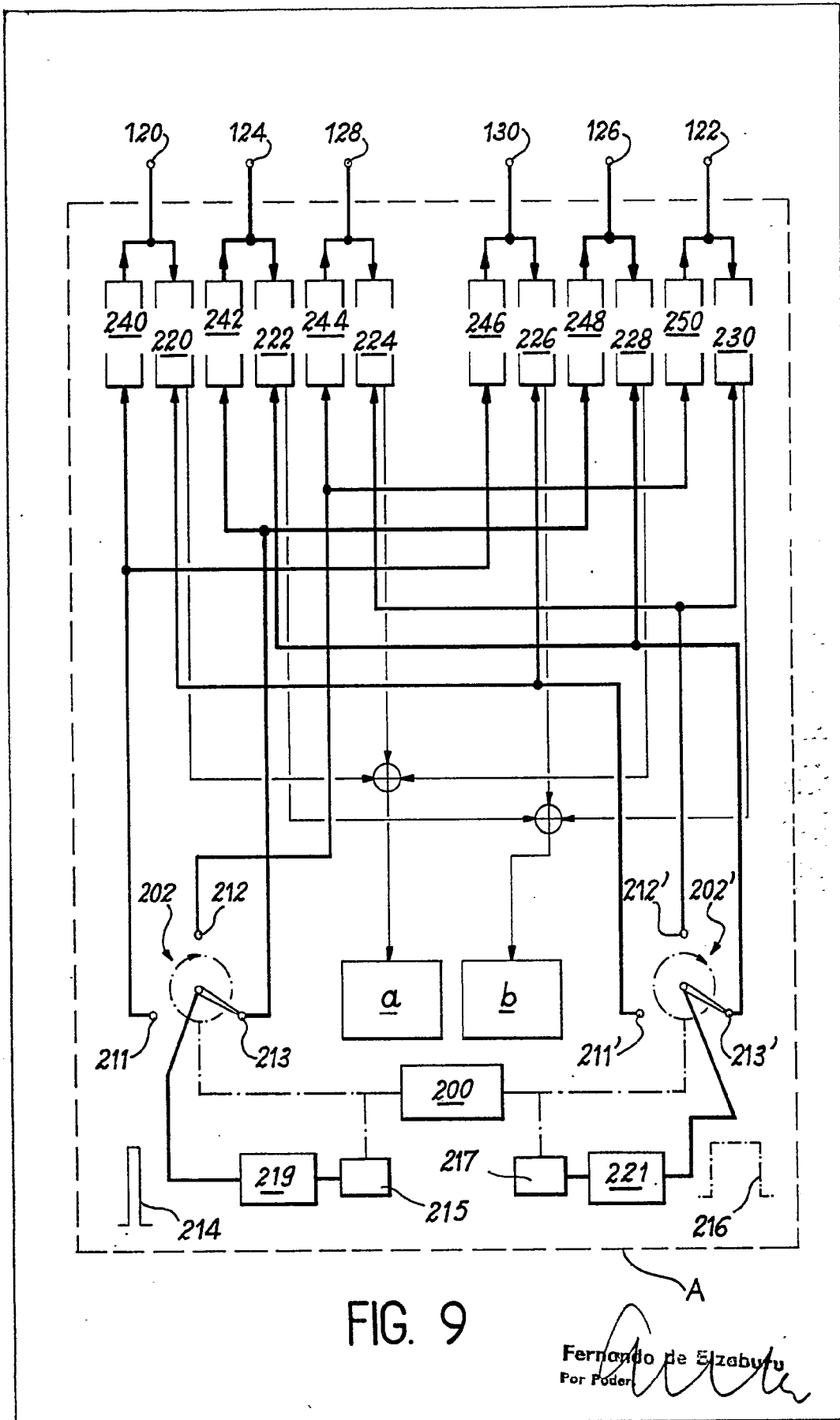
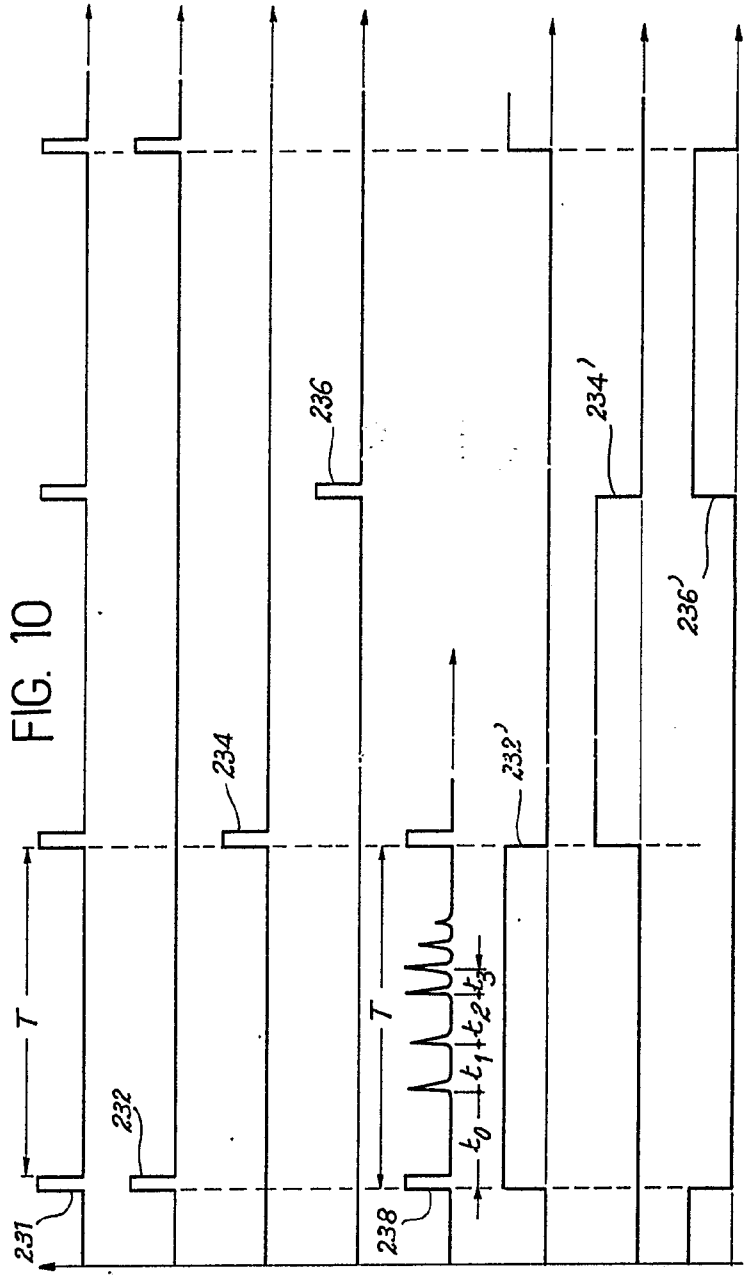


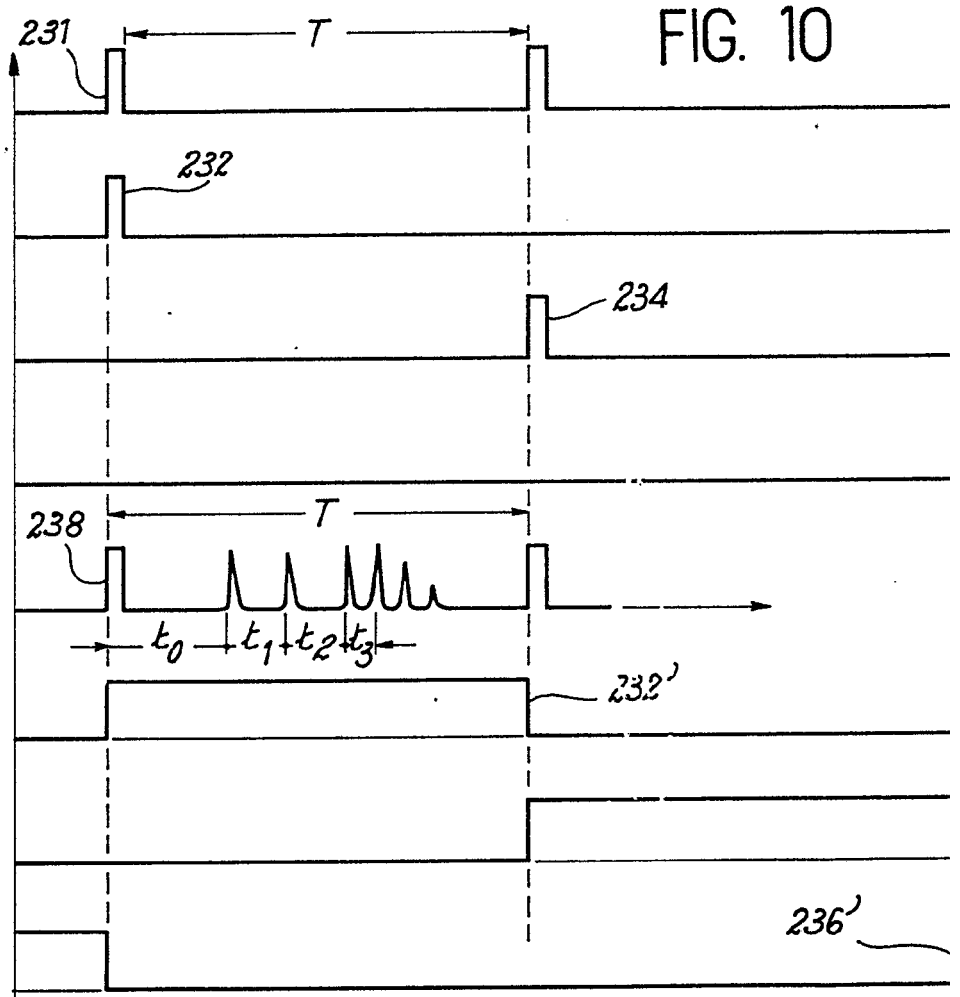
FIG. 9

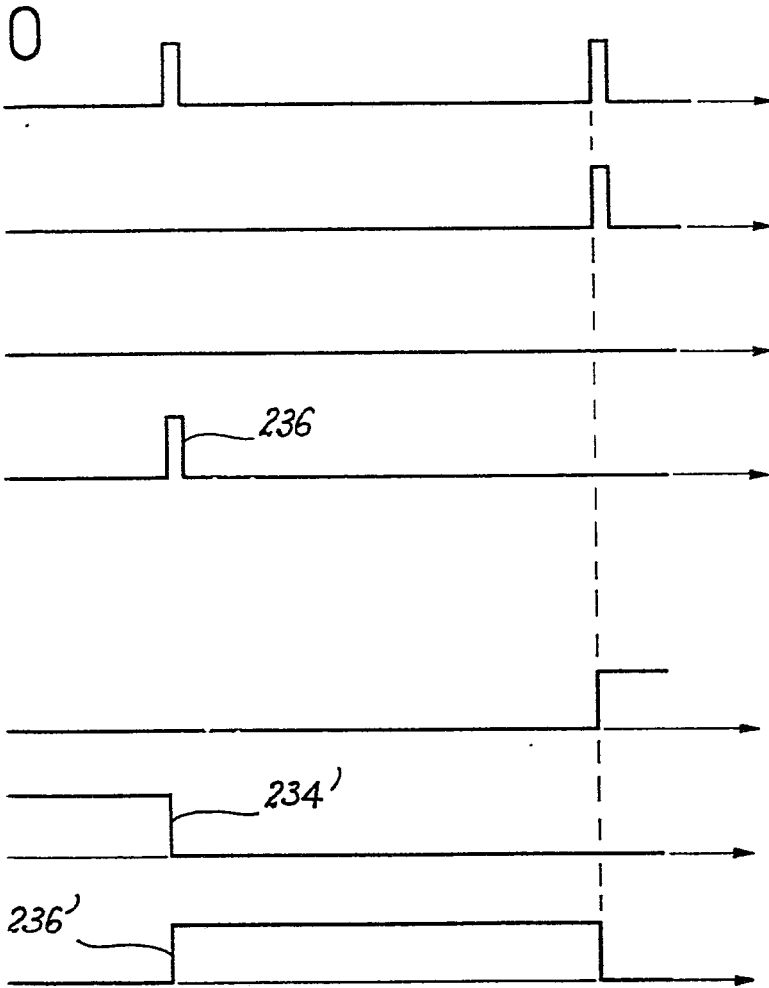
Fernando de Elzaburu
Por Poder



SECRET

Fernando de Ekabyru
Por Eder.





Fernando de Elizaburu
Por Orden.

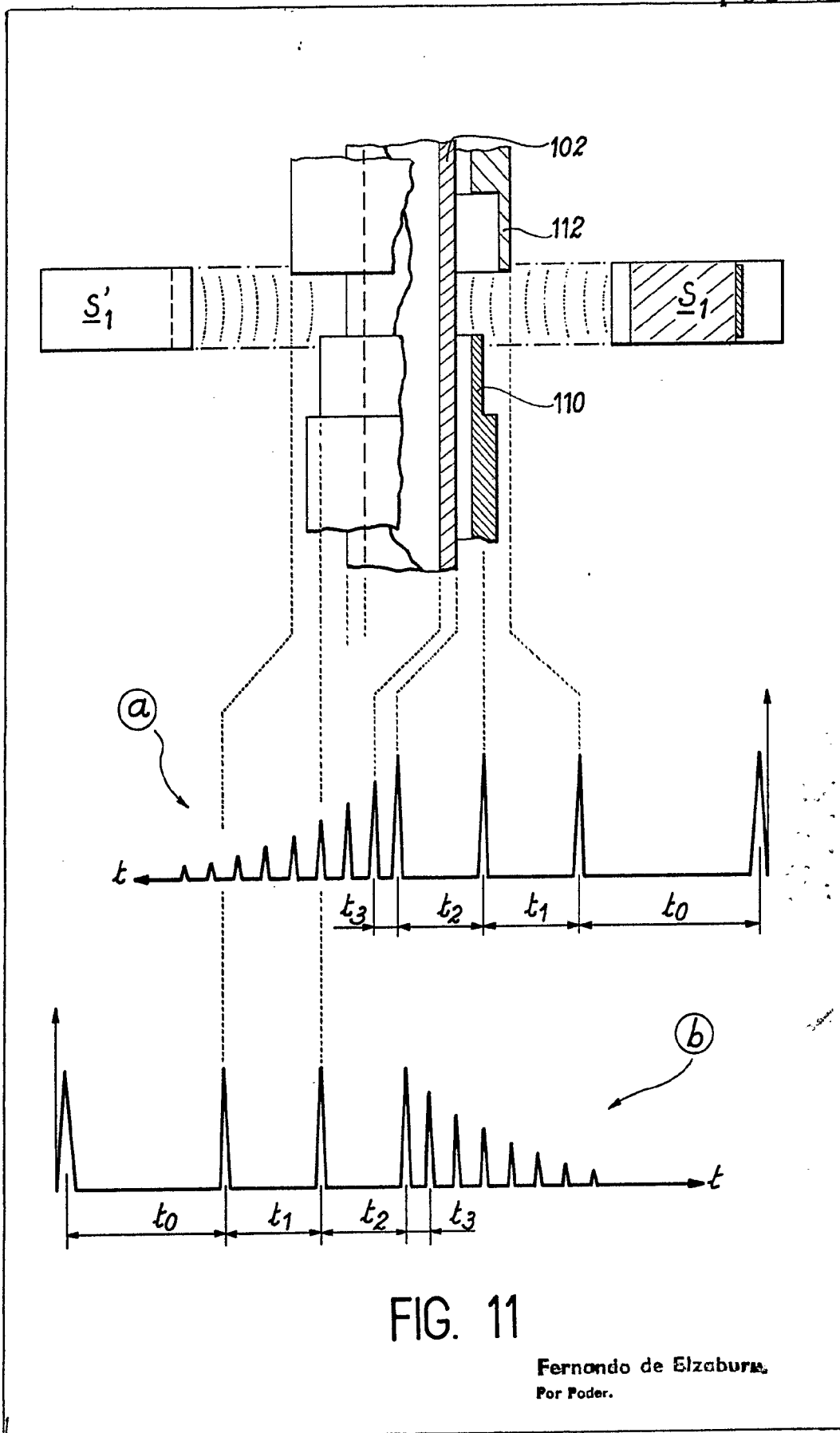


FIG. 11

Fernando de Elzaburu
 Por Poder.