

MINISTERIO DE INDUSTRIA
REGISTRO DE LA PROPIEDAD INDUSTRIAL



ESPAÑA



19	ES	19	NUMERO	10	A1
		21	4470471		
		22	FECHA DE PRESENTACION		
			14-4-76		

P.- 62.780

PATENTE DE INVENCION

30 PRIORIDADES:		
31 NUMERO	32 FECHA	33 PAIS
354.610	25-7-73	EE.UU.
47 FECHA DE PUBLICIDAD	51 CLASIFICACION INTERNACIONAL	62 PATENTE DE LA QUE ES DIVISIONARIA
	C21C	Nº 425.594
54 TITULO DE LA INVENCION		
"UN METODO PARA CONTROLAR LA INYECCION DE FUNDENTE EN UN APARATO DE AFINO DE ACERO"		
71 SOLICITANTE (S)		
USS ENGINEERS AND CONSULTANTS, INC.		
DOMICILIO DEL SOLICITANTE		
600 Grant Street, Pittsburgh, Pensilvania, Estados Unidos de América.		
72 INVENTOR (ES)		
William Austin Kolb y Michael Joseph Papinchak.		
73 TITULAR (ES)		
74 REPRESENTANTE		
DON FERNANDO DE ELZABURU MARQUEZ		



1 La presente invención se refiere a la fabrica-
ción de acero, y más particularmente a un método para con-
trolar a voluntad la velocidad y la cantidad de inyección
de fundente en una cuba de fabricación de acero. Aún más par-
5 ticularmente, esta invención se refiere a un método para
controlar la inyección de fundente en un horno de fabrica-
ción de acero en un procedimiento Q-BOP empleado en un con-
vertidor, un horno eléctrico, un horno Martin-Siemens, un
mezclador de caldo, o similar. El procedimiento Q-BOP bási-
10 co se describe en la Patente de los EE.UU. Nº 3.706.549, ex-
pedida el 19 de diciembre de 1972.

 En un procedimiento BOP convencional para afinar
acero, se inyecta oxígeno en una cuba a través de una lanza
situada por encima de la masa fundida de hierro. Aunque es-
15 te procedimiento es satisfactorio para muchos fines, el mez-
clado del baño no es completo para muchas aplicaciones, las
pérdidas de hierro son relativamente altas, y sólo se utili-
za una parte del oxígeno que sale de la lanza. En el proce-
dimiento Q-BOP básico para afinar acero se emplea oxígeno
20 inyectado desde por debajo de la superficie de la masa fun-
dida, lo que determina un mejor mezclado, una más alta efi-
ciencia, y menor generación de humo que en el método conven-
cional. Se describe un procedimiento de este tipo mejorado
en la solicitud de Patente de los EE.UU., de nº de Serie
25 312.173, de William A. Kolb y otros, presentada el 4 de di-
ciembre de 1972, y cedida a la United States Steel Corpora-
tion.

 Un convertidor empleado en la realización de es-
te método Q-BOP básico mejorado comprende una cuba inclina-
30 ble que tiene un revestimiento interior refractario y un



1 miembro inferior provisto de varias boquillas, o toberas,
que se extienden a través del miembro inferior. Cada tobera
consta de un chorro central, a través del cual fluye oxígeno
durante la parte de afino del procedimiento, y un chorro
5 anular, que rodea concéntricamente al chorro central, a través
del cual fluye un gas combustible que aporta una refrigeración
para la tobera.

Aunque se emplea oxígeno en el chorro central
durante la operación de afino, se requieren diversas combinaciones
10 de gases para purgar o enfriar las toberas, y durante otras partes
del procedimiento, tales como la carga del convertidor, la toma de
muestras de la masa fundida resultante, el sangrado del convertidor
una vez que el hierro ha sido afinado, y durante los períodos de
transición en los que el convertidor se hace girar hasta una posición
15 en la que puede tener lugar la operación siguiente. Estando el
convertidor sobre su costado durante las operaciones de carga, toma
de muestras y sangrado, las toberas pueden protegerse de la fusión
por introducción de gases, tales como aire comprimido, en los
chorros centrales, y nitrógeno a baja presión en los chorros
20 anulares. Cuando la cuba se levanta hasta su posición de erguida
para la operación de afino, la presión en los chorros tiene que
aumentarse para asegurar que no entra metal fundido en las
toberas, que bloquearía las aberturas, y permitiría que se
pusiera en contacto con el acero y con la escoria altamente
25 corrosiva. Durante esta parte del ciclo el aire comprimido puede
sustituirse por nitrógeno a una presión relativamente elevada.

Una vez que el convertidor está en su posición
30 vertical o erguida y se ha situado bajo la campana que ex-



1 trae los gases, se efectúa la operación de afino sustituyen
do el nitrógeno por oxígeno en el chorro central, y el ni-
trógeno por un combustible en el chorro anular. La presión
5 durante el afino tiene que ser lo bastante elevada para im-
pedir que las toberas lleguen a bloquearse o deteriorarse
por contacto con el metal fundido. Durante la operación de
afino se inyectan diversos tipos de fundentes, tales como
cal o similares, en el flujo de oxígeno que se introduce en
10 el chorro central de las toberas. Estos fundentes son, natu-
ralmente, básicos para el procedimiento de fabricación de
acero, y se emplean en las proporciones requeridas para dar
al acero acabado sus características deseadas de resisten-
cia, duración, maleabilidad, o similares. Para que el acero
15 acabado tenga las características adecuadas, es necesario
inyectar exactamente las cantidades adecuadas de fundente
en el metal fundido que hay en el convertidor. El hacer és-
to requiere un sistema de control que permita un control
exacto del fundente que se introduce en el flujo de oxíge-
no, para su inyección en el baño de metal fundido a través
20 de las toberas de la cuba de fabricación de acero.

El objeto de la presente invención es proporcio-
nar un sistema de control, basado en la diferencia de pre-
sión entre la conducción principal de inyección de oxígeno
y el depósito que contiene fundente, para controlar la velo-
25 cidad a la que se introduce material fundente en la conduc-
ción de oxígeno, y por tanto la cantidad de fundente intro-
ducido en el baño fundido.

La presente invención proporciona un aparato pa-
ra inyectar fundente en el metal fundido de una cuba de fa-
30 bricación de acero empleando en el procedimiento de fabrica-



1 ción Q-BOP utilizado en un convertidor, un horno eléctrico,
un horno Martin-Siemens, un mezclador de caldo o similar.
En esta invención, el fundente se almacena en un depósito y
se inyecta en la corriente de oxígeno de manera controlada.

5 En el aparato que se describe en la invención es
tá provista una conducción lateral para desviar una parte de
la corriente de oxígeno de la conducción principal que sumi-
nistra oxígeno a las toberas de la cuba de fabricación de
acero. Una segunda parte de la corriente de oxígeno se des-
10 vía al depósito de almacenamiento de fundente, para ponerlo
a presión de manera controlada.

El funcionamiento del aparato de esta invención
se basa en el principio de que la velocidad a la que se in-
yecta fundente en la corriente de oxígeno depende de la di-
15 ferencia de presión entre el depósito y la conducción prin-
cipal de oxígeno, y es directamente proporcional a ella, pa-
ra un flujo dado de la conducción lateral. Por lo tanto, va-
riando la diferencia de presión entre la conducción princi-
pal y el depósito puede variarse proporcionalmente la veloci-
20 dad de inyección de fundente.

La cantidad de presión en el depósito es función
de la presión diferencial entre la conducción principal de
suministro de oxígeno y el propio depósito. Esta diferencia
se mide por medio de una unidad de medida de diferencia de
25 presión acoplada entre la conducción principal de oxígeno y
el depósito de fundente. La diferencia de presión medida se
emplea para controlar el flujo de oxígeno que entra en el de-
pósito procedente de la conducción de suministro principal,
y que sale del depósito a través de una conducción de comuni-
30 cación con la atmósfera, provista de válvulas, para ajustar



1 la presión en el depósito. La velocidad a la que se inyecta fundente en la corriente de oxígeno de la conducción lateral se controla por medio de la presión existente en el depósito.

5 La invención se ilustra, a modo de ejemplo, por medio del dibujo anexo, en el que:

la Figura 1 muestra un diagrama esquemático de la instalación de tuberías de la realización preferida;

10 la Figura 2 muestra el aparato de control de flujo de la conducción de dilución;

la Figura 3 muestra el aparato de medida y control de la diferencia de presión;

la Figura 4 muestra el aparato de medida del peso en el depósito de fundente;

15 la Figura 5 muestra el aparato para controlar la cantidad total de fundente inyectada en la corriente de oxígeno;

20 la Figura 6 muestra el aparato para controlar la velocidad de flujo de entrada de fundente en la conducción de dilución;

la Figura 7 es un diagrama esquemático de control que muestra el funcionamiento del sistema;

25 la Figura 7A es un diagrama esquemático fragmentado de control que muestra cómo el aparato de un primer depósito pone en funcionamiento el aparato asociado con el segundo depósito;

30 la Figura 8 es una vista en corte vertical de un convertidor de oxígeno inyectado por el fondo, que muestra un par de toberas sumergidas en el fondo, un par de toberas laterales sumergidas, y un par de toberas laterales dirigi-



1 das hacia la zona de monóxido de carbono del horno;

La Figura 9 es una vista en corte transversal de un horno eléctrico de arco para fabricar acero, que mues-
tra una tobera sumergida vertical en el fondo y una tobera
5 sumergida inclinada en el fondo, un par de toberas latera-
les sumergidas, y una tobera lateral dirigida hacia la zona
de monóxido de carbono del horno;

La Figura 10 es una vista en corte vertical de un horno Martin-Siemens en que se emplea una tobera sumergi-
10 da en el fondo, vertical e inclinada, una tobera lateral su-
mergida y otra tobera lateral dirigida hacia la zona de monó-
xido de carbono del horno;

La Figura 11 es una vista en corte vertical de un horno Martin-Siemens inclinable, que tiene una tobera su-
15 mergida en el fondo vertical e inclinada, una tobera lateral
sumergida y una tobera lateral dirigida hacia la zona de mo-
nóxido de carbono del horno, y

La Figura 12 es una vista en corte vertical de una mezcladora de caldo oscilable que tiene un fondo incli-
20 nado y toberas sumergidas de fondo verticales, un par de to-
beras laterales sumergidas y una tobera lateral dirigida ha-
cia la zona de monóxido de carbono del mezclador.

Como se muestra en el diagrama global esquemáti-
co de la instalación de tubería de la Figura 1, el aparato
25 de esta invención para controlar automáticamente la inyec-
ción de fundente en el procedimiento Q-BOP incluye una fuen-
te principal de oxígeno 2, que suministra oxígeno a una con-
ducción principal de oxígeno 4 y una conducción lateral, o
"diluidora", 6. La conducción 6 de dilución se ramifica de
30 la conducción principal 4 en un punto B, y se vuelve a encon-



1 trar con la conducción principal 4 en un punto de unión C
situado entre la cuba Q-BOP 210 y el punto B de ramificación
El flujo de oxígeno a través de la conducción principal 4
se controla por medio de una unidad 7a de medida y control
5 de flujo acoplada a una válvula de cierre 7b que funciona
por medio de un solenoide; este sistema de control 7a, que
no forma parte de la presente invención, se describe con de-
talle en la solicitud de nº de Serie 312.173 antedicha, con
referencia particular a las partes correspondientemente nu-
10 meradas de las Figuras 2 y 4 de la misma.

El flujo de oxígeno a través de la línea 6 de
dilución está controlado por medio de una válvula de cierre
8 accionada por un solenoide, situada en la conducción 6 de
dilución entre un depósito de fundente 12a y un punto C de
15 reencuentro, y por medio de una válvula 10 accionada por un
solenoide, situada en la conducción de ramificación 6 entre
el punto 8 de ramificación y el depósito 12a de fundente.
Entre la válvula de cierre 10 y el depósito de fundente 12a
de la conducción 6 de dilución está situada una unidad de
20 medida y control del flujo 14, que se muestra con detalle
en la Figura 2. Como se muestra en la Figura 2, la conduc-
ción 6' es una parte del sistema de tubería de la conducción
de dilución entre la válvula de cierre 10 y una boquilla 16
de inyección de fundente. Hay un orificio 14a interpuesto
25 en el extremo aguas arriba de la conducción 6', y un apar-
to de medida del flujo de oxígeno 14b acoplado al orificio
14a. El dispositivo 14b de medida de flujo mide el flujo
existente en la conducción 6 de dilución a través del orifi-
cio 14a, y genera un voltaje proporcional al caudal de oxí-
30 geno medido. Los dispositivos 14a de medida de flujo para



1 este fin pueden obtenerse en el comercio, y no es necesario
describirlos aquí con detalle. La salida del dispositivo 14b
de medida de flujo se acopla, a través de la conducción L1,
a la entrada I1 de un comparador 14c. La conexión ajustable
5 T1 de un potenciómetro 14d está acoplada a una segunda entra
da I2 del comparador 14c. Los terminales fijos del potenció
metro 14d se conectan a través de una fuente de corriente
continua, y el potenciómetro 14d genera, en su conexión ajus
table T1, un impulso que representa el caudal deseado para
10 una determinada carga (caldo), que ha sido prefijada manual
mente por el operario. En funcionamiento normal, este caudal
se prefija generalmente en aproximadamente 4245 litros nor
males por minuto (lpm). El comparador 14c compara los impul
sos de entrada que representan el caudal medido y el caudal
15 deseado, y genera un impulso de salida que es proporcional
a la diferencia entre ellos. La salida O1 del comparador 14c
está acoplada, a través de la conducción L2, a una válvula
de control 14e, accionada por la corriente, a través de un
convertidor 14f de corriente a aire, para ajustar el caudal
20 de oxígeno en la conducción 6 de dilución, de modo que corres
ponda a la que ha sido prefijada por el potenciómetro 14d.
También estos elementos son, todos ellos, piezas disponibles
en el comercio.

El depósito de fundente 12a (figuras 1, 3) com
25 prende un recipiente a presión en el que se introduce un fun
dente, tal como cal o similar, por alimentación por gravedad
o cualquier otro medio apropiado. El depósito de fundente 12a
tiene en su parte inferior, una salida 18 acoplada a la con
ducción 6 de dilución a través de una válvula de cierre 20
30 automática accionada por un solenoide, y a la boquilla 16 de



1 inyección de fundente en la conducción 3. De la conducción
6 de dilución se ramifica una conducción 22 de aplicación
de presión, en un punto D situado entre el punto 8 de rami-
5 ficación y la válvula de cierre 10, y está acoplada al depó-
sito de fundente 12a, para proporcionar un suministro de
oxígeno para poner a presión el depósito 12a. El flujo de
oxígeno al depósito 12a está controlado por medio de una
válvula de cierre 24 accionada por un solenoide y una válvu-
la de control 26 accionada por presión, situada en la conduc-
10 ción 22 de aplicación de presión. La presión en el depósito
de fundente está controlada también por la conducción 28 de
expulsión a la atmósfera acoplada al depósito 12a, conducción
28 que permite que se expulse oxígeno del depósito de fun-
dente 12a, a la atmósfera, a través de la válvula de cierre
15 30 y de la válvula de control 32, situada en serie en la
conducción 28 de comunicación con la atmósfera.

En el interior del depósito de fundente 12a el
fundente en polvo es conducido hacia la salida 18 por medio
de una disposición conocida de fluidificación por aire (que
20 no se muestra), que puede constar de una rejilla que hace
converger el fundente hacia la salida 18. Sobre la rejilla
se hace pasar una corriente constante de gas procedente de
la conducción 22 de aplicación de presión, para esponjar el
fundente en polvo y evitar que se apelmace cuando está sien-
do transportado hacia la abertura 18 e introducido en ella
25 por la presión del depósito 12a.

El peso del fundente en el depósito 12a se mide
por medio de varias pilas piezoeléctricas 34. Estas pilas
están situadas simétricamente alrededor del exterior del de-
30 pósito 12a, y están conectadas en paralelo con un registra-



1 dor 36 (Figura 4) a través de correspondientes puentes de
medida de impedancias, 38, de los que las pilas piezoeléc-
tricas 34 forman un terminal, para indicar y registrar el
5 peso total del depósito 12a y el fundente que queda en el
depósito 12a en un momento dado. La salida de la pila pie-
zoeléctrica constituye una entrada de una unidad 37 de con-
troll del sistema, que se describirá de modo más completo
posteriormente con referencia a las figuras 5 y 6.

10 Un dispositivo 40 conocido de medida de la dife-
rencia de presión está conectado, a través de la conducción
5 entre el depósito 12a y el empalme E de la conducción 5
con la conducción 4, y mide la diferencia de presión entre
la conducción principal 4 de oxígeno y el depósito de fun-
dente 12a, y genera un voltaje de salida que es proporcio-
15 nal a la diferencia de presión medida. El voltaje de salida
O2 del dispositivo de medida 40 está acoplado a través de
la conducción L3 a una unidad 42 de control de flujo. La
unidad de control 42 comprende un circuito 43 de compara-
ción. La salida O2 del dispositivo 40 de medida está acopla-
20 da a través de la conducción L3 a una entrada 43a del compa-
rador 43; la otra entrada 43b del comparador 43 está acopla-
da por medio de la conducción L4 con el terminal móvil o va-
riable 44a de un potenciómetro 44, a través de los contac-
tos R₂-5, normalmente cerrados, del relé R₂, y a un terminal
de salida O3 de la unidad de control del sistema (figura 6).
25 a través de los contactos R₂-6, normalmente abiertos, del
relé R₂. El potenciómetro 44 suministra una impulso de refe-
rencia de fijación de presión, ajustable manualmente, y el
terminal O3 suministra una referencia de fijación similar,
30 que varía en relación con la velocidad a la que se inyecta



1 fundente en la conducción 6 de dilución procedente del depó
sito 12a de fundente. La manera de obtener el punto de re-
glaje variable se describe más adelante con relación a la
5 figura 6. La salida 04 del comparador 43 se conecta, a tra-
vés de la conducción L5, con una válvula de control 26 ac-
cionada por la corriente, en la conducción 22 de aplicación
de presión, y a través de la conducción L6, con la válvula
32 de control accionada por la corriente, en la conducción
10 28 de comunicación con la atmósfera, a través de los trans-
ductores 46 y 48 de corriente a presión, respectivamente.
Estos componentes son similares a los elementos correspon-
dientes descritos anteriormente con relación al circuito de
control de flujo en la conducción de dilución.

15 Los transductores 46 y 48 son dispositivos ac-
cionados por la corriente, y están conectados en un circui-
to de corriente en serie; el transductor 46 acciona la vál-
vula de control 26 cuando la salida de corriente de la uni-
dad de control 42 está en el intervalo de 10-30 ma, y el
20 transductor 48 acciona la válvula de control 32 en el inter-
valo de 30-50 ma. En la realización preferida, hay una fran-
ja inactiva de 29-31 ma en la que las condiciones de dife-
rencia de presión se satisfacen efectivamente y ambas válvu-
las, 26 y 32, estarán cerradas. Esta franja inactiva ayuda
a evitar la vibración de la válvula alrededor del valor no
25 minal deseado. Así, cuando la diferencia de presión entre
el depósito 12a de fundente y la conducción principal de oxí-
geno 4 se compara con el punto fijo de referencia para pro-
ducir una corriente de salida de 10-30 ma procedente de la
unidad de control 42, la válvula de control 32 queda cerra-
30 da y la válvula de control 26 se abre, para dejar que pase



1 oxígeno, a través de la conducción 22 de aplicación de presión, al depósito 12a de fundente, para aumentar la presión en el depósito 12a y aumentar con ello la diferencia de presión. Al contrario, cuando la comparación de la diferencia
5 de presión con el valor fijado de referencia produce una corriente de salida de 30-50 ma procedente del controlador 42, la válvula 26 se cierra para detener el flujo de oxígeno que entra en el depósito 12a, y la válvula 32 se abre dejando
10 que el depósito 12a se ponga en contacto con la atmósfera, disminuyendo así la diferencia de presión. Para la inyección de cal, la presión del depósito 12a ha de ser siempre más alta que el punto de referencia en la conducción principal de oxígeno 4. Cuando la comparación produce una salida del controlador 42 en el intervalo de 29-31 ma, ambas válvulas de control 26 y 32 se cierran y se obtiene un estado estacionario.

El funcionamiento del circuito de medida de la diferencia de presión para controlar la válvula de control 26 de la conducción de aplicación de presión y la válvula
20 32 de control de la conducción de expulsión a la atmósfera, se basa en el principio de que la velocidad de alimentación de fundente en la cuba 210 de fabricación de acero (figuras 1, 8) procedente del depósito 12a que contiene fundente depende de la diferencia de presión entre el depósito 12a de fundente y la conducción principal de suministro de oxígeno
25 4, y es proporcional a esta diferencia, para un caudal dado en la conducción 6 de dilución. Así, la velocidad de introducción de fundente se hace variar variando la diferencia de presión entre el depósito 12a y la conducción principal de
30 oxígeno 4. En el procedimiento Q-BOP es importante que, du-



1 rante una carga, se mantenga al menos una presión mínima en
la conducción principal 4 de suministro de oxígeno, con el
fin de evitar que el metal fundido de la cuba 210 de fabri-
cación de acero dañe las toberas 212. Por esta razón, en la
5 realización aquí descrita se requiere que la diferencia de
presión entre la conducción principal de oxígeno 4 y el de-
pósito 12a de fundente sea constante para una velocidad da-
da de inyección de fundente, que puede ajustarse variando
la presión en el depósito 12a de fundente con respecto a la
10 presión existente en la conducción principal de oxígeno 4.

El flujo de oxígeno a través de la conducción
6 de dilución, y la alimentación de fundente en esa conduc-
ción 6 desde el depósito 12a de fundente, están controladas
en parte por un circuito de control de dos secciones que se
15 muestra con detalle en las Figuras 5 y 6. La parte del cir-
cuito de control mostrada en la Figura 5 se dirige específi-
camente al control de la cantidad total de fundente inyecta-
do en la corriente de oxígeno procedente del depósito 12a,
controlando el estado de la válvula de cierre 20 accionada
20 por solenoide. El funcionamiento de este circuito de control
de la alimentación se basa en el impulso de peso producido
por los circuitos en derivación de las pilas piezoeléctri-
cas descritos anteriormente con relación a las Figuras 3 y
4.

25 En este aspecto de la invención, la salida I de
las pilas piezoeléctricas 34, que representa el peso del fun-
dente en el depósito 12a, así como el peso del propio depó-
sito 12a, está acoplada a través de la conducción I7 al im-
pulso de entrada 50a de un amplificador de control de fre-
30 cuencia diferencial, 50, y también a través de la conducción



1 L8 a una entrada 52a de un adicionador/sustractor 52. La en-
trada 50b de activación de frecuencia del amplificador de
frecuencia diferencial 50 está acoplada, por la conducción
L9, a una fuente de voltaje, a través de los contactos R₂-4
5 de relé, normalmente abiertos. La salida 05 del amplifica-
dor de control de frecuencia diferencial 50 está acoplada,
a través de la conducción L10, a la segunda entrada 52b del
adicionador/sustractor 52. La salida 06 del adicionador/sus-
tractor 52 está acoplada a su vez, por la conducción L11, a
10 un voltímetro digital 54 calibrado, para indicar la cantidad
de fundente que ha salido del depósito 12a de fundente y ha
sido introducido en la conducción 6 de dilución. La salida
06 del adicionador/sustractor 52 está acoplada también por
la conducción L12 a una entrada 56a de un comparador 56. Es
15 tos dispositivos son todos muy conocidos, y pueden obtener-
se en el comercio en forma modular. Un potenciómetro de re-
ferencia 58 adecuadamente calibrado está acoplado, a través
de la conducción L13, a través de su terminal ajustable 58a,
con una segunda entrada 56b del comparador 56, dando un im-
20 pulso que representa el peso total de fundente que se desea
introducir desde el depósito 12a en la conducción 6 de dilu-
ción. En la realización preferida, los voltajes comparados
en el comparador 56 son de signo contrario, y la polaridad
de su suma es una indicación de sus magnitudes relativas. El
25 punto de cambio de polaridad proporciona una excitación pa-
ra la parte del amplificador operacional de alta ganancia
del comparador 56, haciendo que su voltaje de salida oscile
de un valor extremo a otro. La salida 07 del comparador 56
está acoplada, a través de la conducción L14, a la bobina ex-
30 citatriz de un relé R₉. El relé R₉, cuando es excitado por



1 la salida del comparador 56, hace que la válvula de cierre
20 se cierre (de un modo que se describirá más adelante), in-
terrompiendo el flujo de fundente desde el depósito 12a a
la conducción 6 de dilución.

5 Antes de empezar la operación de inyección, el
amplificador de control de frecuencia diferencial 50 está
en su estado de seguimiento, de modo que su salida 05 sigue
exactamente a su entrada 50a. La salida 06 del adicionador/
10 sustractor 52 refleja esta diferencia cero entre sus entradas
52a y 52b, y la salida 07 del comparador 56 está en su valor
extremo, que impide que el relé R_9 sea excitado. Cuando se
inicia la operación de inyección de fundente, se cierran los
contactos R_2-4 del relé, normalmente abiertos, conmutando al
15 amplificador de frecuencia diferencial 50 a su estado de blo-
queo, reteniendo el último valor de peso medido por el cir-
cuito de medida de la pila piezoeléctrica, A medida que sale
fundente del depósito 12a el impulso de salida I del circui-
to de la pila piezoeléctrica varía proporcionalmente. Esto
hace que varíe también proporcionalmente la salida 06 del
20 adicionador/sustractor 56, con una magnitud creciente. Cuan-
do la magnitud del impulso de salida 06 del adicionador/sus-
tructor 52, que aparece en la entrada 56a del comparador 56,
excede de la del impulso de salida del potenciómetro 58, que
aparece en la otra entrada 56b del comparador 56, y es de
25 polaridad contraria a la de la primera entrada 56a el impul-
so de salida 07 del comparador 56 varía al otro valor extre-
mo, excitando el relé R_9 .

30 La Figura 6 ilustra la parte de la unidad de
control de la inyección que genera el impulso de entrada de
fijación remota variable al circuito de control de la dife-



1 rencia de presión de la Figura 3, para controlar así la ve-
locidad a la que se inyecta fundente en la corriente de oxí-
geno. La salida I del circuito de la pila piezoeléctrica es-
tá acoplada, a través de la conducción L14, a la entrada de
5 seguimiento 60a de un circuito amplificador 60 integrador
de frecuencia diferencial, que también puede conseguirse en
el comercio en forma modular. La entrada de función integra-
dora 60b está acoplada por medio de la conducción L15 con
el terminal ajustable 62a de un potenciómetro 62 de veloci-
10 dad de alimentación de fundente, conectado a través de los
terminales negativos y comunes de una fuente de voltaje de
corriente continua. La entrada de activación 60c del circui-
to 60 está acoplada a través de la conducción L16 a una fuen-
te de voltaje E positivo, a través de los contactos R₁-2,
15 normalmente positivos, del relé R₃. Cuando se desactiva el
relé R₃, el circuito 60 está en el estado de seguimiento, y
su impulso de salida O8 sigue el impulso de peso medido que
aparece en la entrada 60a de seguimiento. Cuando se excita
el relé R₃, los contactos R₃-2, normalmente cerrados, se
20 abren, y el circuito 60 se activa acoplándo la entrada 60b
al potenciómetro 62 de velocidad de alimentación de funden-
te en un modo integrador. El impulso que aparece sobre la
entrada activadora 60a en el momento en que el modo de actua-
ción del circuito 60 se conmuta, se mantiene y forma la con-
25 dición inicial para la integración. El ajuste del terminal
62a del potenciómetro 62 da como resultado una variación en
la función integradora del circuito 60. La velocidad de in-
tegración corresponde a la velocidad de introducción de fun-
dente deseada, tal como se ha establecido por medio del po-
30 tenciómetro adecuadamente calibrado. Por lo tanto, la velo-



1 ciudad deseada de introducción de fundente del depósito 12a en la conducción 6 de dilación puede variarse según se requiera por las condiciones particulares de operación.

5 La salida 08 del circuito 60 está acoplada, por medio de la conducción L17, a una entrada 64a de un circuito de comparación 64 conocido, que también puede obtenerse en el comercio en forma modular. La otra entrada 64b está acoplada, por medio de la conducción L18, con la salida I del circuito de medida de peso de la pila piezoeléctrica. La
10 salida 09 del circuito de comparación 64 está acoplada, a través de la conducción L19, con la entrada 43b del punto fijado de presión del comparador 43 del circuito 42 de control de la diferencia de presión, a través de los contactos R₂-6 normalmente abiertos del relé R₂.

15 Se describirá ahora el funcionamiento del sistema de control de esta invención haciendo referencia particular a los diagramas de control de las Figuras 7 y 7A, en relación con las demás figuras.

20 La inyección de fundente, según esta invención, se inicia cuando el operario oprime el botón PB-1 READY, de contacto momentáneo, situado en la consola del operario, excitando el relé R₁ conectando su bobina a través de la fuente E de voltaje. Los contactos R₁-1 de mantenimiento del relé, normalmente abiertos, se conectan a través de los contactos del pulsador de botón PB-1, y se cierran al ser excitado el relén R₁ para mantener el relé R₁ en su estado excitado.
25

30 Al mismo tiempo, los contactos R₁-2, normalmente abiertos, se cierran para cebar los relés R₂₄ y R₃₀. La excitación de los relés R₂₄ y R₃₀ hace que se abran la vál



1 vula de cierre 24 de la conducción de aplicación de presión
y la válvula 30 de cierre de la conducción de comunicación
con la atmósfera, permitiendo así que entre oxígeno en el de
pósito 12a y pase a su través, para establecer una puesta a
5 presión controlada en el interior del depósito 12a, por me-
dio del sistema de control de presión en el depósito de fun-
dente, antes descrito.

10 Cuando se ha completado la puesta a presión del
depósito 12a de fundente, el operario oprime el botón PB-2
START de contacto instantáneo para excitar el relé R_2 . Los
contactos R_2-1 de mantenimiento, normalmente abiertos, conec-
tados a través de los terminales del interruptor PB-2, se
cierran entonces para mantener el relé R_2 en su estado exci-
tado una vez que el operario suelta el interruptor PB-2. Co-
15 mo medida de seguridad en el caso en que el operario no pon-
ga previamente a presión el depósito 12a de fundente oprmien-
do primero el botón PB-1 READY (como se ha descrito anterior-
mente) antes de iniciar la inyección de fundente, los contac-
tos R_2-2 de relé, normalmente abiertos, están conectados en
20 paralelo con los contactos R_1-2 para cebar los relés R_24 y
 R_{30} cuando se oprime el botón PB-2 de START. Esto permite po-
ner a presión el depósito 12a mientras se establece un flujo
constante en la conducción 6 de dilución durante el período
de retardo antes de que se cebe el relé R_3 .

25 Cuando se excita el relé R_2 , los contactos R_2-3 ,
normalmente abiertos, se cierran cebando el relé R_3 al cabo
de un retardo de tiempo predeterminado, como se indica en la
Figura 7 por medio de la indicación TD-ON. El cierre de los
contactos R_2-3 excita también el relé R_4 , relé que se ceba
30 sin retardo mensurable, pero que se desexcita, al abrirse los



1 contactos R_2-3 , sólo después de un retardo previamente de-
terminado, como se indica en la Figura 7 por medio de la in-
dicación TD-OFF. El relé R_3 se desexcita sin retardo mensura-
ble alguno cuando se abren los contactos R_2-3 .

5 Cuando se ceba el relé R_2 , los contactos R_2-4 ,
normalmente abiertos, se cierran llevando al amplificador 50
de control de frecuencia diferencial a su estado de manteni-
miento, que mantiene la última lectura del peso medido por
el circuito de medida de la pila piezoeléctrica, lectura que
10 es comparada después en el adicionador/sustractor 52 con el
impulso de peso medido por el circuito de la pila piezoeléct-
rica a medida que sale fundente del depósito 12a. Al mismo
tiempo, se abren los contactos R_2-5 , normalmente cerrados,
y se cierran los contactos R_2-6 , que están normalmente abie-
15 tos, conmutando el punto fijo de referencia 43b de la unidad
42 de control de presión en el depósito de la referencia fija
del potenciómetro 44 a la referencia variable del terminal
03. Finalmente, los contactos R_2-7 , normalmente abiertos, se
cierran cuando el relé R_2 es excitado, haciendo volver a ce-
20 ro el voltímetro digital 54 al comienzo de la operación de
inyección.

La excitación del relé R_4 inmediatamente que se
cierran los contactos R_2-3 hace que se cierren los contactos
 R_4-1 normalmente abiertos, cebando así simultáneamente los
25 relés R_8 y R_{10} . Al ser excitados, los relés R_8 y R_{10} abren
las válvulas de cierre 8 y 10, respectivamente, y proporcio-
nan un paso del flujo de oxígeno que parte de la conducción
principal 4, atraviesa la conducción 6 de dilución, la válvu-
la de cierre 10, la unidad 14 de medida y control del flujo,
30 la boquilla 16 de inyección de fundente, y la válvula de cie-



1 rre 8, volviendo a la conducción principal 4 en el punto de
reencuentro G. Al cabo de un retardo previamente determina-
do, suficiente para establecer un flujo constante de oxígeno
a través de la conducción 6 de dilución, el relé R_3 se
5 ceba, haciendo que los contactos R_3-1 , normalmente abiertos,
se cierren y ceben el relé R_{20} . La excitación del relé R_{20}
hace que se abra la válvula de cierre 20, permitiendo que
salga fundente del depósito 12a y entre en la conducción 6
de dilución por medio de la boquilla 16 de inyección. La ex-
10 citación del relé R_3 hace también que se abran los contac-
tos R_3-2 , normalmente cerrados, y que lleven al amplifica-
dor de control de frecuencia diferencial 60 a su estado de
integración, sacándolo de su estado de seguimiento.

Una vez establecida la inyección de fundente por
15 medio de las operaciones que se acaban de describir, la ve-
locidad de inyección se controla por medio del sistema de
control de inyección que se ha descrito anteriormente con
relación a las Figuras 3 y 6. Cuando la cantidad medida de
fundente inyectado en la corriente de oxígeno 4 desde el
20 depósito 12a alcanza el total deseado previamente estableci-
do por el operario, la salida del comparador 56 cambia su
estado excitando el relé R_9 y cerrando los contactos R_9-1 ,
que están normalmente abiertos, cebando así el relé R_{11} .
Cuando se excita el relé R_{11} , los contactos $R_{11}-1$, normal-
25 mente cerrados, se abren desexcitando el relé R_2 . Cuando se
desexcita el relé R_2 se abren los contactos R_2-2 , desexcitan-
do inmediatamente el relé R_3 y desexcitando el relé R_4 al
cabo de un retardo previamente determinado. Cuando se desex-
cita el relé R_3 , los contactos R_3-1 se abren desexcitando
30 el relé R_{20} , y cerrando la válvula de cierre 20, interrump-



14

1 piendo así el flujo de fundente del depósito 12a. Durante
un período de tiempo que sigue al cierre de la válvula 20,
determinado por el tiempo de retardo del relé R_4 , las vál-
5 vulas 8 y 10 permanecen abiertas para que se arrastren cual-
quier cantidad residual de fundente de la conducción 6 de
dilución entrando en la conducción principal de oxígeno 4.
Después de este retardo el relé R_4 se desexcita y los con-
tactos R_4-1 se abre, desexcitando los relés R_8 y R_{10} , lo
10 que hace que las válvulas de cierre 8 y 10 se cierren e in-
terrumpan el flujo de oxígeno que atraviesa la conducción
6 de dilución.

Además de la interrupción automática del flujo
que proporcionan los relés R_9 y R_{11} , el sistema de control
de esta invención permite también que el operario interrump
15 pa manualmente el proceso de inyección oprimiendo un inte-
rruptor PB-3 STOP de contacto momentáneo, que desexcita el
relé R_2 , con los cierres temporizados consiguientes de las
válvulas 20, 8 y 10, descritas anteriormente.

El sistema comprende también un interruptor ge-
20 neral SW-1, que ha de estar en la posición ON antes de que
pueda efectuarse cualquiera de las operaciones de inyección
de fundente.

También se muestra en las Figuras 7 y 7A un dis-
positivo 70b de conmutación remota del depósito, que tiene
25 un segundo depósito 12b, asociado con el depósito 12a y el
12b para poner en marcha el depósito 12b cuando el depósito
12a ha completado su ciclo.

Cuando el depósito 12a ha finalizado su ciclo,
el relé R_{11} se excita, cerrando los contactos $R_{11}(A)$ e inte-
30 rrumpiendo el flujo de fundente del depósito 12a por de-



1 sexcitación del relé R_2 .

Si el depósito 12b está en posición de "preparado" (ready), como se muestra por la excitación del relé R_1 del depósito 12b y el conmutador selector remoto SW-3 del depósito 12b se cierra a la posición 1, el relé R_2 del depósito 12b se excita y empieza el flujo de fluido desde el depósito 12b.

De igual modo, si el relé R_{11} del depósito 12b, es excitado, deteniendo así el flujo de fundente desde el depósito 12b, cesa el flujo de fundente desde el depósito 12b; si el conmutador SW-3 del depósito 12a se cierra a la posición 1, y si el depósito 12a está en posición de preparado, como se muestra por la excitación del relé R_2 del depósito 12a y empieza el flujo de fundente desde el depósito 12a.

Cada depósito 12a y 12b tiene su propio circuito de medida de peso por pila piezoeléctrica 34, que se acoplaría de manera obvia con la unidad de control de inyección seleccionando el depósito correspondiente.

Cuando se cierra el botón PB-4 de accionamiento manual, el relé R_{12} del depósito 12a se excita (si el depósito 12a no está en posición de preparado o en posición de comienzo de inyección, como se demuestra por la excitación del relé R_1 del depósito 12a). La excitación del relé R_{12} del depósito 12a abre los contactos $R_{12}-1$ y cierra los contactos $R_{12}-2$, excitando así el relé R_{30} del depósito 12a y abriendo la válvula 30 de comunicación del depósito 12a con la atmósfera, disminuyendo la presión en el depósito 12a de modo que pueda llenarse con fundente por gravedad.

La figura 8 ilustra la presente invención rea-



1 lizada en un convertidor 210 de inyección por el fondo. La
invención puede aplicarse también a un electro horno de fa-
bricación de acero de tipo Heroult 210a, como se muestra en
la Figura 9, un horno Martin-Siemens 210b como se muestra
5 en la Figura 10, un horno Martin-Siemens inclinable 210c co
mo se muestra en la Figura 11, y una mezcladora de caldo
210d como se muestra en la Figura 12.

10

REIVINDICACIONES

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

20 1ª.- Un método para controlar la inyección de
fundente en un aparato de afino de acero que comprende un
convertidor, un suministro de flúido, una conducción prima
ria acoplada entre dicho convertidor y dicha fuente de flúid
do para suministrar flúido a dicho convertidor, y una con-
ducción secundaria que tiene su entrada y su salida acopla-
25 das a porciones aguas arriba y aguas abajo de dicha conduc-
ción primaria situada entre dicho convertidor y dicha fuen-
te de suministro, y un depósito de presión que contiene un
fundente en polvo que ha de suministrarse a dicho converti-
dor, que comprende las operaciones de: a) poner dicho depó-
30 sito a una presión previamente determinada; b) establecer un



1 flujo de dicho fluido a través de dicha conducción secundaria;
2 c) suministrar fundente desde dicho depósito a dicha
3 conducción secundaria después de que dicho depósito ha sido
4 puesto a presión en la operación a) y se ha establecido el
5 flujo de fluido en la operación b); d) medir la diferencia
6 de presión entre dicho depósito y dicha conducción primaria
7 y e) controlar la presión aplicada a dicho depósito en la
8 operación a), para controlar así la velocidad a la que se
9 suministra fundente a dicha conducción secundaria desde di-
10 cho depósito, en función de la diferencia de presión entre
11 dicha conducción primaria y dicho depósito.

12 2ª.- Un método según la reivindicación 1ª, que
13 comprende las operaciones adicionales de: f) medir la velo-
14 cidad a la que se suministra fundente a dicha conducción se-
15 cundaria desde dicho depósito; g) comparar la velocidad me-
16 dida en la operación f) con una velocidad de referencia fi-
17 jada previamente; h) comparar la salida de la operación g)
18 con la diferencia de presión medida en la operación f), y
19 i) controlar la presión aplicada a dicho depósito en la ope-
20 ración a) por medio de la salida de la operación h).

21 3ª.- Un método según la reivindicación 1ª, que
22 comprende las operaciones adicionales de: f) medir la canti-
23 dad de fundente suministrada a dicha conducción secundaria
24 desde dicho depósito; g) comparar dicha cantidad medida con
25 una cantidad de referencia fijada previamente, y h) interrumpir
26 el suministro de fundente desde dicho depósito a dicha
27 conducción secundaria en la operación c) cuando la diferen-
28 cia entre las cantidades medida y de referencia citadas al-
29 canza un valor previamente determinado.

30 4ª.- Un método según la reivindicación 1ª, que



1 comprende las operaciones de: a) cerrar dicho depósito de presión, y b) poner en funcionamiento otro depósito de presión que contiene un fundente en polvo, para suministrar dicho fundente a dicho convertidor.

5 5ª.- Un método para controlar la inyección de fundente en un aparato de afino de acero.

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.

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

Madrid,

14 ABR. 1976

P.A.

Fernando de Elizaburu
Por Patente.

ACM.

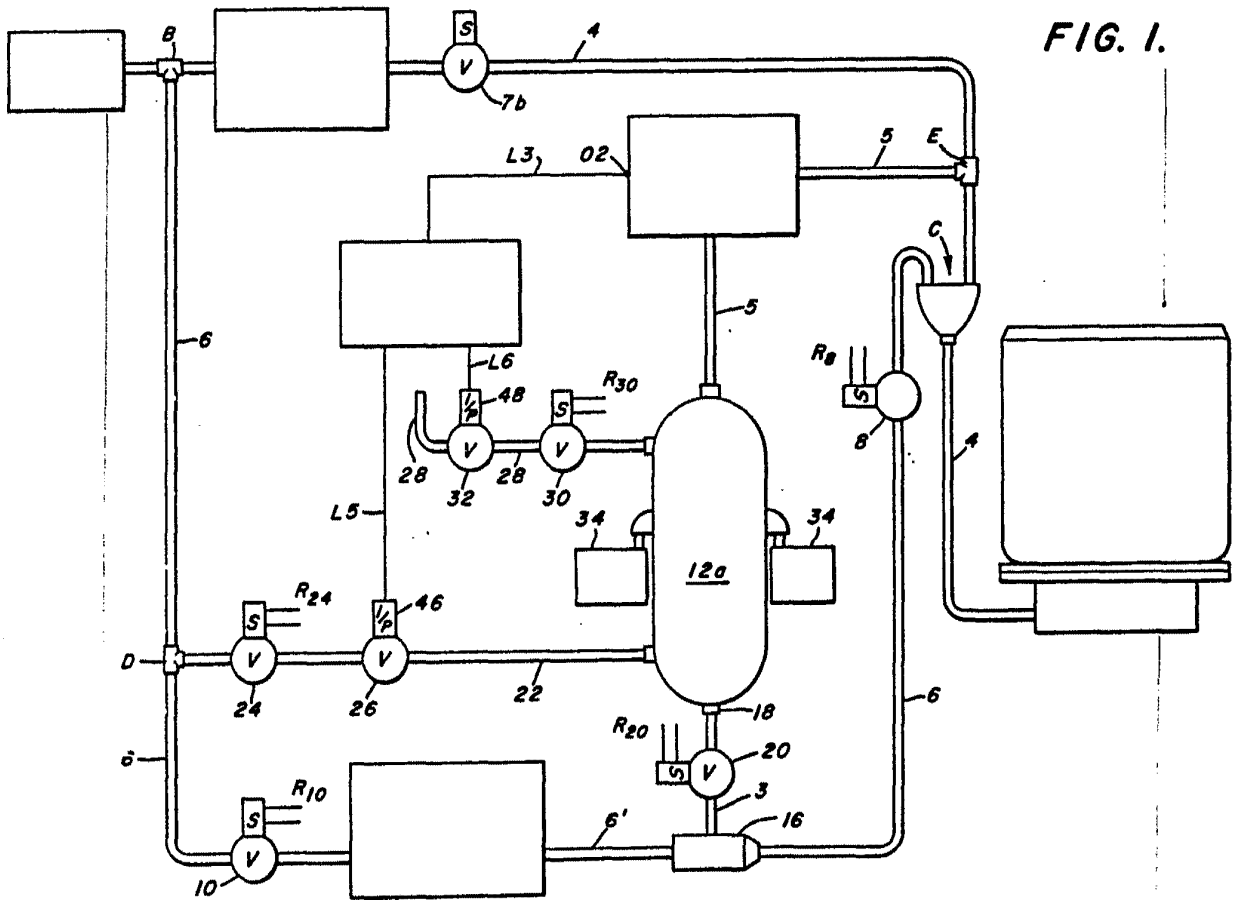


FIG. 1.

Fernando de Elizaburu
Per Poder.

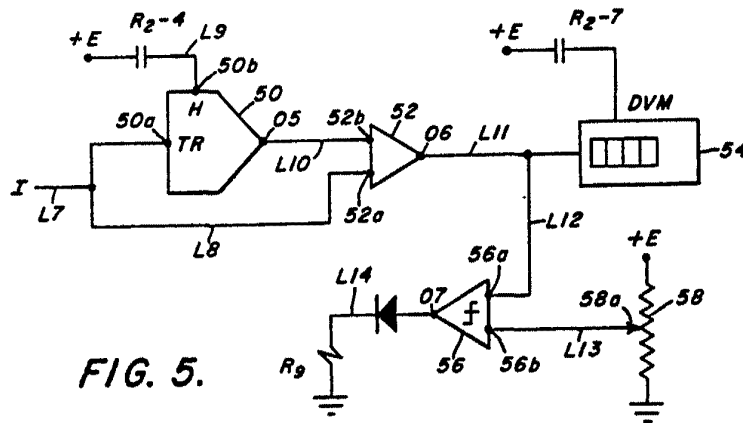


FIG. 5.

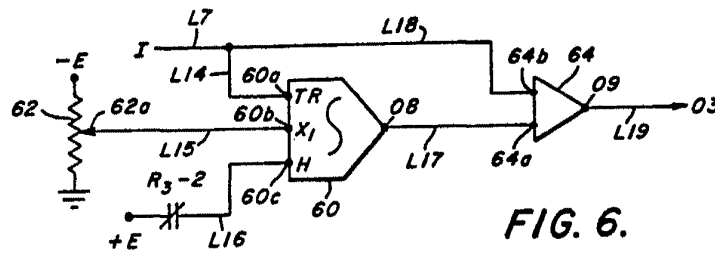


FIG. 6.

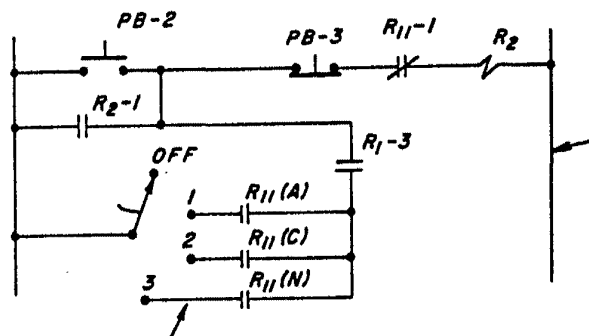


FIG. 7a.

Fernando de Elizaburu
Por Poder.

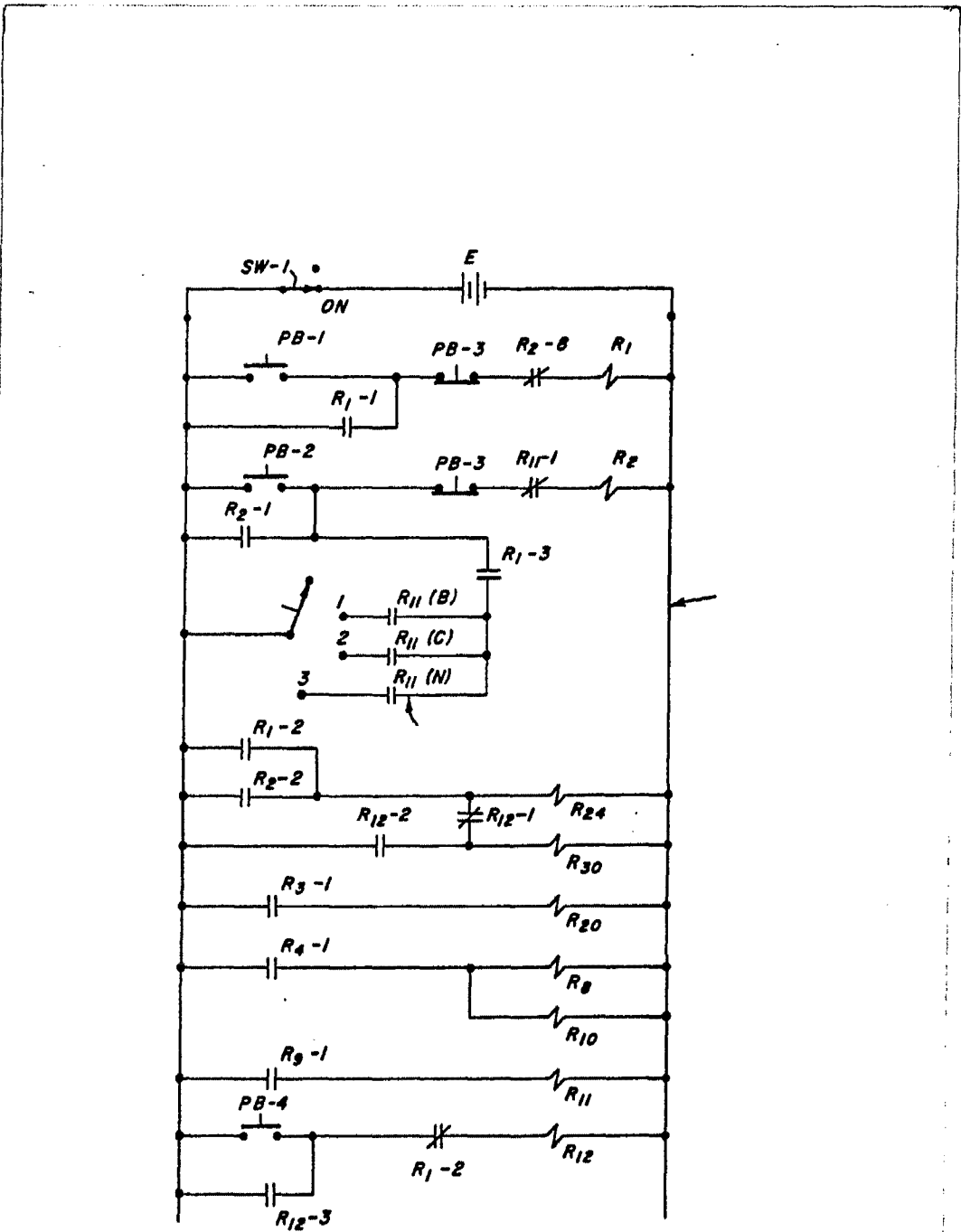


FIG. 7.

Fernando de Elizaburu
Por Poder

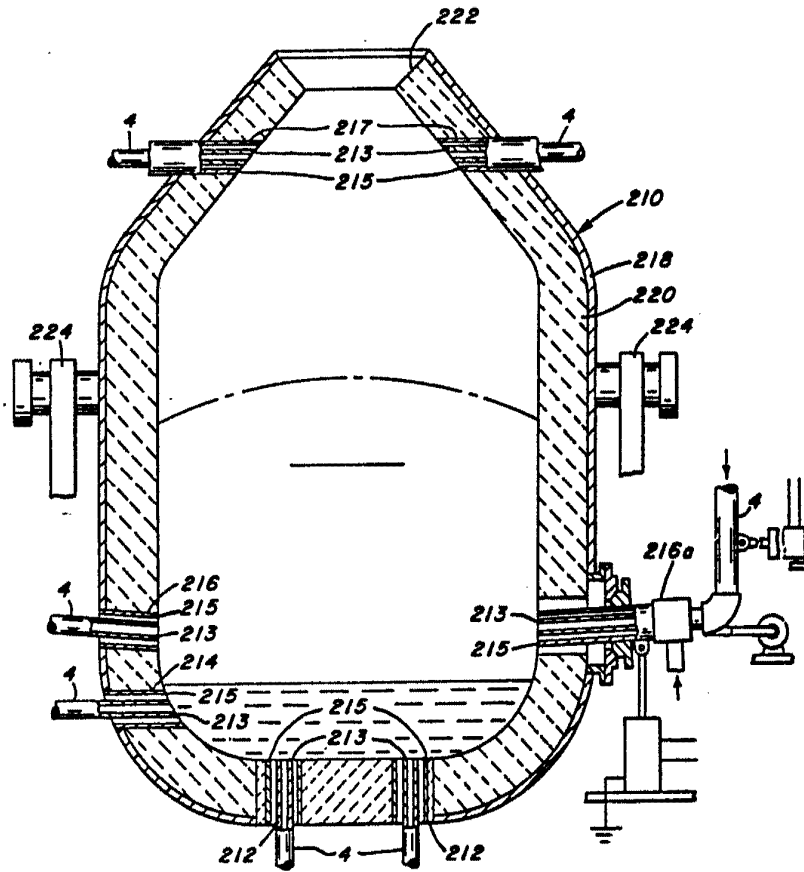
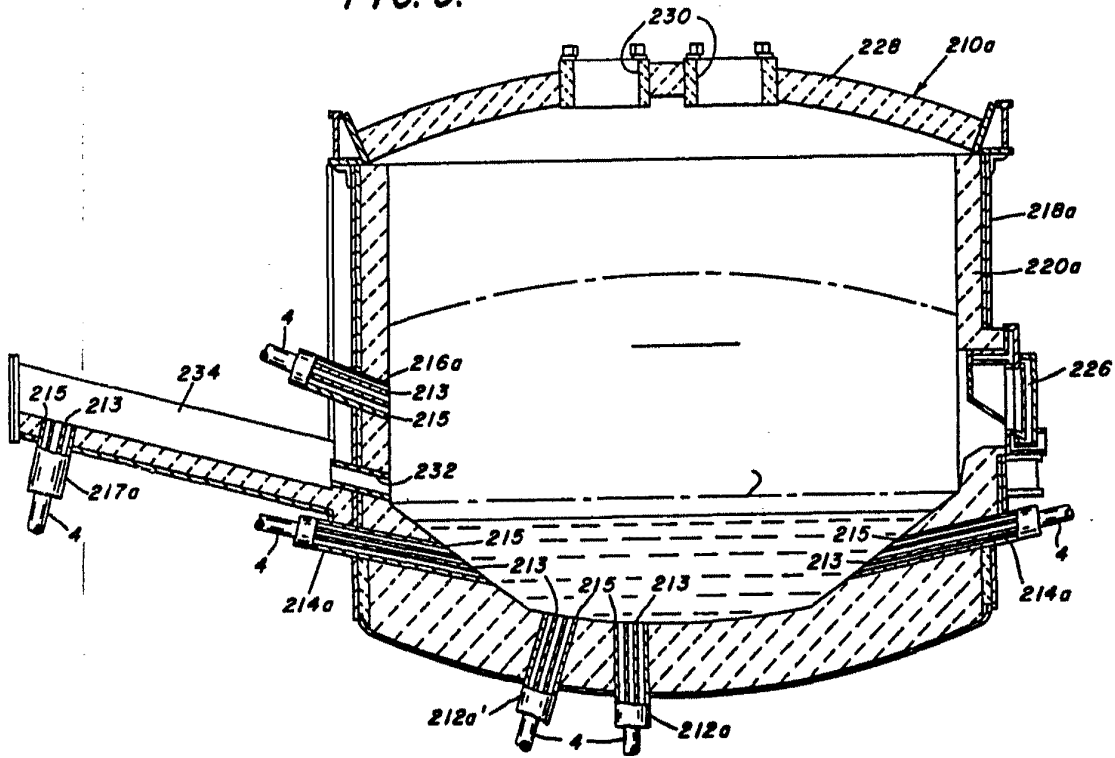


FIG. 8.

Fernando de Elizaburu
Por Poder.

FIG. 9.



Fernando de Elizaburu
Por Poder

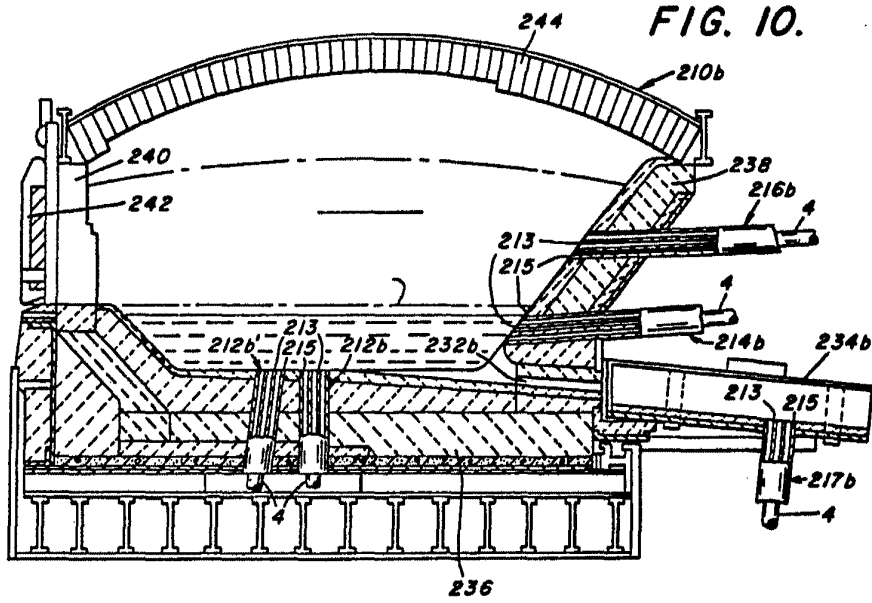
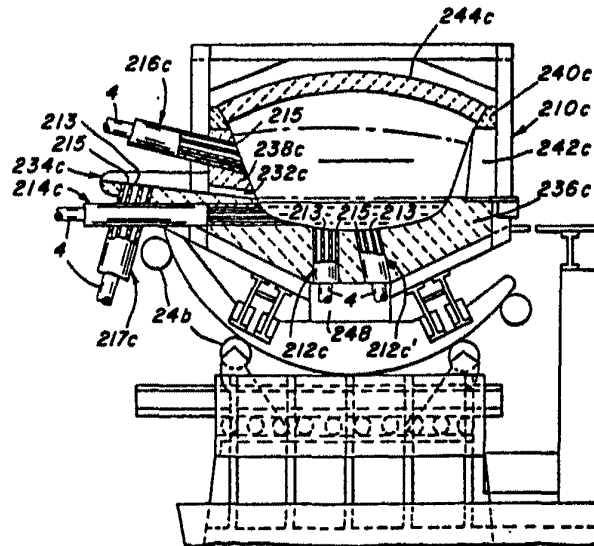
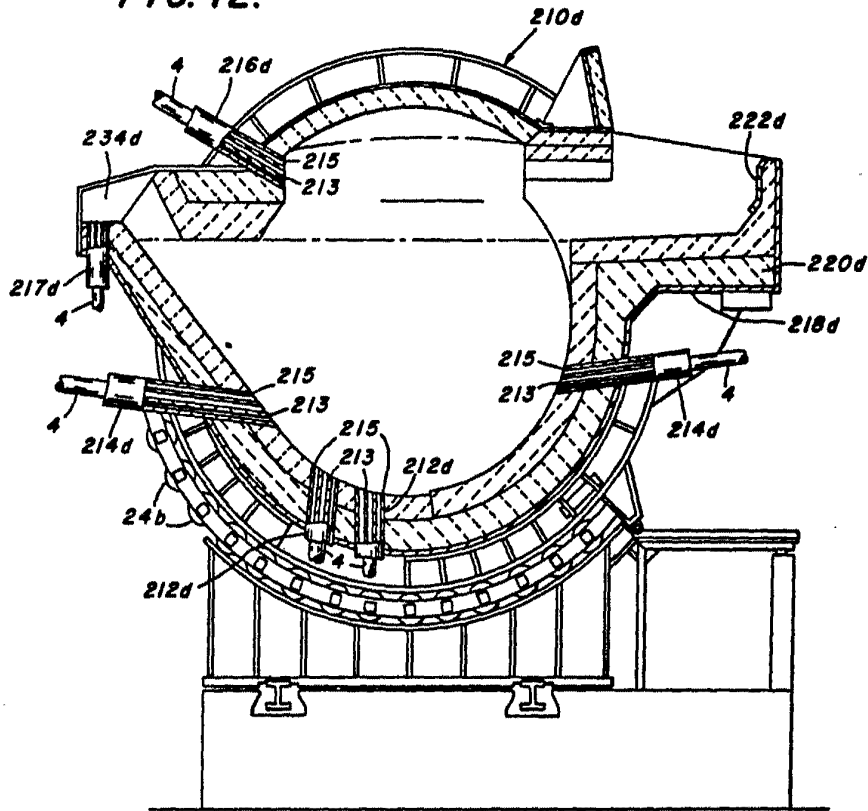


FIG. 11.



Fernando de Elizaburu
Por Poder

FIG. 12.



Fernando de Elizaburo
Por Poder.