

327238



2. M

327238

MEMORIA DESCRIPTIVA.-
=====

PATENTE DE INVENCION.

PAIS : ESPAÑA.

DURACION : 20 AÑOS.

OBJETO : "UN DISPOSITIVO DE BOMBA DE GORRO".-

=====

A nombre de : GENERAL ELECTRIC COMPANY.

Residente en : SCHENECTADY (New York),
1, River Road.-

Nacionalidad : ESTADOUNIDENSE.-



327238

Este invento se refiere a bombas de chorro o inyector-
res o eyectores y a controles mejorados para las mismas.

Este invento puede usarse en una gran variedad de
aplicaciones, pero es idealmente adecuado para controlar

5.- bombas de chorro usadas para hacer circular refrigerante
fluido en reactores nucleares de agua hirviente y se des-
cribirá particularmente para ese uso. Un reactor nuclear
de agua hirviente incluye un recipiente de presión del
reactor con un núcleo de reactor situado dentro de él.

10.- Un refrigerante fluido rodea al núcleo y está montado un
sistema de control para ser introducido y retirado del
núcleo para gobernar la velocidad de la reacción nuclear
lo que, a su vez, gobierna la velocidad de generación de
calor.

15.- En un reactor heterogéneo, que es el tipo que descri-
bimos en esta Memoria, el refrigerante fluido es líquido
y al menos una parte de él se convierte en vapor dentro
del núcleo del reactor. El refrigerante, además de sus-
traer calor del núcleo, actúa también como moderador por-

20.- que decelera los neutrones producidos por la reacción nu-
clear y regula la velocidad de fisión dentro del núcleo.

Un refrigerante típico puede ser agua ligera, agua
pesada o un líquido orgánico tal como difenól, o cualquier
otro fluido que tenga características físicas adecuadas

25.- tanto como moderador como en calidad de refrigerante. En



un reactor nuclear de ebullición típico, el vapor generado en el núcleo del reactor es obligado a pasar desde el recipiente del reactor a un motor, tal como una turbina de vapor. El vapor que atraviesa la turbina es condensado al estado líquido y devuelto al recipiente de presión.

30.- Para un análisis más completo de los reactores nucleares, véase el artículo de S. Untermyer, II en Nucleonics, vol. 12, No. 7, Julio de 1954, páginas 43 a 47.

En el núcleo de reactor de un reactor de ebullición, el refrigerante moderador está presente en la fase líquida y también en la fase de vapor. La relación moderador/combustible en un reactor determina la reactividad nuclear y la gama tolerable de la relación es fijada por el proyecto o diseño del reactor. El refrigerante moderador en ebullición tiene cierto número de burbujas de vapor dispersadas en él. La relación de burbujas de vapor al refrigerante en estado líquido es la fracción de vacíos del refrigerante. La relación moderador/combustible se rebaja a medida que aumenta la ebullición, porque las burbujas de vapor tienen una densidad mucho menor que el estado líquido del refrigerante moderador.

40.- En un diseño de reactor de este tipo, la magnitud del paso de refrigerante es importante con respecto a las variaciones del nivel de potencia del reactor así como también lo es la adecuada refrigeración del combustible. Por ejemplo, una disminución controlada en el caudal aumenta el número de vacíos, disminuye el contenido del moderador de neutrones y, así, rebaja el nivel de potencia del reactor. Por el contrario, un aumento controlado en el caudal disminuye el número de vacíos, aumenta el contenido del moderador de neutrones y, así, aumenta el nivel de potencia del reactor. El reactor puede



estar diseñado para realizar estas variaciones de potencia y de caudal, proporcionando todavía una adecuada refrigeración del combustible.

- Las bombas de chorro, inyectoras o eyectores, se han
- 60.- montado dentro del recipiente de presión para proporcionar una circulación controlada del refrigerante moderador a través del núcleo. Las bombas de chorro, ciertamente, realizan un buen trabajo porque son relativamente baratas y carecen de piezas móviles.
- 65.- Una bomba de chorro usual incluye un cuerpo con tres regiones distintas, a saber, una sección de entrada o de aspiración, una garganta o cámara de mezcla de superficie de sección transversal sustancialmente uniforme en toda su longitud, y un difusor que aumenta en superficie de sección
- 70.- transversal en la dirección del flujo. Una tobera está situada en la sección de entrada para convertir una corriente de alta presión de fluido impulsor en un chorro de gran velocidad y baja presión de fluido impulsor que pasa coaxialmente a través de la sección de entrada y dentro de la cámara de
- 75.- mezcla. El chorro de gran velocidad está a una presión mucho menor que el fluido que circunda a la tobera en las proximidades de la sección de entrada de modo que el fluido impulsado es aspirado dentro de la entrada de la bomba por el chorro. Un alojamiento convergente en la sección de entrada
- 80.- y que rodea a la tobera dirige al fluido impulsado o flujo de aspiración dentro de la cámara de mezcla. Dentro de la cámara de mezcla, el chorro de gran velocidad de fluido impulsor se ensancha gradualmente a medida que tiene lugar un proceso de arrastre y de mezcla con el fluido impulsado o corriente de aspiración. La mezcla transfiere momento desde la
- 85.-



corriente impulsora de chorro a la corriente de aspiración impulsada, de modo que la presión sube en la corriente combinada. En teoría, la cámara de mezcla termina después de que se ha conseguido un perfil de velocidad uniforme, y eg:
90.- to ocurre usualmente poco después de que el chorro impulsor que se ensancha toda las paredes de la cámara de mezcla. Desde la cámara de mezcla de superficie de sección transversal relativamente pequeña, los flúidos combinados impulsor e impulsado pasan al difusor, de sección transversal creciente
95.- en la dirección del paso, aumentando aún más la presión de descarga de la bomba a medida que la velocidad de los flúidos reunidos se reduce para extraer la cantidad óptima de energía de la corriente.

Una de las ventajas de las bombas de chorro en los reactores nucleares de ebullición es que las bombas tienen excelentes características de circulación natural. Incluso cuando el flúido impulsor es cortado en la tobera, hay todavía una cantidad sustancial de flujo a través de las bombas de chorro a causa de las corrientes de convección generadas en el recipiente de presión debido al calor del núcleo. Sin embargo, esta característica de flujo limita el control que puede ejercerse con las bombas de chorro usuales instaladas en reactores nucleares de ebullición.
100.-
105.-

Con anterioridad a este invento, las bombas de chorro usuales podían ser controladas únicamente entre 40% y 100% del flujo total. En otras palabras, incluso con las bombas de chorro desconectadas, sus buenas características naturales de circulación permitían todavía que el líquido pasara por las bombas a un caudal igual a aproximadamente 40% de la capacidad plena de la bomba. Este invento proporciona un
110.-
115.-



"reductor del rendimiento de la bomba" de modo que el margen de control de la misma se aumenta desde aproximadamente 20% a 100%, o incluso más.

De acuerdo con este invento, se obtiene un control mejorado de una bomba de chorro disponiendo medios para inyectar al menos una parte del fluido impulsor dentro del cuerpo de la bomba en un punto aguas abajo desde la tobera. Por ejemplo, para reducir el flujo de fluido a través de una bomba de chorro, se desconecta el fluido impulsor desde la tobera y se dirige al difusor de la bomba donde perturba la circulación natural del líquido a través de la bomba.

En la forma preferida del invento, una pluralidad de bombas de chorro están montadas en un recipiente de presión de un espacio anular que rodea al núcleo del reactor dentro del recipiente. Varias bombas están provistas de los medios perturbadores de este invento y pueden hacerse funcionar independientemente de manera que la circulación natural a través de una o más de las bombas de chorro pueda "perturbarse" o "estropearse" individualmente para proporcionar un buen control de la circulación del fluido dentro del recipiente de presión.

En una forma del invento, el fluido impulsor que hace funcionar las bombas de chorro es el agua de alimentación añadida al recipiente de presión. Así, una parte de la energía empleada para bombear el agua de alimentación es recuperada por las bombas de chorro. Los medios perturbadores o reductores del rendimiento de acuerdo con este invento hacen posible disminuir la capacidad de bombeo de las bombas sin tener que alterar el caudal al cual se introduce el agua de alimentación en el recipiente de presión.



Estos y otros aspectos del invento se comprenderán mejor por la siguiente descripción detallada y los dibujos adjuntos, en los cuales:

150.- La Figura 1 es un alzado esquemático de bombas de chorro con medios perturbadores montados en un reactor nuclear de acuerdo con este invento; y

La Figura 2 es un dibujo esquemático a escala ampliada que muestra como se usa la distribución del fluido para gobernar el paso de fluido impulsor a una bomba de chorro.

155.- Con referencia a la figura 1, un núcleo cilíndrico de reactor 10 está dispuesto coaxialmente dentro de un recipiente de presión cilíndrico 11 cerrado por su parte superior y por su fondo. Varias bombas de chorro 12 están montadas en un espacio anular de bajada 14 formado entre el núcleo del reactor y la pared del recipiente de presión.

160.- Se mantiene una masa de agua 15 a un nivel de trabajo 16 por encima del núcleo del reactor. Una tobera separada 18 está montada junto a la entrada 19 de cada bomba de chorro para dirigir un chorro de líquido a gran velocidad hacia abajo a través del cuerpo de la bomba, aspirando así fluido impulsado con él a través de la bomba. Los fluidos impulsor e impulsado mezclados son forzados dentro de la parte inferior del núcleo del reactor como se indica por la flecha 20 y suben por el núcleo del reactor donde al menos parte del agua es convertida en vapor que sale del recipiente de presión por una tubería 21 para llegar a una turbina 22. El vapor que atraviesa la turbina es condensado en un condensador 23 y devuelto por una tubería 24 al recipiente de presión mediante una bomba 25.

170.- Es añadida agua de alimentación al recipiente de presión a través de una tubería 26, de una segunda bomba 28, de una



tubería 30 de alimentación a alta presión y de una pluralidad de sistemas de control 32, cada uno de los cuales está conectado a una tobera respectiva 18 mediante una tubería 34 de fluido impulsor. Una tubería separada 36 de perturbación está conectada en un extremo a cada sistema de control 32 y está pasada de una manera estanca por la pared del recipiente de presión y desemboca en una bomba respectiva aguas abajo de la tobera correspondiente a esa bomba. El sistema de control y las bombas de chorro se describirán luego con más detalle con respecto a la figura 2. Se toma fluido impulsor adicional según sea necesario desde la masa de agua a través de la tubería 38 conectada al lado de aspiración de la bomba 28. Una válvula 39 en la tubería 38 controla en paso de fluido por el tubo.

En los sistemas automáticos de control, la velocidad de la bomba 28 es gobernada por un motor 40 que recibe corriente desde un generador de frecuencia variable 42. El generador es impulsado por un acoplamiento de fluido variable 44 que, a su vez, es accionado por un motor 46 conectado a él. Un control 48 en el acoplamiento de fluido variable determina la cantidad de potencia que es entregada por el motor 46 y la velocidad a la cual es hecho girar el generador de frecuencia variable. Este, a su vez, gobierna la velocidad del motor 48 y la bomba 28. Este sistema, bastante complicado y costoso, ha sido necesario en el pasado para controlar el paso de fluido a través de las bombas de chorro, pero en muchas instalaciones puede ser eliminado por el empleo de perturbadores de acuerdo con este invento.

Con referencia a la figura 2, cada cuerpo de bomba 12 incluye una sección de aspiración de entrada tronco-cónica 50 conectada en su extremo menor al extremo de aguas arriba de una



garganta cilíndrica alargada o cámara de mezcla 52. El extremo más ancho de la sección de entrada se abre hacia la tobera, que está en línea con el eje geométrico longitudinal de la cámara de mezcla.

210.- El extremo opuesto, o de aguas abajo, de la cámara de mezcla, está conectado al extremo menor de un difusor tronco-cónico 54 que descarga en su extremo inferior dentro del lado inferior del núcleo de reactor mostrado en la figura 1.

El dispositivo de control 32 puede ser cualquier unidad adecuada que pueda desviar la totalidad o parte del fluido impulsor de la tobera 18 a la tubería del perturbador, 36, que desemboca en el difusor como se muestra en la figura 2. Un distribuidor de fluido 56 constituye un sistema de control ideal para distribuir fluido impulsor entre la tobera y la tubería del perturbador. Los distribuidores de fluido se describen en detalle en Scientific American, Diciembre, 1964, páginas 80 a 86. El fluido impulsor entra en el distribuidor de fluido a través de la tubería de alimentación de alta presión 30, y normalmente pasaría directamente a través del dispositivo de control a la tubería 36 del perturbador. Sin embargo, una pequeña corriente de líquido de control es inyectada dentro de la tubería de alimentación 30 a través de una tubería o conducto 58 de señales de control justamente aguas arriba de un divisor de corriente puntiagudo 60 formado donde las tuberías 34 y 36 entran en el sistema de control. La corriente de control es dirigida contra el lado de la derecha (según se ve en la figura 2) del flujo principal de líquido impulsor, y se desvía a la izquierda de modo que toda ella sale por la tubería de alimentación 34. En este estado, la bomba está completamente en servicio porque la totalidad del

220.-

225.-

230.-

235.-



- 240.- flúido impulsor sale por la tobera 11 y entra en la cámara de mezcla de la bomba de chorro. Para desconectar la bomba, la corriente de control es interrumpida de modo que el líquido pase ahora directamente desde la tubería 30 a la tubería 36 del perturbador y entre en el difusor para perturbar la circulación natural del líquido a través de la bomba. Ajustando la potencia de la corriente de control, se varía desde 0 a 100% del volumen suministrado por la tubería 30 la cantidad de líquido que pasa por el perturbador. Así,
- 245.- el agua de alimentación puede ser suministrada de modo continuo al recipiente de presión y puede usarse para que las bombas estén plenamente en servicio o fuera de servicio, dependiendo de las señales de control aplicadas a los sistemas de control individuales conectados a las bombas de chorro.
- 250.- La inyección de flúido dentro de la sección de descarga de las bombas de chorro tiende a destruir la recuperación hidráulica de la sección de difusor de las bombas y aumenta la caída de presión de la bomba de chorro. En esencia, el flujo perturbador es introducido para destruir la eficacia o rendimiento de la bomba de chorro cuando se desea un bajo caudal de circulación. De este modo, se obtiene para el control del paso del flúido un margen incrementado de la variación del flujo de recirculación.
- 255.- Una ventaja primordial de este invento consiste en que el sistema de control está fuera del recipiente de presión y que no se requieren piezas móviles dentro del recipiente para conseguir la mayor gama de flujo de recirculación. En algunas instalaciones, el control perfeccionado elimina la necesidad del generador 42 de potencia variable, del acoplamiento de flúido variable 44 y del motor 46. En estos casos,
- 260.-
- 265.-



la bomba 28 de agua de alimentación puede hacerse funcionar siempre a velocidad nominal y la adición de energía al flujo de recirculación es gobernada por el sistema perturbador del flujo. Naturalmente, la técnica del perturbador de este
270.- invento puede usarse también para controlar el paso de fluido a través de bombas de chorro incluso cuando el agua de alimentación no se introduzca a través de las toberas de las bombas de chorro.

N O T A.-

- 275.- Los puntos de invención, propia y nueva, que se presentan para que sean objeto de esta Patente de Invención, en España, por veinte años, son los siguientes:
- 1º.- Un dispositivo de bomba de chorro, que comprende un cuerpo alargado y hueco que incluye una cámara de mezcla
280.- conectada en serie con un difusor, una fuente de fluido impulsor a presión, una tobera conectada a la fuente y dispuesta para dirigir un chorro de fluido de gran velocidad dentro de la cámara de mezcla, y medios para desviar al menor una parte del fluido impulsor dentro del cuerpo de la bomba aguas
285.- abajo de la tobera para reducir el rendimiento de la bomba.
- 2º.- Un dispositivo de bomba de chorro que comprende un cuerpo hueco y alargado que incluye una cámara de mezcla conectada en serie con un difusor, una fuente de fluido impulsor a presión, una tobera conectada a la fuente y dispuesta
290.- para dirigir un chorro de fluido de gran velocidad dentro de la cámara de mezcla, y medios para desviar por lo menos una parte del fluido impulsor adentro del difusor para reducir la eficacia o rendimiento de la bomba.
- 3º.- Un dispositivo de bomba de chorro que comprende un
295.- cuerpo hueco y alargado que incluye una cámara de mezcla co-

27 MAY.



nectada en serie con un difusor, una fuente de flúido impulsor a presión, una tobera conectada a la fuente y dispuesta para dirigir un chorro de flúido de gran velocidad dentro de la cámara de mezcla, y medios para desviar intermitentemente al menor una parte del flúido impulsor hacia dentro del cuerpo de la bomba aguas abajo de la tobera para reducir la eficacia de la bomba.

300.-
305.-
310.-
315.-
42.- Un dispositivo de bomba de chorro que comprende un cuerpo hueco y alargado que incluye una cámara de mezcla conectada en serie con un difusor, una fuente de flúido impulsor a presión, un divisor de flujo que tiene una entrada y dos salidas, medios que conectan el divisor del flujo en su entrada a la fuente de flúido impulsor, una tobera conectada a una de las salidas del divisor de flujo y dispuesta para dirigir un chorro de flúido de gran velocidad adentro de la cámara de mezcla, medios que conectan la otra salida del divisor de flujo al interior de la bomba aguas abajo de la tobera, y medios de control para el divisor de flujo para desviar al menos una parte del flúido impulsor adentro del cuerpo de la bomba aguas abajo de la tobera para reducir el rendimiento de la bomba.

320.-
325.-
52.- Un sistema de bombeo que comprende un recipiente de presión destinado a contener una masa de flúido, una bomba de chorro dispuesta en el flúido del recipiente de presión, incluyendo la bomba un cuerpo y alargado que incluye una cámara de mezcla conectada en serie con un difusor, una fuente de flúido impulsor a presión, un divisor de flujo dispuesto exteriormente al recipiente de presión, que tiene una entrada y dos salidas, medios que conectan la entrada del divisor de flujo a la fuente de flúido impulsor, una tobera en



330.- el recipiente de presión conectada a una de las salidas del divisor de flujo y dispuesta para dirigir un chorro de fluido a gran velocidad dentro de la cámara de mezcla, medios que conectan la otra salida del divisor de flujo al interior de la bomba aguas abajo de la tobera, y medios de control para que el divisor de flujo desvíe al menos una parte del fluido impulsor adentro del cuerpo de la bomba aguas abajo de la tobera para reducir la eficacia o rendimiento de la bomba.

335.- 6º.- Un sistema de bombeo que comprende un recipiente de presión destinado a contener un fluido, una bomba de chorro dispuesta en el fluido del recipiente, incluyendo la bomba un cuerpo hueco y alargado que comprende una cámara de mezcla conectada en serie con un difusor, una fuente de fluido impulsor a presión exterior al recipiente, una tobera en el
340.- recipiente conectada a la fuente y dispuesta para dirigir un chorro de fluido a gran velocidad dentro de la cámara de mezcla, y medios para desviar al menos una parte del fluido impulsor adentro del cuerpo de la bomba aguas abajo de la tobera para reducir el rendimiento de la bomba.

345.- 7º.- Un sistema de bombeo que comprende un recipiente de presión destinado a contener un fluido, una pluralidad de bombas de chorro dispuestas en el fluido del recipiente, incluyendo cada bomba un cuerpo hueco y alargado que comprende una cámara de mezcla conectada en serie con un difusor, una
350.- fuente de fluido impulsor a presión, una tobera conectada a la fuente y dispuesta para dirigir un chorro de fluido a gran velocidad adentro de la cámara de mezcla, y medios para desviar al menos una parte del fluido impulsor adentro de cada cuerpo de bomba aguas abajo de la tobera para reducir el ren
355.- dimiento de cada bomba.



27

82.- Un sistema de bombeo que comprende un recipiente de presión destinado a contener un fluido, una pluralidad de bombas de chorro dispuestas en el fluido del recipiente, incluyendo cada bomba un cuerpo hueco y alargado que comprende

360.- de una cámara de mezcla conectada en serie con un difusor, una fuente de fluido impulsor a presión, una tobera dispuesta para dirigir un chorro de fluido a gran velocidad dentro de la cámara de mezcla, un divisor de fluido independiente para cada bomba, teniendo cada divisor una entrada conectada

365.- a la fuente de fluido impulsor, una primera salida conectada a una tobera de bomba respectiva, y una segunda salida conectada para descargar dentro de un cuerpo de bomba aguas abajo de la tobera para la bomba, y medios para dirigir al menos una parte del fluido impulsor desde la primera salida a la

370.- segunda salida para reducir el rendimiento de la bomba.

92.- "UN DISPOSITIVO DE BOMBA DE CHORRO", todo tal y conforme se describe en la presente Memoria, la cual consta de 374 líneas y a título de ejemplo se representa en los adjuntos dibujos.

Madrid, 27 MAY. 1966
 JULIO DE PABLOS
 E. E.

Edo. Vicente Morillas

ESCALA VARIABLE

27



327238

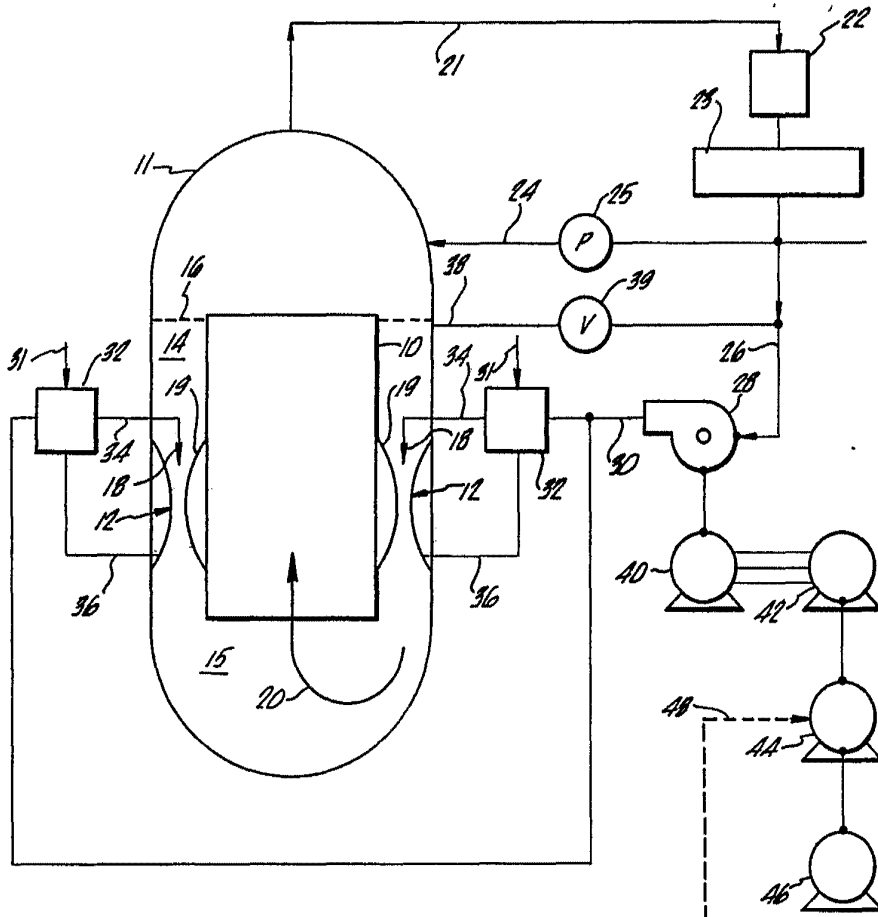


FIG. 1

Madrid, 27 MAY. 1966

JULIO DE PASTOR
E. S.

Dño. Vicente Morillas

ESCALA VARIABLE

27 MAY



327238

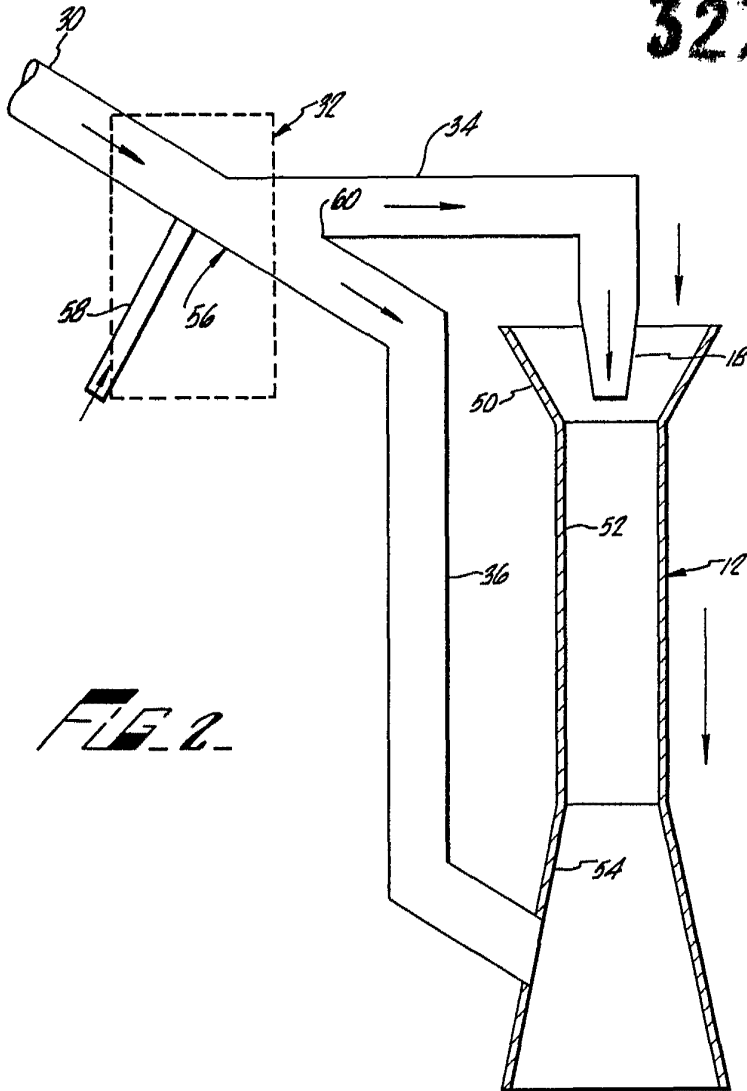


FIG. 2.

Madrid, 27 MAY. 1966

JUAN DE PABLOS
P. P.

Edo: Vicente Morillas