

MINISTERIO DE INDUSTRIA  
REGISTRO DE LA PROPIEDAD INDUSTRIAL



ESPAÑA

10	ES	11	NUMERO	10	A 1
		21	<b>477390</b>		
		22	FECHA DE PRESENTACION		
			<b>- 1 FEB. 1979</b>		

Concedido el Registro de acuerdo con los datos que figuran en la presente solicitud y según el contenido de la Memoria adjunta.

**PATENTE DE INVENCION**

30 PRIORIDADES:		
31 NUMERO	32 FECHA	33 PAIS
Ser. No. 884.305	7.3.1978	U.S.A.
47 FECHA DE PUBLICIDAD	51 CLASIFICACION INTERNACIONAL	52 PATENTE DE LA QUE ES DIVISIONARIA
	F28D	
64 TITULO DE LA INVENCION		
"APARATO PARA ALINEAR UN DISPOSITIVO DE INSPECCION O REPARACION, CON UN TUBO ELEGIDO DE UN INTERCAMBIADOR DE CALOR"		
71 SOLICITANTE (S)		
THE BABCOCK & WILCOX COMPANY		
DOMICILIO DEL SOLICITANTE 161 East 42nd Street, New York, N.Y. 10017 (U.S.A.)		
72 INVENTOR (ES)		
D. Gary E. Abell		
73 TITULAR (ES)		
74 REPRESENTANTE		
D. MANUEL DE RAFAEL GARCIA		

MEMORIA DESCRIPTIVA

La presente invención se refiere a un aparato destinado a obtener la alineación axial de un dispositivo de inspección o reparación, con un tubo elegido de un intercambiador de calor provisto de una pluralidad de tubos. Aunque el aparato es adaptable a intercambiadores de calor con tubos de muy diversas configuraciones, es particularmente aplicable al empleo en intercambiadores de calor dispuestos en ambientes que presentan condiciones desfavorables donde el dispositivo de inspección o reparación se debe alinear con un tubo elegido por mediación de un manipulador de control remoto.

Un ambiente de condiciones desfavorables usual de intercambiadores de calor es donde se hallan los generadores de vapor incorporados en una central de producción de energía nuclear. Un manipulador adecuado para dicha aplicación requiere un mínimo de tiempo de sometimiento humano al peligro, para la instalación y retirada con la máxima fiabilidad y exactitud en el posicionamiento del dispositivo de inspección o reparación en alineación axial con un tubo elegido de una estación de control remoto situada en un ambiente benigno. A conseguir tales objetivos está principalmente encaminada la presente invención. Otros objetivos se podrán de manifiesto a través de la descripción que sigue con

referencia a los dibujos que se acompañan.

En dichos dibujos:

La figura 1 es una ilustración de la invención aplicada a un generador de vapor de proceso directo nuclear.

La figura 2 es una vista en planta detallada del manipulador.

La figura 3 es una vista en alzado lateral del manipulador ilustrado en la figura 2.

La figura 4 corresponde a una vista en alzado lateral del manipulador representado en las figuras 2 y 3, considerada por la línea 4 - 4 de la figura 3.

Con referencia a los dibujos en los que las referencias numéricas iguales designan partes iguales o correspondientes de las varias figuras, en la figura 1 se ilustra en sección alzada la parte superior de un generador de vapor de proceso directo nuclear, designado en general con -1- consta de un cuerpo cilíndrico -3-, una cabeza superior semiesférica -4- y una placa superior portatubos -8-. Esta placa sirve para aislar la parte intermedia de los tubos, designados en conjunto con -6-, y para mantener a los mismos en una disposición fija pre-determinada, con ayuda de placas de soporte separadas y de una placa inferior portatubos (no ilustrada). Un generador de vapor de proceso directo nuclear del tipo ilustrado puede tener una altura de 20,72 m.,

un diámetro de 3,96 m. y comprender más de  
16.000 tubos de un diámetro exterior de  
aproximadamente 15,87 mm., un espesor de pared  
de aproximadamente 0,86 mm. y una longitud de  
5 aproximadamente 18,29 m.

El refrigerante del reactor entra en el  
generador de vapor de proceso directo nuclear a  
través de una boquilla -2-, fluye hacia abajo a  
través de los tubos y sale por el fondo hacia el  
10 exterior. El agua de alimentación que rodea a los  
tubos se convierte en vapor y es sobrecalentado en  
un conducto único y luego es descargado del  
generador de vapor a través de orificios o boquillas  
adecuados (no ilustrados).

15 Es importante realizar la inspección  
periódica de un cierto número de tubos seleccionados  
de acuerdo con un programa predeterminado. La  
inspección se lleva a cabo usualmente atravesando cada  
tubo elegido con una sonda de corriente parásita.  
20 Con fines ilustrativos, en la figura 1 se muestra un  
tubo -6A- dibujado a escala ampliada, seleccionado  
concretamente para inspección. Luego se repara un  
defecto localizado, introduciendo con tal fin un  
dispositivo de reparación apropiado. Si esto no es  
25 posible, el tubo se puede recambiar o se puede  
taponar los extremos superior e inferior del cuerpo  
tubular. Debido al ambiente desfavorable existente  
en el interior del generador de vapor de proceso

directo nuclear, es necesario que el posicionamiento de la sonda de inspección o del dispositivo de reparación en alineación con los tubos elegidos sea controlado desde un punto distante donde se  
5 puedan situar los operarios con menos miramiento del tiempo de exposición a la radiación y similares de carácter nocivo para la salud.

De acuerdo con la presente invención, para llevar a cabo la inspección de un tubo, en el  
10 generador de vapor de proceso directo nuclear se instala a través de una abertura de acceso al interior -5-, un manipulador, designado en general con -7-, que consta de una guía o viga -16- (fig. 3) que se hace girar y es soportada por medio de un pedestal  
15 -9- dispuesto en el centro de la placa -8-, y un tractor oruga -11- previsto para recorrer el perímetro exterior de la placa portatubos. El manipulador comprende además un carro -12- móvil radialmente y portador de uno o más cuellos de cisne flexibles -14-  
20 que se rematan inferiormente en una guía de instrumento -13- a través de la cual se puede introducir un instrumento de inspección o reparación y se puede retirar de un tubo elegido. El posicionamiento angular de la viga -16- en torno al pedestal -9- y  
25 el posicionamiento radial del carro -12- necesario para disponer la guía de instrumento -13- en alineación axial con el tubo elegido se controla a distancia desde un centro de control designado en

general con -15-.

El pedestal -9- está provisto de una placa inferior perforada -22- que coadyuva a asegurar la colocación y la estabilización del manipulador en el centro de la placa -8-. El carro -12- está soportado y guiado por la guía -16- a lo largo de la misma por mediación de ruedas -24- acopladas en carriles en V formados en tal viga que está descentrada con respecto al centro de giro por un soporte -25- (fig. 2), de manera que la guía de instrumento -13- permanece alineada con el centro de giro cuando el carro -12- se desplaza por la viga -16-. El tractor oruga -11- se sitúa angularmente con relación a la viga -16-, de modo que el eje de la llanta -20- forma ángulo recto con un radio que es transversal al centro de la guía o viga -16-.

La viga -16- es giratoria en torno a un pedestal -9- en sentidos horario y antihorario por medio de un servomotor -26- conectado operativamente con la llanta -20- a través de engranajes apropiados, tal como se indica con -28- (fig. 4). El carro -12- es accionado linealmente hacia adelante y hacia atrás a lo largo de la viga -16- por un servomotor -18- provisto de un piñón -30- que engrana con una cremallera -32- (fig. 2) prevista en la viga -16-. Una señal de realimentación de la posición angular de la guía de instrumento -13- con relación a un eje elegido arbitrariamente de la placa -8- es generada

por un codificador absoluto -34- (Fig. 3) dispuesto en el eje de giro de la viga -16-. Un codificador absoluto -36- montado en el carro -12- y conectado operativamente con la cremallera -32- a través de engranajes apropiados (no ilustrados) genera una señal de realimentación de la distancia radial de la guía de instrumento -13- con respecto al eje de giro.

Como se ilustra en la figura 1, las señales de realimentación correspondientes a la posición angular y radial de la guía de instrumento -13- establecida por los codificadores -34- y -36- son transmitidas al centro de control -15- y presentadas visualmente en dispositivos de lectura, tales como los "leds" -38- y -40-. Después de accionar el "leds" conmutador de valor de referencia de entrada -50-, por medio de ruedas de mando manual -43- y -42- son generadas señales de referencia que corresponden a las coordenadas angular y radial de un tubo elegido, cuyas señales son presentadas visualmente en dispositivos de lectura -45- y -44- respectivamente.

En el centro de control se genera una señal de salida correspondiente a la diferencia entre la señal de realimentación angular y la señal de referencia angular establecidas por las ruedas de mando manual -43- que, directa o indirectamente, accionan el servomotor -26- hasta que la señal de realimentación es igual que la señal de referencia. Análogamente, en el centro de control se genera una

señal de salida correspondiente a la diferencia  
entre la señal de realimentación radial y la  
señal de referencia radial, establecidas por las  
ruedas de mando -42- que, directa o indirectamente,  
5 accionan el servomotor -36- hasta que la señal de  
realimentación es igual a la señal de referencia.  
Cuando la señal de realimentación y la señal de  
referencia son iguales o permanecen en determinada  
relación, la guía de instrumento -13- se alinea  
10 axialmente con un tubo -6- con las coordenadas co-  
rrespondientes a las señales de referencia presentadas  
visualmente en los dispositivos de lectura -45- y -44-.

Los circuitos necesarios para la generación  
de las señales de salida a partir de las señales de  
15 referencia y realimentación son conocidos en el estado  
de la técnica y en consecuencia no se han ilustrado  
ni descrito con detalle. Los entendidos en la materia  
podrán apreciar que las señales de referencia y  
realimentación pueden ser alimentadas a componentes  
20 de circuito o a una microcomputadora programada  
para manipulación como sea necesario con el fin de  
generar señales de salida que tengan características  
deseadas, tales como proporcionales-integrales,  
proporcionales-derivadas y similares, de manera  
25 que el manipulador mueve la guía de instrumento  
-13- exactamente desde un juego de coordenadas a  
otro a una velocidad máxima sin sobreimpulso o  
pendulación. Además, como comprenderán los expertos

en la materia, los circuitos pueden comprender componentes, o se puede programar una computadora incorporada en el centro de control, de manera que el manipulador recorra el camino más corto para mover la guía de instrumento -13- desde un juego de coordenadas a otro.

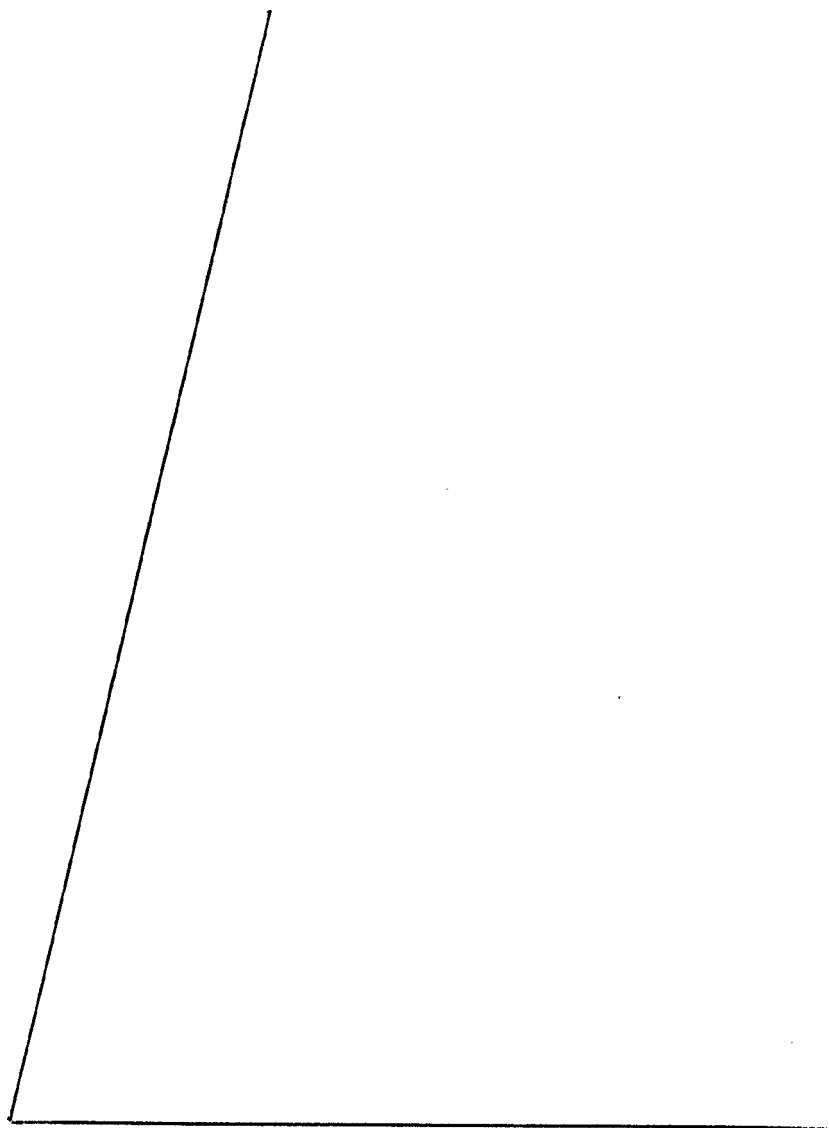
Aunque se pueden determinar empíricamente las coordenadas polares de cada tubo en el generador de vapor de proceso directo nuclear, moviendo la guía de instrumento y alineándola con cada tubo y teniendo en cuenta el radio  $R$  y el ángulo  $\theta$  presentados en los dispositivos de lectura -40- y -38-, como los orificios del cuerpo laminar tubular de un generador de vapor nuclear receptores de los tubos se disponen con exactitud extrema, las dimensiones utilizadas para situar los ejes axiales de los orificios se pueden utilizar para determinar los puntos de referencia de cada tubo. Como se ilustra, si se desea, los puntos de referencia así determinados pueden comprobarse por medio de un circuito cerrado de televisión que comprende una cámara -52- (fig. 3) enfocada con la placa -8- próximo a la guía de instrumento -13- y una unidad receptora -51- emplazada en el centro de control -15-. Si se halla alguna discrepancia, el funcionamiento de los servomotores -26- y -18- se puede cambiar de automático a manual a distancia por mediación de un conmutador de transferencia -41- y los servomotores

pueden ser accionados mediante botones pulsadores -46- a -49- para alinear la guía de instrumento -13- con el tubo elegido. Entonces se pueden corregir los puntos de referencia del tubo elegido para hacer que se correspondan con los presentados visualmente en los dispositivos de lectura -38- y -40-. En el caso de fallo o avería de los circuitos de control, o si por otra razón cualquiera se considera conveniente o necesario, la guía de instrumento -13- se puede posicionar en las coordenadas de un tubo elegido por medio del botón pulsador -46-, -47- y -48-, -49- con la Estación Selectora -41- en funcionamiento manual y mediante la operación de los dispositivos de lectura -38- y -40- o del receptor de televisión -51-.

Si al inicio de una exploración, o durante la misma se ha hallado una diferencia entre las coordenadas que presentan los dispositivos de lectura -40- y -38- y las que presentan los dispositivos de referencia -42- y -43-, los dispositivos -40- y -38- son puestos en consonancia con los dispositivos -42- y -43- por mediación de un conmutador de reposición -54- que aplica señales de polarización o señales de desviación en los circuitos de control, añadiéndoles o tomándoles señales de realimentación para eliminar la diferencia.

La invención dentro de su esencialidad, puede ser llevada a la práctica en otras formas de

realización que difieran sólo en detalle de la  
indicada unicamente a título de ejemplo, a las  
cuales alcanzará igualmente la protección que  
se recaba. Podrá, pues fabricarse este aparato  
5 con los medios y materiales más adecuados y con  
los accesorios más convenientes, por quedar todo  
ello comprendido en el espíritu de las siguientes  
reivindicaciones.



REIVINDICACIONES

Se reivindica como objeto de la presente patente de invención, haciendo constar que a todos los efectos pertinentes se invoca la prioridad del  
5 7.3.1.978 correspondiente a la Patente U.S.A. Ser. No. 884.305:

1. - Aparato para alinear axialmente una guía de instrumento con un tubo elegido de un intercambiador de calor provisto de una pluralidad de tubos, cuyo  
10 aparato comprende una viga, un elemento fijo con un eje alrededor del cual gira dicha viga, un primer servomotor conectado operativamente a la viga para posicionarla angularmente con respecto al citado eje en direcciones horaria y antihoraria, un carro provisto de una guía  
15 de instrumento montada sobre la referida viga, un segundo servomotor conectado operativamente a dicho carro para moverlo, aproximándolo y alejándolo con relación al antedicho eje, medios conectados operativamente a la viga, que generan una primera señal de realimentación  
20 correspondiente al desplazamiento angular de la guía de instrumento a partir de un radio de base elegido, y medios conectados operativamente al mencionado carro y que genera una segunda señal de realimentación correspondiente al desplazamiento radial de la guía de instrumento  
25 con relación a un radio predeterminado.

2. - Aparato, según la reivindicación 1, que comprende medios que generan una primera señal de valor de referencia correspondiente al desplazamiento angular del tubo elegido a partir del radio

de base, medios que generan una segunda señal de valor de referencia que corresponde al desplazamiento radial del tubo elegido con respecto a dicho radio predeterminado, medios para comparar la citada primera señal de realimentación con la indicada primera señal de valor de referencia, medios para comparar dicha segunda señal de realimentación con la segunda señal de valor de referencia, medios para accionar el citado primer servomotor y poner la primera señal de realimentación en correspondencia con dicha primera señal de valor de referencia, y medios para accionar el aludido segundo servomotor y poner la segunda señal de realimentación en correspondencia con la segunda señal de valor de referencia para de esta manera alinear axialmente la guía de instrumento con el tubo elegido.

3.- Aparato, según la reivindicación 2, en el que el intercambiador de calor es un generador de vapor de proceso directo nuclear que está dotado de una placa portatubos circular a través de la cual están introducidos todos los tubos de dicha pluralidad de ellos, comprendiendo el mencionado elemento fijo un pedestal dispuesto en el centro de dicho cuerpo laminar tubular, y la conexión operativa entre el citado primer servomotor y la referida viga comporta un tractor oruga sobre el que está montado el primer servomotor y está

soportada la viga en proximidad al perímetro exterior de la placa portatubos a través de una banda transportadora aplicada sobre la superficie de esta placa dispuesta substancialmente en ángulo recto con dicha viga y una conexión operativa entre el primer servomotor y la citada banda transportadora.

5  
10  
4.- Aparato, según la reivindicación 3, en el que dicho segundo servomotor está montado sobre el indicado carro y acciona un piñón que engrana con una cremallera prevista en la citada viga.

15  
5.- Aparato, según la reivindicación 4, en el que los medios que generan dichas primera y segunda señales de realimentación son respectivamente un primer y un segundo codificadores absolutos.

20  
6.- Aparato, según la reivindicación 5, en el que dicho primer codificador comprende un rotor fijado a la citada viga en dicho eje de giro, en tanto que el segundo codificador absoluto está montado en el referido carro y comporta un rotor dotado de un piñón y que comprende una transmisión de engranajes entre el piñón y la mencionada cremallera.

25  
7.- Aparato, según la reivindicación 6, que comprende medios de reposición, accionados manualmente, para modificar dichas primera y segunda señales de realimentación y ponerlas en correspondencia respectivamente con la primera y segunda señales de valor de referencia de un tubo elegido.

8.- Aparato, según la reivindicación 7,  
que comprende un centro de control dispuesto en  
lugar distante del generador de vapor de proceso  
directo nuclear, que comprende medios que presentan  
5 dichas señales de realimentación y de valor de  
referencia y comprenden medios que generan una  
primera señal de salida correspondiente a la  
diferencia entre dicha primera señal de realimentación  
y la citada primera señal de referencia y que  
10 determina el accionamiento del mencionado primer  
servomotor para poner la primera señal de realimentación  
en correspondencia con la primera señal de valor de  
referencia, comprendiendo el aparato medios que  
generan una segunda señal de salida que provoca el  
15 funcionamiento del segundo servomotor para poner la  
segunda señal de realimentación en correspondencia  
con la segunda señal de valor de referencia.

9.- APARATO PARA ALINEAR UN DISPOSITIVO  
DE INSPECCION O REPARACION, CON UN TUBO ELEGIDO DE  
20 UN INTERCAMBIADOR DE CALOR.

Consta la presente memoria descriptiva de quince hojas mecanografiadas y de una lámina de dibujos.

Madrid, a 1 FEB. 1979

THE BABCOCK & WILCOX COMPANY  
p. a.

MANUEL DE RAFAEL  
*[Handwritten signature]*

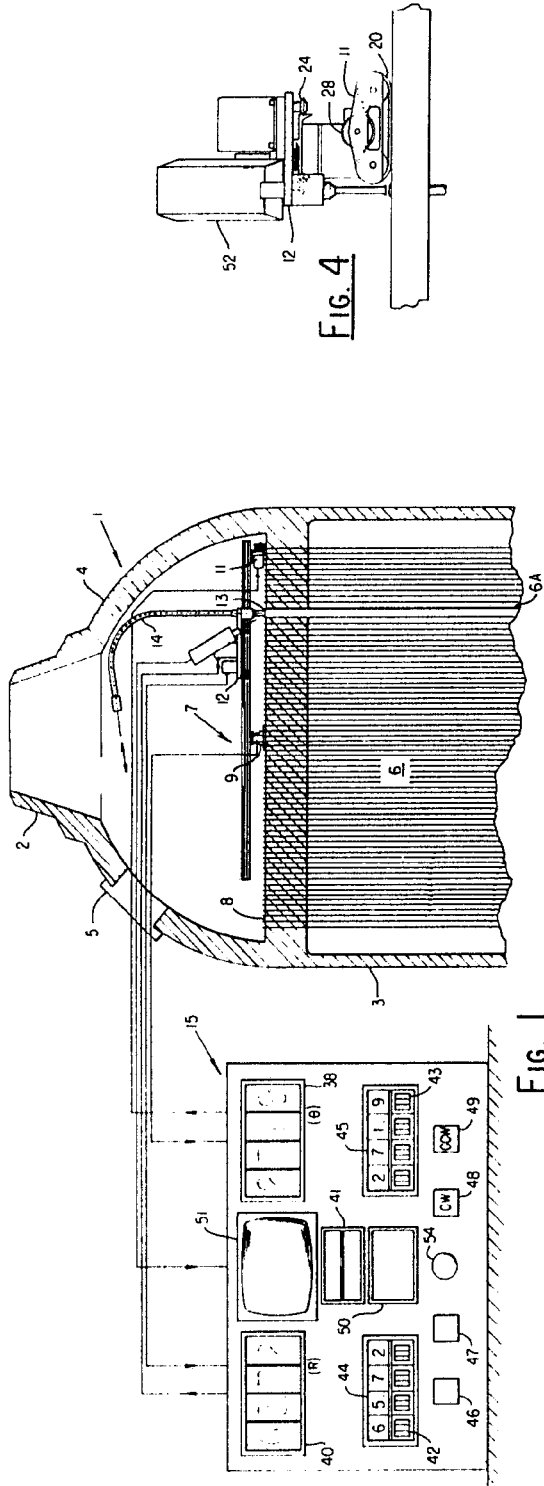


FIG. 1

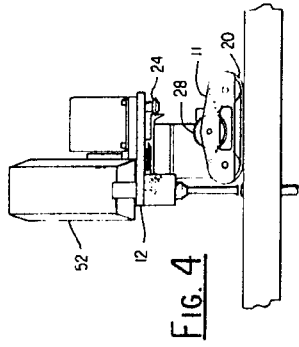


FIG. 4

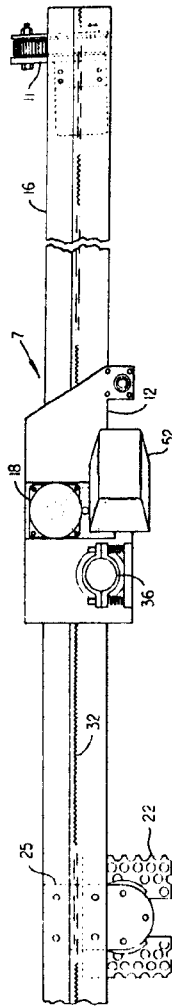


FIG. 2

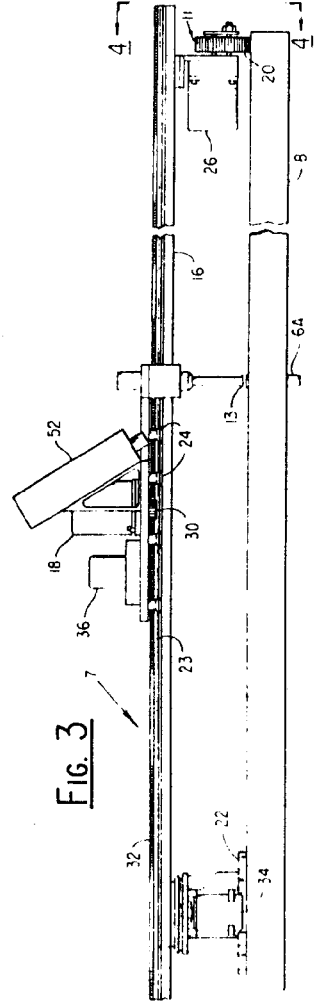


FIG. 3

Madrid, 1 FEB. 1979  
 MANUEL DE RAFAEL  
 P. 20-21

# THE BABCOCK & WILCOX COMPANY

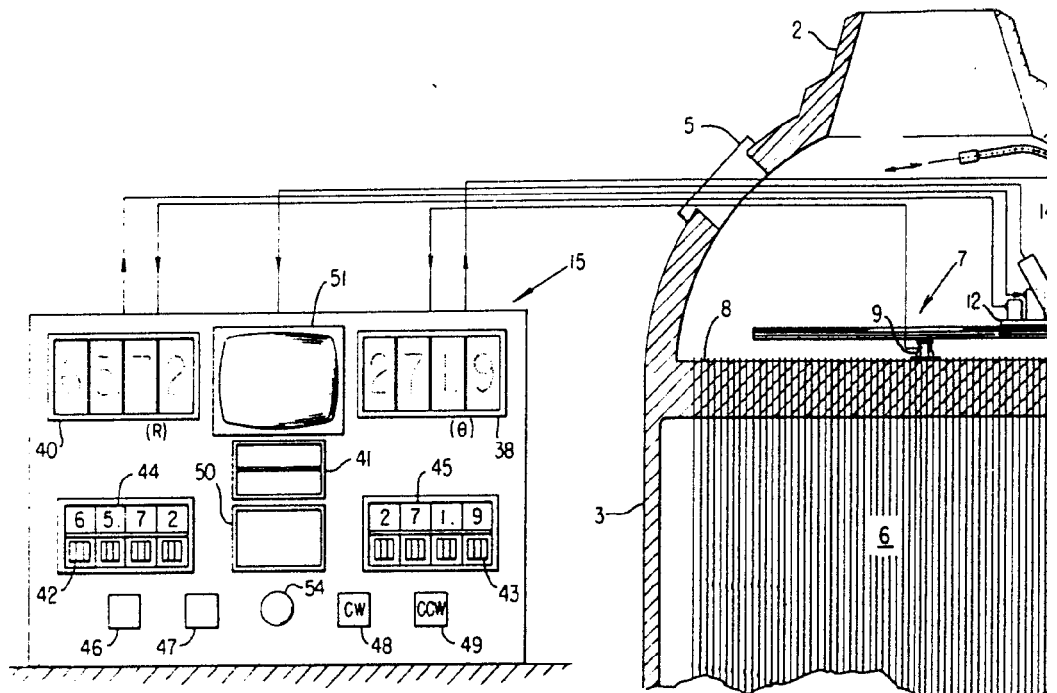


FIG. 1

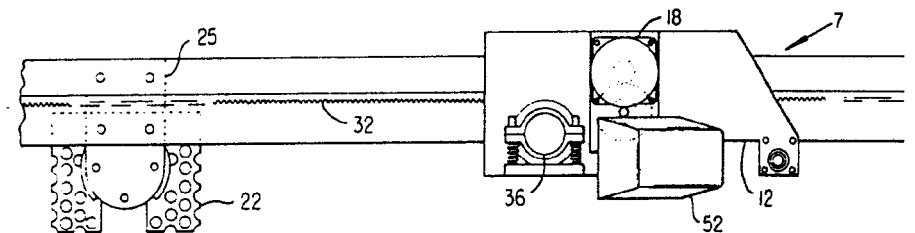
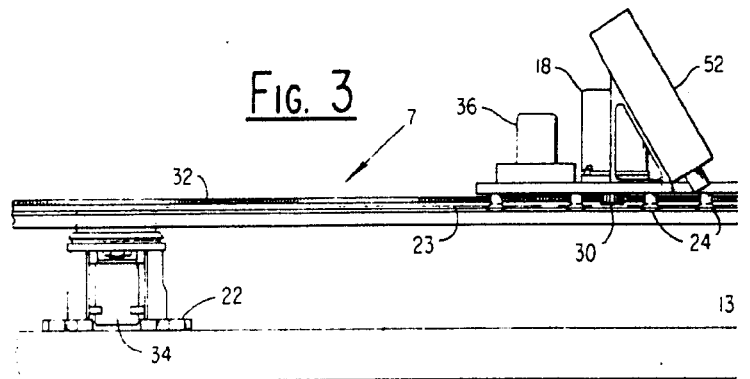


FIG. 3



*Escala variable.*

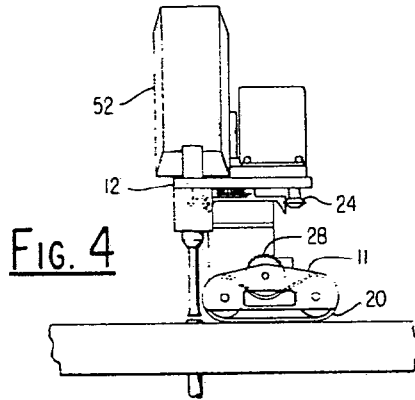
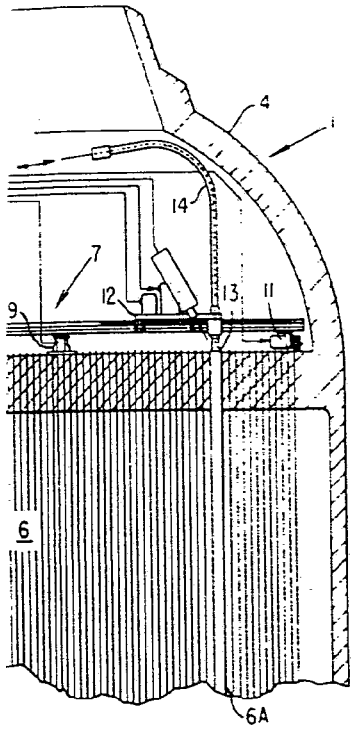


FIG. 4

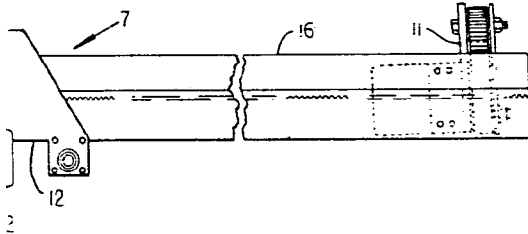
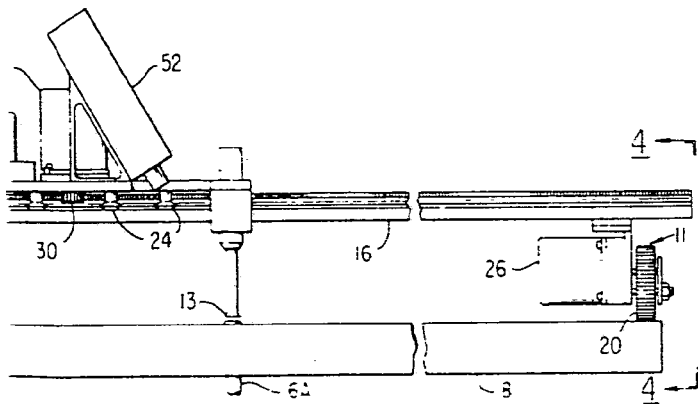


FIG. 2



Madrid, 1 FEB. 1979  
MANUEL DE RAFAEL  
*[Signature]*