

MINISTERIO DE INDUSTRIA
REGISTRO DE LA PROPIEDAD INDUSTRIAL



ES	11	NUMERO	A I
	21		
	22	FECHA DE PRESENTACION	
			9-12-1976

PATENTE DE INVENCION

P.- 64.719
PHF 75-607

30	PRIORIDADES:	32	FECHA	33	PAIS
31	NUMERO				
	75/37929		11-12-75		Francia

47	FECHA DE PUBLICIDAD	51	CLASIFICACION INTERNACIONAL	62	PATENTE DE LA QUE ES DIVISIONARIA
			G 01 N // A 61 B		

54	TITULO DE LA INVENCION
	"UN DISPOSITIVO PARA ECOGRAFIA"

71	SOLICITANTE (ES)
	N.V. PHILIPS GLOEILAMPENFABRIEKEN

	DOMICILIO DEL SOLICITANTE
	Emmasingel 29, Eindhoven, Holanda

72	INVENTOR (ES)
	Pierre Alais y Michel Joseph Auphan

73	TITULAR (ES)

74	REPRESENTANTE
	CON ALBERTO DE ELZABURU MARQUEZ

POOR
QUALITY

1 El invento se refiere a un dispositivo para eco-
 5 grafía, que comprende un mosaico de transductores ultrasó-
 nicos, dispuestos en N filas y M columnas, para transmitir
 vibraciones ultrasónicas y para recibir y convertir estas
 10 vibraciones en señales eléctricas después de reflexión por
 una superficie a ser examinada, siendo transmitidas las vi-
 braciones ultrasónicas y recibidas como haces concentrados
 activando transductores seleccionados en fase o en oposición
 de fase de acuerdo con reglas predeterminadas.

15 Son conocidos dispositivos de este tipo que utili-
 zan todos una red de transductores elementales en un plano
 y en donde un haz ultrasónico transmitido por los transduc-
 tores o hacia los mismos es concentrado mediante una elec-
 ción adecuada de las fases de las señales que se producen
 20 en los diversos transductores. Esta elección da lugar a un
 diagrama de enfoque y corresponde aproximadamente a la si-
 guiente fórmula:

$$p(xt) = P_0 \cos \left[\left(\frac{\pi x^2}{f\lambda} \right) - \omega t \right] \quad (I)$$

20

En donde:

p: es la presión en el medio líquido en el cual se propagan
 las ondas ultrasónicas.

ω : es la pulsación,

λ : es la longitud de la onda,

25

x : es la coordenada del transductor de acuerdo con el eje
 X, y

f : es la distancia entre el plano de los transductores y
 el foco.

30

De acuerdo con la fórmula (I), la fase de las vi-
 braciones emitidas varía continuamente en función de x . Una

1 aproximación adecuada de esta situación se obtiene cuando
la fase varía escalonadamente en función de x entre dos es-
tados posibles (0 y π). Esto está dado por la fórmula

$$p(x,t) = P_0 S(y) \cos \omega t \quad (2)$$

5 en la cual $y = \cos \frac{\pi x^2}{f \lambda}$

donde $S(y) = +1$ para $y \geq 0$
 $= -1$ para $y < 0$

10 o alternativamente $S(y) = +1$ para > 0
 $= 0$ para $= 0$
 $= -1$ para < 0

(El efecto de enfoque así obtenido en los dominios
ultrasónicos puede suponerse totalmente idéntico al efecto
15 direccional bien conocido que se produce en el campo elec-
tromagnético cuando se aplican señales desfasadas a redes de
antenas formadas por elementos alineados).

Utilizando los dispositivos descritos, puede ser
examinado un objeto o un órgano en un plano que está situado
20 a una distancia f de los transductores; el objeto completo
es explorado sucesivamente por desplazamiento de la red de
transductores.

Una de las soluciones para conseguir una explora-
ción de este tipo consiste en la utilización, al menos para
25 la transmisión, de transductores en forma de banda cuyos
ejes longitudinales se extienden paralelamente y están si-
tuados en un plano que es paralelo al plano a ser examinado
y que está situado a una distancia f de este plano. Como re-
sultado, se obtiene un foco en forma de línea que es parale-
30 lo a los transductores en forma de banda. Cuando la red de

1 transductores es desplazada perpendicularmente a los ejes
longitudinales de los transductores, el foco en forma de
línea es desplazado paralelamente a sí mismo, de modo que
es explorado el plano a ser examinado.

5 El dispositivo descrito está expuesto en un artí-
culo de Frasery otros titulado "A two dimensional electro-
nically focussed imaging system", IEEE 1974 Symposium Pro-
ceedings (página 19).

10 La solicitud de Patente Francesa número 2.243.435,
abierta a inspección pública, describe también un dispositi-
vo del tipo expuesto.

15 Este dispositivo comprende una red de N transduc-
tores elementales, siendo N mayor que n que es el número
que corresponde al ángulo de abertura escogido para el haz
enfocado. El dispositivo comprende además un registro de
desplazamiento digital que comprende N posiciones, estando
20 asignada cada posición a un transductor dado, formando la
información presente en n posiciones de este registro una
representación del diagrama de enfoque y determinando si las
señales que se producen en los transductores son transferi-
das en fase o en oposición de fase.

25 Al igual que en el dispositivo descrito en el men-
cionado artículo, durante la transmisión se efectúa el enfo-
que sucesivamente sobre un número de líneas que son parale-
las a las líneas del mosaico. Durante la recepción, el enfo-
que tiene lugar sobre las líneas paralelas a las columnas.

30 De este modo, debido a los medios de enfoque uti-
lizados, determinados por la naturaleza de los transducto-
res, se produce solamente un enfoque simple para recepción
y también para transmisión, es decir en la dirección Y para
la transmisión y en la dirección X para la recepción.

1 El objeto principal del invento es hacer posible
el enfoque doble en las direcciones X e Y. El invento crea
así un dispositivo que ofrece la ventaja de una resolución
5 sustancialmente mejorada en comparación con la de los dis-
positivos existentes. Además, el invento hace posible de un
modo relativamente simple mitigar las restricciones resultan-
tes de un foco en forma de línea en un plano paralelo al pla-
no del mosaico.

10 Para este fin, el dispositivo de acuerdo con el
invento está caracterizado porque los transductores están
fabricados de un material que puede ser llevado a uno de
dos estados característicos mediante polarización previa,
dependiendo la fase de una señal eléctrica correspondiente
15 a una onda ultrasónica del estado obtenido por el transduc-
tor mediante polarización previa, siendo polarizadas previa-
mente cada vez algunas filas o columnas de un grupo de n fi-
las o columnas ($n < N$ y M) de transductores en el primer es-
tado mientras que los otros son polarizados previamente en
el otro estado, de modo que las ondas ultrasónicas transmi-
20 tidas o recibidas por estas filas o columnas forman en con-
junto un haz con un foco en forma de línea que está situado
en una posición predeterminada.

25 Cuando se hace uso de un mosaico de transductores
cuyas señales son tratadas de acuerdo con filas o columnas,
es decir cuando el preenfoco determina un foco lineal an-
ticipadamente, será obvio que sobre este foco lineal, que es
paralelo, por ejemplo, a las filas del mosaico, puede deter-
minarse un foco puntual dado por tratamiento de las señales
eléctricas transferidas sobre n columnas en fase o en oposi-
30 ción de fase de acuerdo con la fórmula (2). De este modo, se
obtiene una aproximación de la transformada de Fresnel espa-

1 cial mediante la combinación de dos transformadas lineales
de acuerdo con el eje X y el eje Y. El punto de doble enfoque
está situado en la intersección de los centros del diagrama de
preenfoque (determinado por la polarización previa) y el diagrama
5 de enfoque (determinado por el tratamiento de las señales).
Queda puesto de manifiesto que puede obtenerse por exploración
una imagen completa, porque un desplazamiento de los mencionados
diagramas sobre una fila o sobre una columna origina el desplazamiento
10 del punto de doble enfoque sobre un incremento elemental en la
dirección X o en la dirección Y.

De este modo, el material escogido deberá ser prepolarizable
y adecuado para la transmisión y recepción de ondas ultrasónicas.

15 Una realización preferida del dispositivo de acuerdo con el
invento está caracterizada porque los transductores están hechos
de un material ferroeléctrico y piezoeléctrico.

20 Si se desea un tercer estado (0) de polarización, además de
los dos mencionados estados de prepolarización (+ y -), es
ventajoso utilizar un material que tenga propiedades electrostrictivas.
La ventaja de un material que tenga tres estados de prepolarización
consiste en que el ángulo de abertura del haz enfocado puede ser
25 más pequeño, de modo que el sistema es menos susceptible a
interferencias.

Se describirá el invento con detalle posteriormente con referencia
al dibujo.

30 Las figuras 1A y 1B representan diagramáticamente el funcionamiento
y la disposición constructiva, respectivamente, de un dispositivo
conocido,

1 La figura 2 representa diagramáticamente la disposición constructiva de un dispositivo de acuerdo con el invento.

5 Las figuras 3A a 3B representan un diagrama de los circuitos de control y/o tratamiento de señal en una realización del dispositivo de acuerdo con el invento.

10 La línea discontinua de la figura 1A representa la mencionada expresión (1) y la línea no interrumpida representa la expresión (2), suponiendo que los transductores están situados sobre la línea XX. El punto de enfoque está designado por la letra F.

15 La figura 1B representa diagramáticamente la parte esencial de un dispositivo conocido. La referencia MT designa un mosaico de transductores (parcialmente representado), por ejemplo del tipo utilizado en la mencionada Solicitud de Patente francesa.

20 Durante la transmisión, en n filas de transductores se producen señales que están en fase o en oposición de fase, dependiendo del diagrama DFE de enfoque, siendo transferida la señal se de entrada a los transductores indistintamente en forma directa o por intermedio de un inversor IP de fase. En el plano PA a ser examinado (situado a una distancia f del mosaico), el haz ultrasónico emitido es enfocado sobre la línea SFE (la figura representa solamente las siete filas de transductores que constituyen el centro de las n filas).

25 En la recepción, las señales son distribuidas sobre n columnas de transductores y son tratadas indistintamente en fase o en oposición de fase de acuerdo con el diagrama DFR de enfoque (es decir transferidas directamente o, por

30

1 ejemplo, a través de un inversor IP' de fase) con el fin de
formar la señal ss de salida. El enfoque es efectuado sobre
la línea SFR. Debido a que el haz ultrasónico emitido fue
enfocado sobre la línea SFE, el punto examinado es el punto
5 pf donde se cortan las dos líneas. De este modo, se obtiene
enfoco en la dirección Y durante la transmisión y en la di-
rección X durante la recepción (la figura representa sola-
mente las siete columnas centrales de las n columnas de trans-
ductores).

10 Uno de los objetos del dispositivo de acuerdo con
el invento es obtener doble enfoque en la dirección X y en
la dirección Y, sobre la base de una matriz de N.M transduc-
tores, con el fin de mejorar sustancialmente la resolución
y eliminar posiblemente de un modo relativamente simple las
15 restricciones resultantes del enfoque único sobre una línea
cuyos puntos están todos necesariamente situados en un mis-
mo plano. Además, este objeto debe conseguirse por medio de
circuitos electrónicos relativamente simples. Esto se ha con-
seguido mediante la utilización de transductores prepolariz-
20 zables, es decir transductores que toman uno u otro de dos
estados característicos dados bajo la influencia de un cam-
po (posiblemente tres estados si también se cuenta el esta-
do "0"); el estado obtenido determina la fase de las seña-
les de salida de los transductores cuando están alimentados
25 directamente con la misma señal de entrada. En un cierto sen-
tido se obtiene así el preenfoco del haz ultrasónico para
ser emitido y recibido. Debido a que, como se ha demostrado,
el producto de dos enfoques lineales da como resultado un
foco puntual en la intersección, es suficiente tratar las se-
30 ñales emitidas o recibidas por columna en fase o en oposición

1 de fase si ha sido realizado el preenfoco por cada fila (o viceversa),

5 La figura 2 ilustra diagramáticamente este principio y muestra claramente las propiedades del material seleccionado de acuerdo con el invento. Este material es indistintamente piezoeléctrico y también ferroeléctrico (adecuado para prepolarización bajo la influencia de un campo eléctrico cuya intensidad es superior a la de un campo coercitivo), o bien electrostrictivo. Igualmente en la figura 1B está representado solo parcialmente el mosaico de transductores pero los transductores están ahora hechos de un material que tiene las mencionadas propiedades. Estos transductores están prepolarizados en grupos de n filas (la figura representa solamente las siete centrales de las n filas) mediante la aplicación indistintamente de un impulso P positivo o negativo de acuerdo con el diagrama DPF de preenfoco, de modo que se determina la posición de una línea SPF de preenfoco en la cual está situado un punto a ser examinado, por ejemplo el punto pf. Cuando se utiliza material electrostrictivo, se requiere una tensión de prepolarización constante durante el funcionamiento en vez de los impulsos P.

20 Las señales se de entrada que contribuyen a la formación de un haz ultrasónico están aplicadas a n columnas (la figura representa solamente las siete columnas centrales), indistintamente en fase o en oposición de fase, (inversor IP de fase), a través del circuito RF de enfoque por medio del cual se forma el diagrama para el enfoque del haz de la línea SER. El preenfoco obtenido por la polarización de los transductores proporciona realmente el enfoque del haz de transmisión en el punto pf en la intersección de las líneas SPF y

25

30

1 SER. También es este caso al tener lugar la recepción de
una señal de eco que se origina en el punto pf, siendo en-
tonces transferidas las señales que se originan en los trans
ductores a través de la red RF de enfoque con el fin de for-
5 mar la señal ss de salida.

De este modo, en el dispositivo de acuerdo con el
invento se produce enfoque doble en las direcciones X e Y,
de modo que se mejora sustancialmente la resolución y se ob-
tiene un ahorro de energía ultrasónica; de este modo, los
10 circuitos de control pueden simplificarse y puede reducirse
notablemente la radiación a la cual está expuesto el pacien-
te (incluso aunque no ha sido demostrado que la radiación
ultrasónica utilizada normalmente pueda ser peligrosa para
el paciente, el examen deberá realizarse con la menor dosis
15 posible).

Además, debido a que el preenfoque del haz está de-
terminado por la prepolarización que solamente afecta estadís-
ticamente al proceso de transmisión y recepción, será obvio
que el diagrama de preenfoque puede ser modificado de un mo-
20 do relativamente simple con el fin de situar la línea SPF, so-
bre la cual están situados los puntos de enfoque, a distancias
diferentes del mosaico formado por los transductores.

Se ha establecido que los transductores del mosai-
co pueden ser polarizados. Se ha afirmado también que, de
25 acuerdo con el invento, estos transductores tienen indistin-
tamente propiedades piezoeléctricas y ferroeléctricas o bien
están compuestos de un material electrostrictivo. En la mayo-
ría de los casos los materiales que son ferroeléctricos por
debajo del punto de Curie son electrostrictivos por encima de
30 este punto. En la práctica se ha encontrado que la mayor par

m1 te de los materiales son solamente electrostrictivos debilmente, con la excepción de los materiales ferroeléctricos que funcionan justamente por encima del punto de Curie. Cuando se excede el punto de Curie, desaparecen las propiedades
5 piezoeléctricas, pero continúan existiendo hasta unos pocos grados por encima de este punto gracias a la fuerte electrostricción.

El material escogido para los transductores es un monocristal ferroeléctrico y piezoeléctrico o un monocristal electrostrictivo que es así adecuado para recibir y transmitir ondas ultrasónicas y para influir sobre la fase de la señal recibida o transmitida de acuerdo con el estado al cual ha sido llevado por la elección de su dirección de polarización. Si está comprendido en la primera categoría (piezoeléctrico y ferroeléctrico), el material seleccionado tendrá, por supuesto, propiedades piezoeléctricas a la temperatura de funcionamiento, (preferiblemente a la temperatura ambiente). Además, deberán satisfacerse los siguientes requerimientos:

- 20 - deberá tener un campo coercitivo débil, de modo que pueda ser polarizado en uno u otro de los dos estados sin que se requieran circuitos costosos,
- 25 - el eje piezoeléctrico del material deberá coincidir lo mejor posible con la dirección correspondiente del campo eléctrico con el fin de asegurar un funcionamiento simple y un efecto óptimo,
- el factor de acoplamiento piezoeléctrico del material deberá corresponder aproximadamente al de los materiales cerámicos piezoeléctricos utilizados normalmente,
- 30 - el período de relajación deberá ser corto, de modo que el

1 cambio del material de uno al otro estado, y viceversa, no
origina efectos parásitos, y

- el material deberá estar disponible en la forma de una
lámina que tenga una superficie relativamente grande.

5 Un material que satisface los anteriores requeri-
mientos es el sulfato de triglicina (TGS), el cual:

- es ferroeléctrico y tiene una temperatura de Curie de 49°C.

- tiene un campo coercitivo cuya intensidad asciende aproxi-
madamente a 300V/cm a la temperatura ambiente,

10 - es piezoeléctrico y piroeléctrico de acuerdo con el eje
OY, produciéndose también desplazamientos de acuerdo con
este eje,

- tiene un factor de acoplamiento piezoeléctrico de aproxima-
damente 0,25, es decir ligeramente inferior al de los zirco-
natos de titanio, que está comprendido aproximadamente entre
15 0,35 y 0,40, pero tiene una impedancia acústica inferior (5
con relación al agua) lo que permite así una mejor adaptación
a los tejidos biológicos.

- tiene un período de relajación en la gama de GHz, y

20 - finalmente puede obtenerse en la forma de monocristales
que tienen dimensiones de 50 x 50 x 0,1 mm, de modo que pue-
de formarse una placa de 200 x 200 mm que resuena a una fre-
cuencia de 2 MHz.

25 De este modo, el sulfato de triglicina es adecuado
para realizar el mosaico de transductores del dispositivo
de acuerdo con el invento.

30 Si se selecciona material de la segunda categoría
(material electrostrictivo) la temperatura de funcionamiento
debe ser la temperatura para la cual se presenta el efecto
electrostrictivo. Además:

- 1 - el eje a lo largo del cual se produce la electrostricción debe coincidir lo mejor posible con la dirección correspondiente del campo eléctrico.
- 5 - el factor de conversión para convertir energía eléctrica en energía acústica deberá ser suficientemente alto (del orden del de los materiales cerámicos piezoeléctricos utilizados normalmente).
- el material debe estar disponible en la forma de una lámina que tenga una superficie relativamente grande.

10 El tiempo de relajación de tal material es en general sustancialmente igual a cero.

Son materiales que satisfacen los anteriores requerimientos (pueden también satisfacer los mencionados requerimientos para material piezoeléctrico y ferroeléctrico), por ejemplo, el sulfato de triglicina (TGS) y el selenato de triglicina (TGSe) y generalmente cualquier mezcla de TGS y TGSe disponible como monocristal.

Estos materiales:

- 20 - son electrostrictivos con un punto de Curie comprendido entre 49° y 53°C.
- son electrostrictivos de acuerdo con el eje OY, teniendo lugar los desplazamientos de acuerdo con el mismo eje,
- 25 - tienen un factor de conversión de energía que, en la proximidad del punto de Curie y para campos eléctricos del orden de 500 a 1000 V/cm, es del mismo orden de magnitud que el correspondiente al efecto ferroeléctrico por debajo del punto de Curie.

30 Todos estos materiales satisfacen los requerimientos impuestos y son adecuados para un dispositivo de acuerdo con el invento.

1 Las figuras 3A y 3E ilustran una realización del
dispositivo de acuerdo con el invento. Algunas partes de es-
te dispositivo están representadas en más de una de estas
5 figuras, por ejemplo el mosaico de transductores MT y la
unidad P de programa.

La figura 3A representa diagramáticamente los cir-
cuits concernientes a la prepolarización de los transducto-
res del mosaico MT. Los transductores están prepolarizados
por filas y el mosaico comprende N filas, de las cuales es-
tan representadas solamente las filas 1 y N extremas. Los
10 circuitos de prepolarización comprenden principalmente:
- una memoria MP en la cual está almacenado en forma bina-
ria el diagrama de polarización seleccionado,
- dos registros RPP y RPN de desplazamiento, cada uno de los
15 cuales comprende N posiciones, representando cada uno de los
registros de desplazamiento en cualquier instante el estado
de los modos de polarización impuestos sobre las filas 1 a
N de transductores.

El primer registro (RPP) de desplazamiento ofrece
20 una imagen positiva del diagrama de polarización en un sen-
tido tal que cada una de las posiciones del registro en el
estado "1" corresponde a una fila de transductores polariza-
da positivamente en la posición correspondiente en el mosai-
co.

El segundo registro (RPN) de desplazamiento ofrece
25 una imagen negativa del diagrama de polarización en un senti-
do tal que cada una de las posiciones del registro de des-
plazamiento en el estado "1" corresponde a una fila de trans-
ductores polarizada negativamente en la posición correspon-
diente en el mosaico. Generalmente, estas imágenes no nece-
30

1 sitan ser complementarias. Para una prepolarización arbitra-
 5 ria esta disposición permite la exclusión de filas de trans-
 ductores no pertinentes de la formación del haz de preenf-
 que por polarización previa. Lo expuesto anteriormente está
 representado en la siguiente tabla:

10	Filas del mosaico y posiciones del registro de desplazamiento	1	1	1	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
15	Diagrama			-	+	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	+	-					
15	Estado de posiciones del registro RPP	0	0	0	0	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	1	0	0
20	Estado de posiciones del registro RPN	0	0	0	1	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	1	0	0	0

25 En esta tabla se supone, a modo de ejemplo, que
 contribuyen a la prepolarización veintiuna fila de transduc-
 tores; estas son las filas 1 a 1+20. Para cada una de estas
 30 filas, en este ejemplo la una o la otra de las dos posicio-
 nes correspondientes de los registros RPP y RPN tienen el
 estado "1" en función del diagrama de enfoque representado
 en la segunda línea de la tabla y de acuerdo con la explica-
 ción precedente. Para todas las otras filas del mosaico, de

1 las cuales solamente aparecen en la tabla las filas (1-3) a
(1-1) y (1 +2i) a (1+23), las correspondientes posiciones de
los dos registros tienen el estado "0".

5 La transferencia de la información almacenada en
la memoria MP a los registros RPP y RPN de desplazamiento es
tá controlada por una señal t_{mp} que es suministrada por la
unidad P de programa con anterioridad a cada medición. Esta
información es desplazada a través de los dos registros de
desplazamiento bajo control de una señal p que es también
10 suministrada por la unidad P de programa.

Los circuitos de prepolarización contienen también
una red RP de puertas lógicas y analógicas, comprendiendo la
mencionada red N vías de señal y estando acoplada su entra-
da a los registros RPP y RPN de desplazamiento; su salida
15 está acoplada a las N filas del mosaico a través de amplifi-
cadores AL1 a ALN.

Se entenderá que una puerta "analógica" significa
aquí un elemento electrónico que indistintamente conduce
una señal analógica o no la conduce bajo control de una se-
20 ñal lógica aplicada a su entrada de control. Son ejemplos
de elementos de este tipo los relés y los transistores de
conmutación. En la figura 3, por ejemplo, los elementos la-,
la +, Na-, Na+ son puertas analógicas.

Como todos los circuitos similares representados
25 en las figuras subsiguientes, la red de puertas RP funciona
de un modo igualmente correcto cuando se utiliza para los
transductores un material que tiene dos o tres estados de
prepolarización.

El funcionamiento del circuito RP es como sigue:
30 la tensión de polarización de una fila es suministrada por

1 la salida de la posición correspondiente del registro RPP
(cuando se interesa una polarización positiva) o del regis-
tro RPN (en el caso de polarización negativa) o de ambos re-
5 registros (cuando se interesa una polarización cero). Esta
tensión está aplicada por una u otra (o ambas) de las puer-
tas "Y" "1+" y "1-" ... +N, y -N, y subsiguientemente a una
de las dos (o ambas) puertas analógicas ("1a-", "1a+", ...)
y adicionalmente a la entrada del correspondiente amplifica-
dor (A11...A1N).

10 Las puertas "Y" "1+", "1-"... sirven para evitar la
aparición accidental de las polarizaciones + y - en la mis-
ma fila de transductores, ya que esto destruiría por corto-
circuito los circuitos pertinentes.

15 Gracias a la red RP, pueden aplicarse tres posi-
bles estados de prepolárización a las entradas de los ampli-
ficadores A11...A1N; Como resultado, el tratamiento de se-
ñal puede adaptarse mejor a la curva (2) de la figura 1A.
Con el fin de tener en cuenta las posiciones en que esta
20 curva corta al eje XX, realmente debe ser introducida sola-
mente la información en el diagrama de enfoque, en las po-
siciones correspondientes a las intersecciones, que corres-
ponde al estado cero para las posiciones correspondientes
de los dos registros RPP y RPN de desplazamiento.

25 La ventaja de tal tercer estado de polarización
(el estado cero) consiste en que el ángulo de abertura del
haz enfocado se reduce, de modo que está implicado un núme-
ro de filas de transductores más pequeño en el enfoque. Como
resultado, se eliminan las señales de interferencia (ruido,
etc) procedentes de las otras filas.

30 Además, el estado 0 de polarización puede obtener

1 se de un modo particularmente simple si el material trans-
ductor consiste en material electrostrictivo. En ese caso
solamente debe eliminarse el campo eléctrico aplicado.

5 La figura 3B representa la parte del dispositivo
que se refiere a los circuitos de transmisión. Nuevamente
está representado el mosaico MT y de igual modo la unidad
P de programa con las dos mencionadas señales tmp y p de
control. La estructura de los circuitos de transmisión co-
rresponde a la de los circuitos de prepolarización en el
10 sentido de que los circuitos de transmisión comprenden tam-
bién una memoria MF y dos registros REP y REN de despla-
zamiento y una red de puertas RF. Sin embargo, esta red conec-
ta las salidas de los registros de las M columnas del mosai-
co. De este modo, comprende M canales de señal y está desti-
nada a transferir las señales de transmisión a modo de im-
15 pulsos en fase o en oposición de fase, dependiendo de los
estados de las posiciones de los registros de desplazamien-
to. La señal de transmisión se forma en el generador G y
es transmitida bajo control de la señal ce que es suminis-
trada por la unidad P de programa. El generador coopera
20 con un inversor I de fase y las señales de transmisión son
transferidas a las columnas por intermedio de amplificado-
res ACL...ACM y a través de elementos EPL...BPM de dos vías
que están destinados a separar señales entrantes y salien-
25 tes.

La memoria MF contiene, entre otras, la información
que corresponde al diagrama de enfoque para transmisión, lo
cual hace posible, del mismo modo que en el diagrama de las
prepolarizaciones de las filas de transductores, que sea
30 seleccionado un punto sobre el foco lineal determinado por

1 la prepolarización.

5 El usuario tiene diversas posibilidades de usar el dispositivo de acuerdo con el invento. Cuando es introducido un diagrama dado en los registros de desplazamiento y es avanzada la información de estos registros un paso después de otro, por ejemplo, el usuario puede enfocar sucesivamente el haz de transmisión sobre puntos sucesivos del foco lineal obtenido por el preenfoco. En este caso, la información presente en la memoria MF es comparable en todos los aspectos con la información presente en la memoria MP de la figura 3A, es decir la información está presente dos veces con el fin de producir una "imagen positiva" en el registro RFP y una "imagen negativa" en el registro RFN, no siendo necesariamente complementarias las dos imágenes. Las operaciones de escritura en los registros de desplazamiento se efectúan bajo control de una señal tmf que es suministrada por la unidad P de programa, mientras que la selección sucesiva de los puntos sucesivos sobre el foco lineal determinado por la prepolarización es efectuada por el desplazamiento simultáneo en avance de la información contenida en los dos registros bajo control de un impulso ih que es suministrado por la unidad P de programa al final de cada secuencia transmitir-recibir.

15 Es posible alternativamente enfocar el haz transmitido simultáneamente sobre un número de puntos distribuidos sobre el foco lineal, lo cual significa que los registros de desplazamiento contienen un número de imágenes (positiva o negativa) del diagrama de enfoque que corresponde al número de puntos enfocados simultáneamente, por ejemplo, porque la información doble correspondiente está almacenada en su totalidad en la memoria MF. En cualquier caso, si el "ángulo de abertura" del haz enfocado requiere la excitación

20

25

30

1 de m columnas de transductores, el haz transmitido puede ser enfocado simultáneamente sobre M/m puntos.

5 Cada vía de señal en la red de puertas RF compren de cuatro puertas: dos puertas analógicas (por ejemplo, lad y lap para la vía de señal asignada a la columna 1) que ali mentan la señal suministrada por el generador G indistinta- mente en fase directamente o a través del inversor I de fase a la correspondiente columna, y dos puertas "Y" para condi- cionar estas transferencias, (lp y ld en el mismo ejemplo);
10 la función de estas puertas es idéntica a la de las puertas "Y" de la red RP de la figura 3A.

Finalmente, es de observar que el usuario tiene una segunda posibilidad de selección en lo que respecta al programa adicional después de una secuencia transmitir-reci-
15 bir:

- el usuario puede seleccionar puntos de enfoque que están situados en posición directamente adyacente a los puntos que se acaban de explorar; en este caso la unidad P de pro- grama debe suministrar un único impulso ih,
- 20 - o el usuario puede seleccionar puntos que están situados a distancias iguales a los puntos que se acaban de explorar; en este caso la unidad de programa debe suministrar un núme- ro de impulsos ih que está determinado por esta distancia.

25 La función de los amplificadores ABL...ABM se des- cribirá posteriormente.

Las figuras 3C, 3D y 3E representan los circuitos de recepción del dispositivo, que están clasificados en ge- neral en circuitos de recepción de enfoque (figura 3C), cir- cuitos de tratamiento de señal (figura 3D) y circuitos de
30 control (figura 3E); la figura 3C representa nuevamente el

1 mosaico MT formado por los transductores, los amplificadores
AB1, ABM y los elementos BPL, BPM de dos vías, mientras que
la figura 3E representa nuevamente la unidad P de programa.

5 La estructura de los circuitos de enfoque (figura
3C) es comparable nuevamente a la de los circuitos represen-
tados en las figuras 3A y 3B en el sentido de que se hace
uso otra vez de una memoria MF' (figura 3E) y registros de
desplazamiento que condicionan la transferencia de las seña-
10 les de recepción a través de redes de puertas, pero estos
circuitos son más complicados porque están previstos para
la posibilidad de explorar simultáneamente diferentes puntos
del foco lineal. Se supone que el número de puntos es J en
los diagramas. De este modo, en principio deben ser alimen-
tados J pasos de recepción similares con las señales de eco
15 que se forman en cada punto dado y que son recibidas por ca-
da punto sobre m columnas, teniendo en cuenta las polariza-
ciones determinadas por el diagrama de enfoque seleccionado
para la recepción.

20 En la práctica están disponibles J amplificadores
diferenciales, por ejemplo los amplificadores DI y DJ, estan-
do acopladas las entradas - y + de cada amplificador, a tra-
vés de las M vías de señal de una red de puertas (RTI para
DI, RTJ para DJ), a la salida de los M amplificadores AB1...
25 ABM cuyas entradas están conectadas a la salida de las M co-
lumnas a través de los M elementos BPL...BPM de dos vías. Las
condiciones de transferencia para las puertas de una red son
suministradas por un conjunto de dos registros de desplaza-
miento asociados con esta red (RNI y RPN para RTI, RNJ para
RTJ), lo cual significa que los circuitos comprenden 2.J re-
30 gistros de desplazamiento.

1 Considerando un conjunto único de dos registros de
desplazamiento, por ejemplo los registros RNL y RPL, puede
afirmarse nuevamente que estos registros producen imágenes
positivas (registro RPL) e imágenes negativas (registro RNL)
5 del diagrama de enfoque para la recepción, pero obviamente
sobre solamente uno de los puntos explorados; en este caso
este es el punto en donde se forman señales de eco cuales-
quiera que están aplicadas al amplificador DI diferencial.
Durante el programa de exploración, este punto ocupa sucesi-
10 vamente posiciones diferentes sobre el foco lineal, de modo
que es deseable dejar abiertas todas las posibilidades de
transferencia de las M columnas del mosaico al mencionado
amplificador DI. El número de posiciones de cada registro
RNL, RPL es igual a M, y cada una de las M vías de señal de
15 la red RNL comprende dos puertas analógicas, es decir una
para conducción hacia la entrada (-) y la otra para conduc-
ción hacia la entrada (+) del amplificador DI diferencial.
Las correspondientes posiciones de los dos registros sumi-
nistran condiciones de transferencia para las dos puertas
20 que forman la vía de señal asociada a la columna de la mis-
ma categoría que la de las posiciones, y esta transferencia
es efectuada hacia la entrada (-) o hacia la entrada (+) del
amplificador diferencial de acuerdo con el hecho de si la
pertinente posición de memoria del registro RNL o la del re-
25 gistro RPL tiene el estado "1", o a ambas entradas si la po-
sición pertinente tiene el estado "0" en el registro RNL y
también en el registro RPL. El mismo razonamiento es apli-
cable al conjunto de registros RNL y RPL, la red RNL de
puertas y el amplificador DJ diferencial.

30 Puede deducirse de lo precedente que los grupos de

1 posiciones que determinan el diagrama de enfoque en J puntos
explorados simultáneamente en ambos conjuntos de registros
difieren entre sí, pero que obviamente los registros RPl...
3 5 RPJ y RNL...RNJ producen en conjunto las mismas imágenes
(positiva y negativa) del diagrama de enfoque que los regis-
tros RFP y RFN de la figura 3B. La información a ser escri-
ta en los 2.J registros de desplazamiento puede originarse
así en la misma memoria que coopera con los registros RFP
y RFN de desplazamiento. La memoria MF' de la figura 3E pue-
10 de ser por consiguiente la misma que la memoria MF de la fi-
gura 3B. La memoria MF coopera entonces con la red RM de
puertas que comprende J vías de señal, cada una de las cua-
les comprende dos puertas "Y" que son abiertas por las seña-
les sal...saj de condicionamiento que son suministradas por
15 la unidad P de programa, de modo que la información doble al-
macenada (p, n) es aplicada sucesivamente a los conjuntos
de registros RNL-RPl (nl-pl) a RNJ-RPJ (nj-pj) de despla-
zamiento. El avance de la información en los registros de des-
plazamiento de la figura 3C tiene lugar en sincronismo con
20 el avance de la información en los registros de desplazamien-
to de la figura 3B (impulsos ih).

Las señales dl...dj de salida de los amplificado-
res Dl...DJ diferenciales son rectificadas y filtradas en
los circuitos RPl...RFJ (figura 3D), y aplicadas a la entra-
25 da de una red RV que comprende J puertas analógicas. Estas
puertas se abren en el instante to+tr (siendo to el instante
en el cual tiene lugar la transmisión para la exploración de
J puntos del foco lineal, determinado por la prepolarización
de los transductores, mientras que tr es el tiempo de res-
30 puesta determinado por la distancia focal y la velocidad de

1 propagación de las ondas ultrasónicas en el ambiente utilizado). La señal sv para abrir las puertas es suministrada por la unidad P de programa.

5 En la realización expuesta del dispositivo de acuerdo con el invento, las señales de recepción son almacenadas en una memoria para visualización en forma de línea sobre la pantalla de un tubo TA de imagen, cuyo circuito CD de deflexión está sincronizado por una señal sd suministrada por la unidad P de programa. La visualización de una
10 línea coincide con la exploración de la línea siguiente; de este modo, es necesario tener disponibles dos memorias MA y MB de video y dos redes RSM y RVM de conducción que comprenden puertas analógicas que están controladas por un circuito BS de báscula biestable, cuyo estado cambia bajo la influencia de la señal bs suministrada por la unidad de programa:
15 -la primera red RSM conduce las señales de recepción a la memoria MA o a la memoria MB cuando el circuito BS de báscula biestable está en el estado determinado por la presencia de la condición a o \bar{a} , respectivamente,
20 -la segunda red RVM permite la transferencia de la información presente en la memoria MA o en la memoria MB, respectivamente, cuando el circuito BS de báscula biestable está en el estado que está determinado por la presencia de la condición a o \bar{a} , respectivamente.

25 La lectura de las memorias está controlada en serie del modo convencional por el selector S bajo la influencia de la señal svm suministrada por la unidad de programa para la visualización de la información sobre la pantalla del tubo TA en la secuencia correcta.

30 Las operaciones de escritura en las memorias MA y

1 MB se efectúan dependiendo de un direccionamiento (señales
sap) que se origina en la unidad P de programa, la cual de-
termina también las posiciones sucesivas de los puntos de
5 exploración sobre la base de un programa predeterminado, en-
tre otras señales, por medio de los impulsos ih. Las señales
sap abren las puertas analógicas de una red RAP de direccio-
namiento para la transferencia de las señales de recepción
(ya conducidas indistintamente a la memoria MA o a la memoria
10 MB) a las posiciones de memoria seleccionada que correspon-
den a las posiciones de los puntos explorados.

El dispositivo descrito es particularmente adecua-
do para aplicaciones médicas cuando el mosaico está aplica-
do al paciente del modo conocido por intermedio de una bol-
sa de agua.

15

REIVINDICACIONES

20

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

1ª.- Un dispositivo para ecografía, que comprende
un mosaico de transductores ultrasónicos dispuestos en N fi-
30 las y M columnas, para transmitir vibraciones ultrasónicas y

1 para recibir y convertir estas vibraciones en señales eléc-
tricas después de reflexión por una superficie a ser exami-
nada, siendo transmitidas las vibraciones ultrasónicas y re-
5 cibidas como haces enfocados activando transductores selec-
cionados en fase o en oposición de fase de acuerdo con reglas
predeterminadas, caracterizado porque los transductores es-
tán hechos de un material que puede ser llevado a uno de
dos estados característicos por prepolarización, dependiendo
10 la fase de una señal eléctrica, correspondiente a una onda
ultrasónica, del estado obtenido por el transductor por pre-
polarización, siendo prepolarizadas cada vez algunas filas
o columnas de un grupo de N filas o columnas ($n > N$ y M) de
transductores en uno de los estados mientras las otras son
15 prepolarizadas en el otro estado, de modo que las ondas ul-
trasónicas transmitidas o recibidas por estas filas o colum-
nas en conjunto forman un haz que tiene un foco lineal que
está situado en una posición predeterminada.

20 2ª.- Un dispositivo de acuerdo con la reivindica-
ción 1ª, caracterizado porque los transductores están hechos
de un material ferroeléctrico y piezoeléctrico monocristali-
no.

25 3ª.- Un dispositivo de acuerdo con la reivindica-
ción 1ª, caracterizado porque los transductores están hechos
de un material que tiene al menos tres estados de polariza-
ción posibles.

4ª.- Un dispositivo de acuerdo con la reivindica-
ción 3ª, caracterizado porque el mencionado material es mo-
nocristalino y electrostrictivo.

30 5ª.- Un dispositivo de acuerdo con cualquiera de las
reivindicaciones 2ª a 4ª, caracterizado porque el material

1 de los transductores es sulfato de triglicina monocristali-
no o selenato de triglicina o una mezcla monocristalina de
ambos.

5 6ª.- Un dispositivo de acuerdo con la reivindica-
ción 1ª, caracterizado porque para cada punto a ser examina-
do las señales eléctricas que contribuyen a la transmisión
o a la recepción de los haces ultrasónicos preenfocados son
10 tratadas en una red de enfoque que comprende dos vías de se-
ñal de entrada-salida para las señales, en fase y en oposi-
ción de fase, estando acopladas las mencionadas vías de se-
ñal a n columnas o filas sucesivas del mosaico, estando aco-
plada la primera vía de señal a P columnas mientras que la
otra está acoplada a $q = (n-p)$ columnas de acuerdo con una
15 pauta predeterminada, de modo que el haz ultrasónico trans-
mitido o recibido es enfocado sobre una línea que es parale-
la a las mencionadas columnas o filas y que corta el foco
lineal determinado por la prepolarización en la zona del
punto a ser examinado.

20 7ª.- Un dispositivo de acuerdo con cualquiera de
las reivindicaciones precedentes, en el cual la selección de
las filas y (o) columnas del mosaico de transductores es
efectuada por un registro de desplazamiento digital cuya
información desplazable corresponde al diagrama de enfoque,
25 caracterizado porque para la mencionada selección están dis-
puestos dos registros de desplazamiento, cuyas n posiciones
de memoria correspondientes, que contienen la información
para el preenfoco y/o el enfoque del haz ultrasónico, pro-
ducen la imagen positiva del diagrama de enfoque en el pri-
mer registro y la imagen negativa en el segundo registro,
30 estando acoplados el primero y el segundo registros de des-

1 plazamiento a las mencionadas filas y/o columnas a través
de una red de puertas que realiza la función de red de pre-
enfoque y/o de enfoque, siendo transferidas las señales de
5 prepolarización y/o las señales de transmisión o recepción
a través de dicha red a una fila y/o columna que tiene la
categoría r, indistintamente en fase cuando las posiciones
de memoria que tienen la categoría r del primer y segundo re-
gistros contienen los elementos "1" y "0" de información bi-
naria, respectivamente, o bien en oposición de fase cuando
10 las mencionadas posiciones de memoria contienen los elemen-
tos "0" y "1" de información binaria, respectivamente.

8ª.- Un dispositivo para ecografía.

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

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

Madrid, 04. MAR 1977

P.A. Alberto de Elzoburu
For For

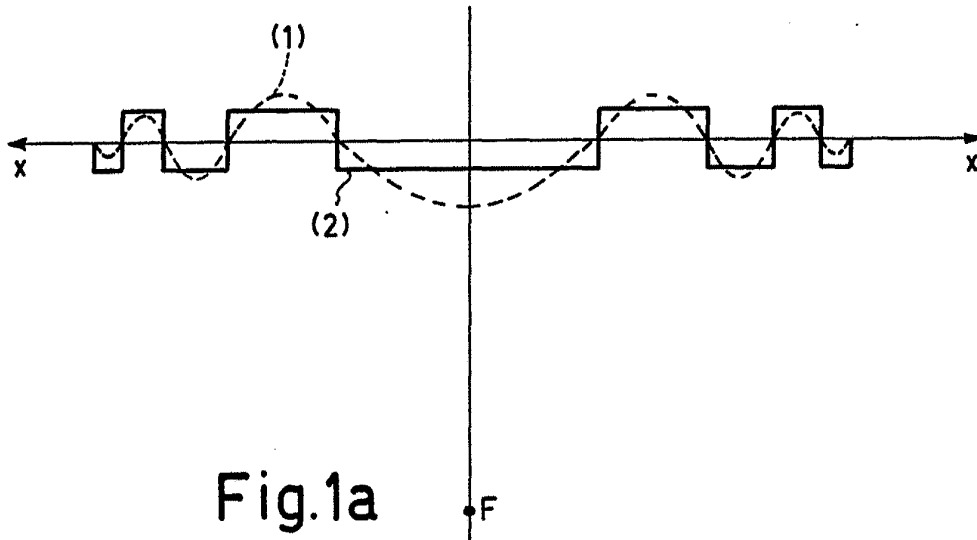


Fig. 1a

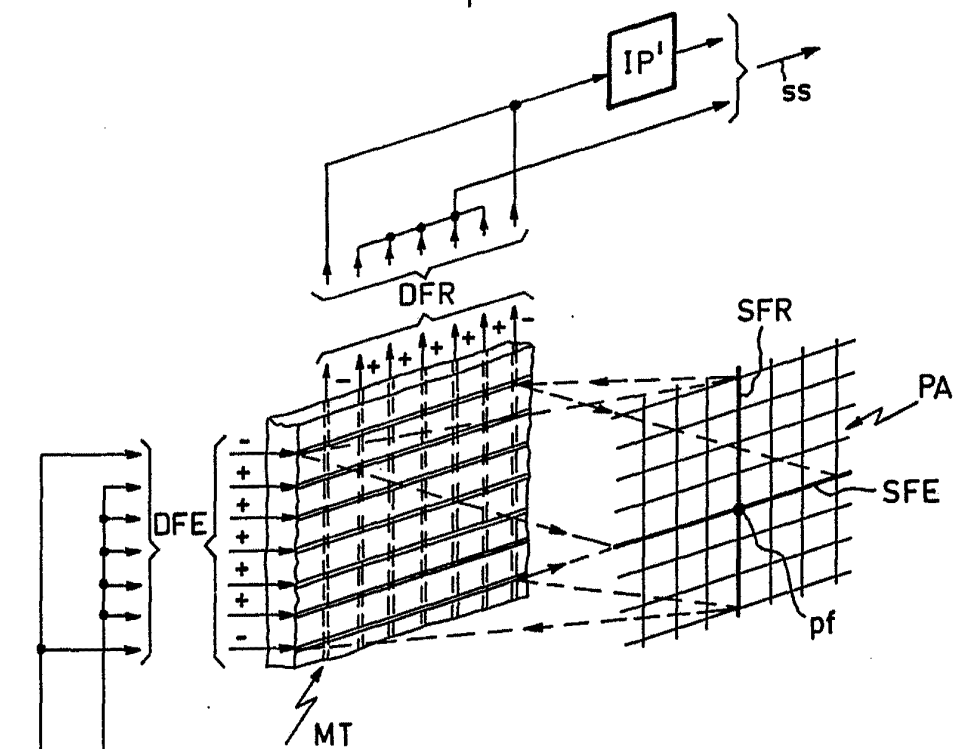


Fig. 1b

Alberto de Bizoburu
Per Pater

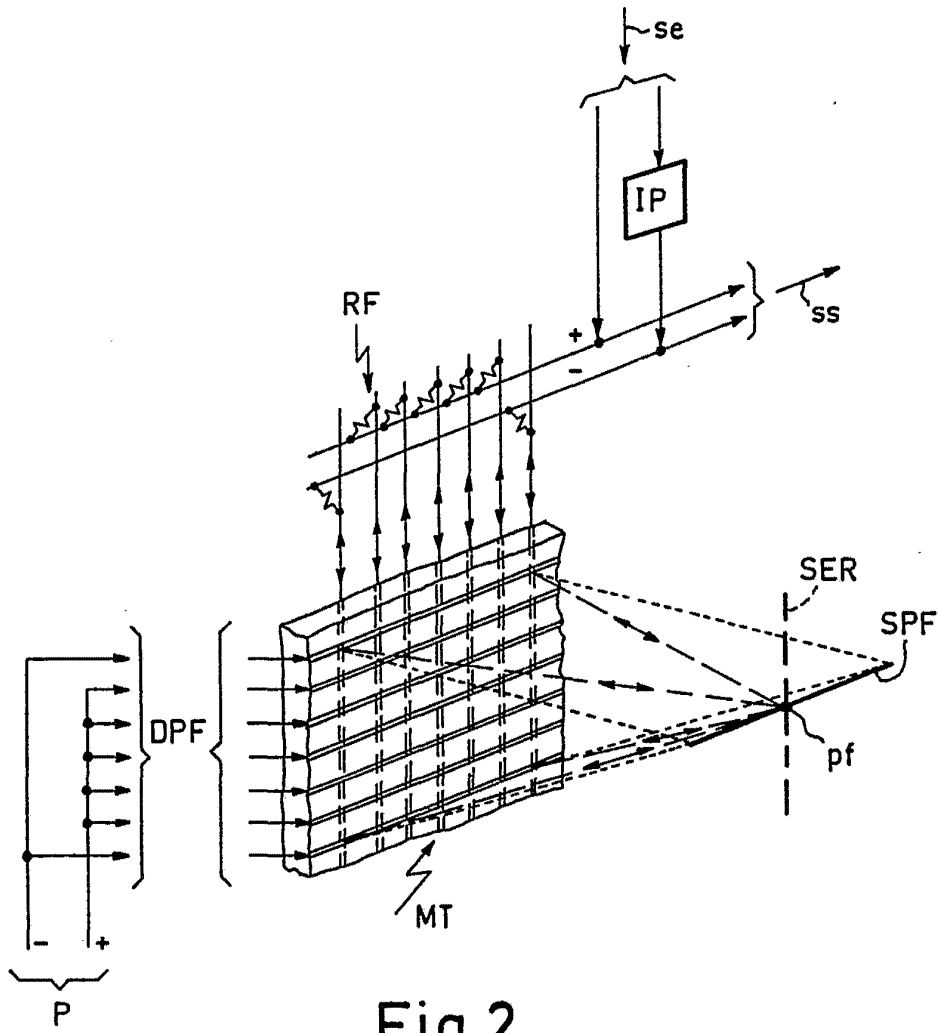


Fig.2

Alberto de Elzaburu
Per Poder,

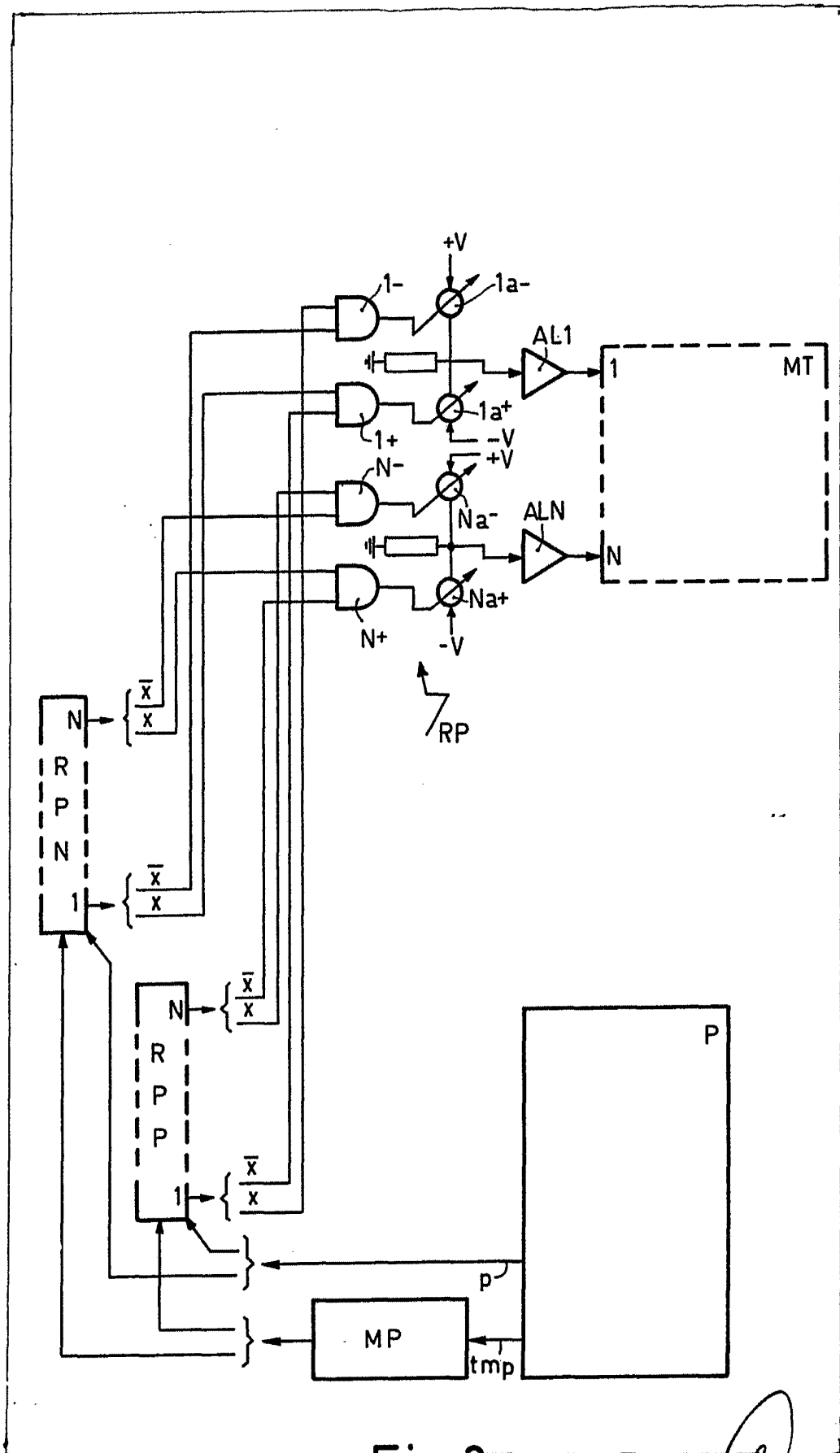


Fig.3a

Alberto de Elzaburu
 Por Poder

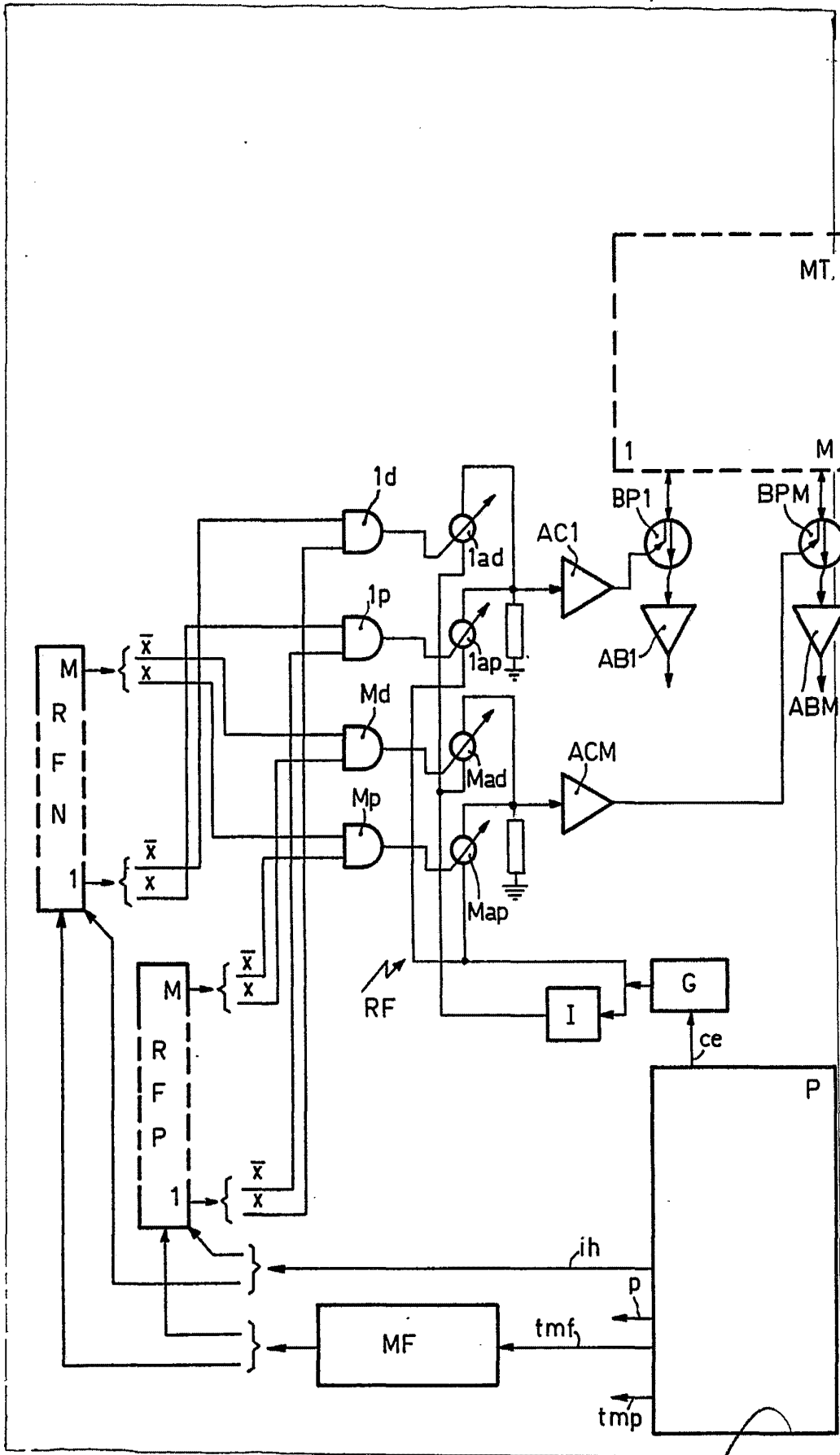


Fig. 3b

Alberto de Elzaburu
Por Poder.

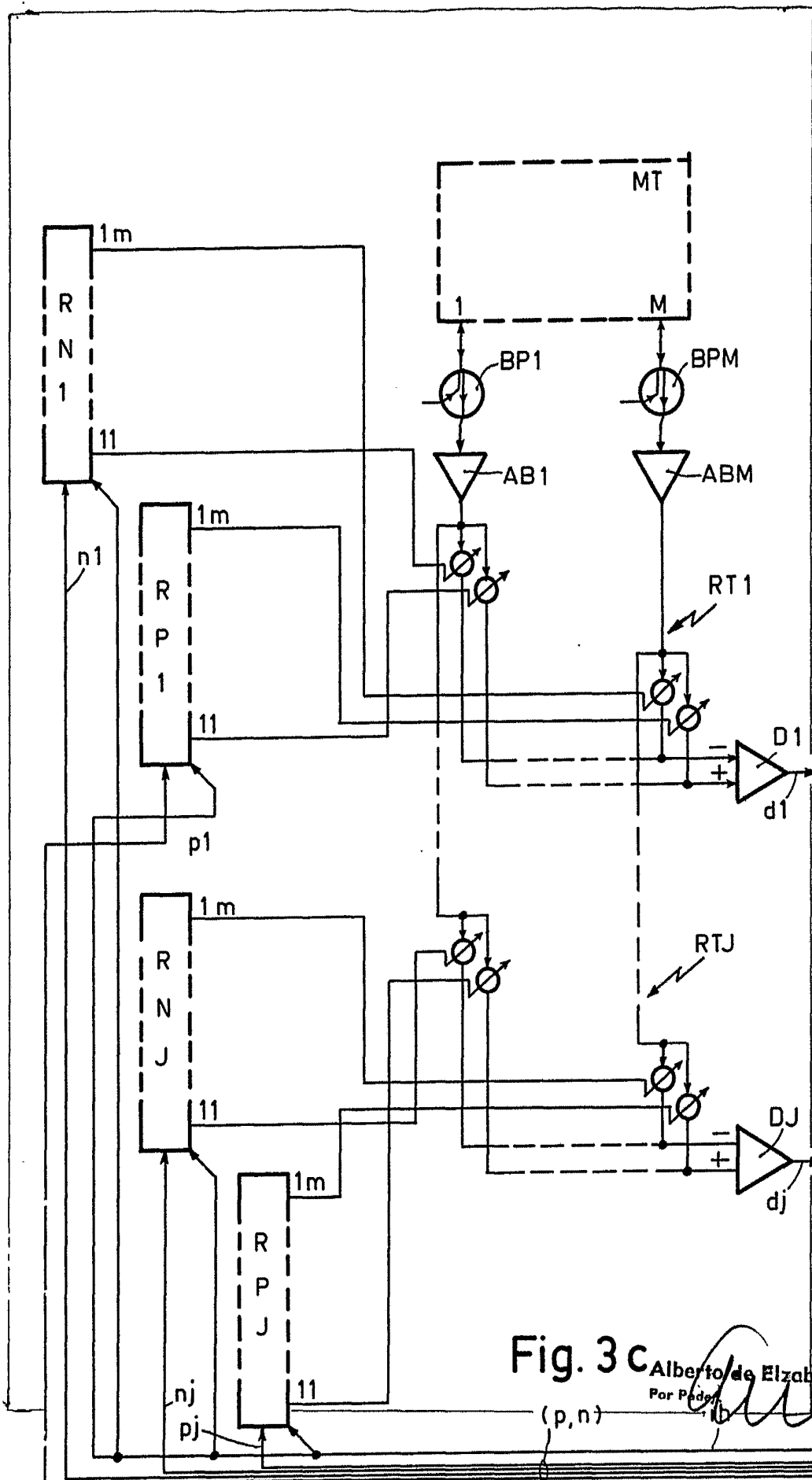


Fig. 3c Alberto de Elzaburu
Por Pádel

(p, n)

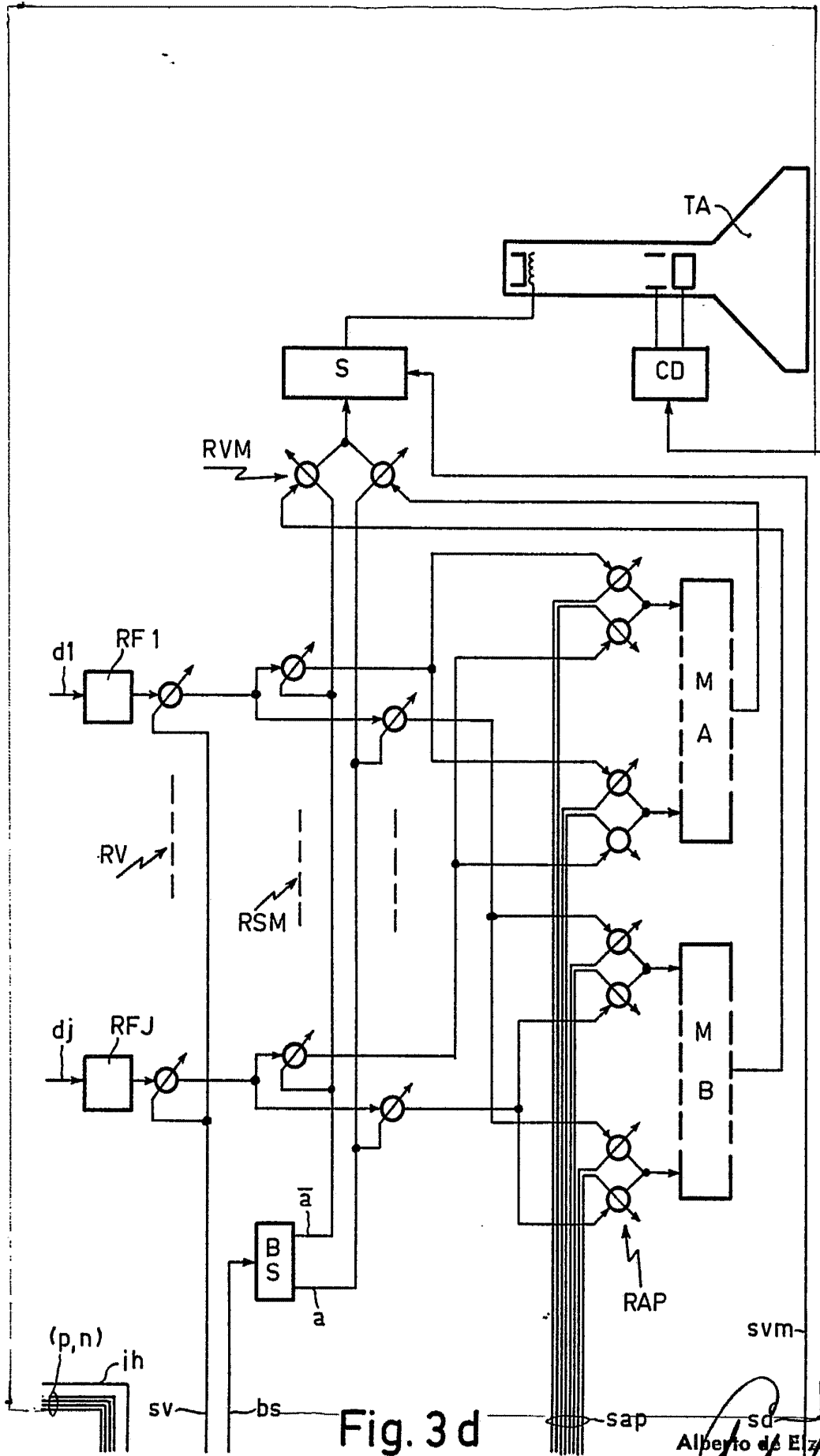


Fig. 3 d

Alberto de Elizaburu
For Under.

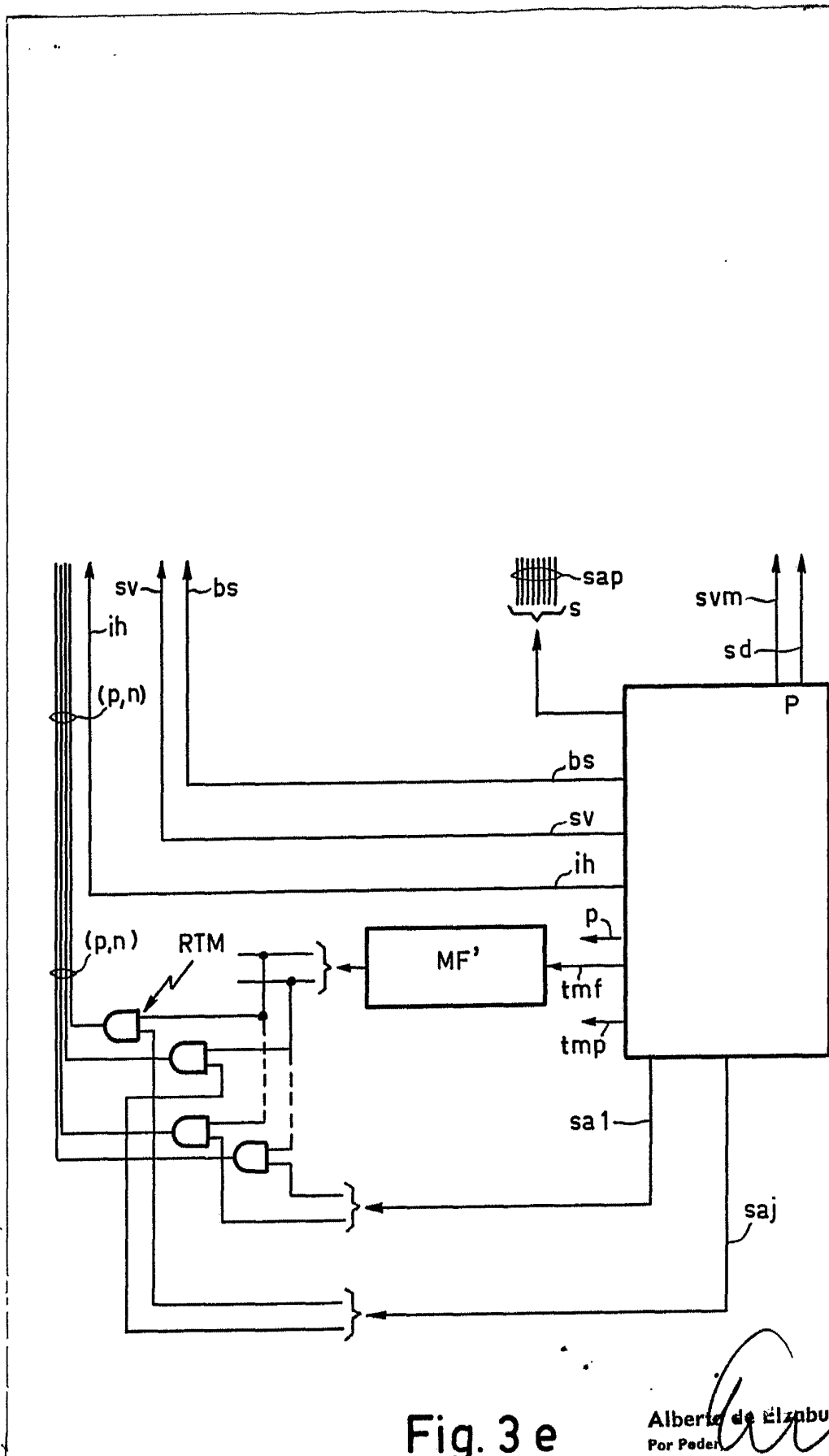


Fig. 3 e

Albert de Elzburgh
Por Peder