

P.-35.886

Bodine 70 Sp.

26



Memoria descriptiva

344521

para solicitar PATENTE DE INVENCION **por** 20 años

a nombre de ALBERT GEORGE BODINE JR.

~~entidad~~ **de nacionalidad** norteamericana

con domicilio en 7877 Woodley Avenue, Van Nuys, California
Estados Unidos de América

por: "UN PROCEDIMIENTO PARA FACILITAR UN PROCESO DE
EBULLICION" (Clase Internacional B06b)

15.9.67



Esta invención se refiere en general a métodos y medios sónicos para acelerar ciertos procesos termodinámicos, en los que interviene el equilibrio entre dos fases tal como entre las fases de líquido y de vapor en un proceso de destilación, por ejemplo, como en una instalación de desalinización.

Semejante proceso termodinámico consiste en efecto en la suma de un enorme número de procesos o interacciones transitorios locales diminutos de diferentes tamaños, actividades y masas y/o consecuencias que se producen simultáneamente y se comporta u opera en conjunto sobre una base estadística de acuerdo con el promedio de tales procesos transitorios locales relativamente diminutos o elementales. En un aspecto principal, la filosofía en que se basa la presente invención es que, por ciertos métodos y aparatos sónicos que se han ideado, puede cogerse, por decirse así, y aprovecharse durante su transitoria existencia, el más favorable de los transitorios elementales que participan en el proceso en conjunto, para lograr un desplazamiento estadístico favorable del promedio normal en el proceso en conjunto para mejorar el rendimiento neto del proceso. Así, se aprovechan las fluctuaciones termodinámicas transitorias secundarias de naturaleza favorable al proceso mientras persisten, y el resultado es un desplazamiento favorable en el rendimiento estadístico medio del proceso.

En términos generales, considérese la salida de condensado desde un proceso de destilación. Evidentemente, un pequeño aumento porcentual en vapor desprendido a una temperatura dada, o recíprocamente, vapor condensado a una



temperatura dada, puede mejorar sustancialmente el rendimiento de salida neto de condensado. Es un objeto general de la invención, lograr tal mejora por medios sónicos especiales.

El proceso de ebullición es un proceso complicado, cuya característica básica es una evolución de las burbujas de vapor dentro del líquido a cierta temperatura de ebullición, y la subida y escape de estas burbujas por la superficie del líquido. El proceso implica muchos determinantes variables. Suponiendo el agua como medio de ebullición, no es, por lo común, ni puro ni uniforme. La temperatura de ebullición puede ser considerablemente superior a 100°C a causa de las inclusiones o impurezas. Como se sabe, también varía con la presión. La tensión superficial eleva algo la temperatura de ebullición por encima de la que habría de otra manera. Aparantemente hay también muchos pequeños sistemas de equilibrio localizados dentro de la masa del líquido, compuestos de pequeñas o diminutas burbujas de vapor, en los que la vaporización puede estar momentáneamente en equilibrio con la condensación, y estos sistemas pueden desplazarse de modo que la vaporización exceda de la condensación, llevando a una subida y liberación del vapor, o de modo que la condensación exceda de la vaporización llevando a la terminación del transitorio sin resultado neto.

La aplicación de un campo sónico de alta energía a una masa de líquido que está sometida al fenómeno de ebullición, aumenta la movilidad general dentro del líquido calentado, estableciendo en el líquido oscilaciones de corrientes sustanciales. Estas se caracterizan por fluctuaciones de presión y velocidad de magnitud considerable que

344521



tienen el efecto de acelerar las burbujas de vapor a través de la masa líquida y hasta y a través de la superficie del líquido. Se aumenta así la velocidad de vaporización por la movilidad mejorada, tanto moviendo rápidamente en sentido longitudinal las burbujas de vapor normalmente desprendidas que escaparían en cualquier caso de la masa líquida, como acelerando hasta y a través de la superficie las moléculas de vapor más activas, así como ciertas burbujas de vapor transitorias y pequeñas, destinadas de otra manera a volver a la fase de líquido. Así, se desplaza favorablemente la velocidad media de vaporización en toda la masa líquida.

El campo sónico tiene aparentemente también el efecto de reducir la tensión superficial en la superficie del líquido, y por consiguiente, de reducir realmente la temperatura de ebullición.

Todavía más, cuando se superpone sobre el líquido el sistema de ondas sónicas de alta energía, las desviaciones de presión de la vibración elástica de la masa de fluido de los semiciclos negativos originan una cavitación en el líquido, que es naturalmente generadora de burbujas de vapor. Estas burbujas, una vez formadas, tienen tendencia a persistir en vez de aplastarse en los semiciclos positivos de la onda, habiendo aparentemente una condición límite en la cara intermedia que tiene hacia el retardo del aplastamiento de las burbujas de vapor hasta que se produce otra vez el siguiente semiciclo negativo de presión o cavitación. Así, estas burbujas de vapor tienden a persistir, y debido a la gran movilidad de la masa líquida bajo la influencia del campo de ondas sónicas, estas burbujas



de vapor producidas por la varia cavitación se mueven hacia la superficie y escapan con ayuda del proceso de ebullición.

El sistema sónico de la invención tiende también a aglomerar cantidades singularmente pequeñas de aire y otros gases aprisionados entre las moléculas del líquido y estos gases, así reunidos en partículas mayores, pueden entonces subir y desprenderse como burbujas, activando aún más el proceso de ebullición.

De las anteriores consideraciones resultará evidente que el proceso de ebullición, particularmente cuando se somete a un campo de ondas sónicas, es inherentemente un proceso esporádico, con cambios a las condiciones en cada instante. El sistema sónico para trabajar de manera realmente eficaz y para lograr un gran rendimiento económico tiene que adaptarse automática, continua y rápidamente para acomodar estos mismos cambios en las condiciones de trabajo. Por consiguiente, un objeto principal y el más importante de la invención es crear un sistema generador de ondas sónicas resonantes, en combinación con un proceso de ebullición, que sugiere automáticamente ciertas variaciones en el ángulo de fase, factor de potencia y frecuencia en una acomodación casi instantánea a los cambios que tienen lugar en el proceso de ebullición bajo activación sónica de modo que se hará máxima constantemente la aplicación de energía sónica al líquido a hervir; por consiguiente, se mejorará la velocidad de vaporización y se conseguirá así un rendimiento de ebullición materialmente mejorado.

La invención, como se ha indicado anteriormente, emplea la aplicación de un campo de ondas sónicas al líquido-



do a hervir; esto implica el uso de un radiador de ondas
sónicas vibratorio. Este radiador y los medios especiales
de activación sónica resonante, descritos más tarde, monta-
dos detrás de él, operan automáticamente, de manera que
5 se acomodan a ciertas condiciones continuamente variables
en el líquido durante la ebullición. Estas condiciones va-
riables son de dos clases; la primera es resistiva, o con-
sumidora de potencia, y comprende la resistencia de un sis-
tema eléctrico, o la fricción u otra disipación de energía
10 en un sistema mecánico. La segunda es reactiva, o no consu-
midora de potencia, correspondiendo, por analogía a los
sistemas eléctricos de corriente alterna, a la diferencia
algebraica entre la reactancia inductiva y la reactancia
capacitativa, y por analogía, a los sistemas ordinarios
15 de vibración mecánica, a la diferencia algebraica entre
la reactancia másica y la reactancia de electricidad para
elasticidad dinámica.

Estos parámetros se definirán algo más completa-
mente en lo que sigue. Sin embargo, en cada caso, los fac-
20 tores de reactancia se combinan algebraicamente, y la dife-
rencia de estos se combina vectorialmente con el factor o
componente de resistencia para formar una impedancia de car-
ga resultante.

Volviendo al proceso de la invención, el medio
25 líquido de ebullición representa un gran factor de carga
resistivo o consumidor de energía, presentando a la fuente
de ondas sónicas, siendo compuesto de la resistencia de la
masa líquida a la oscilación por la onda sónica y la disipa-
ción de energía implicadas, más la disipación de energía
30 mayor implicada en la evolución de las burbujas de vapor



y la agitación general resultante originada por su creación y su movimiento a través de la masa líquida. La cavitación es aparentemente también un fenómeno disipador de energía y pueden existir otros modos en que se disipe la energía.

5 Ahora bien, estos factores de disipación de energía son comparativamente irregulares, esporádicos y pueden tener lugar en una forma algo a ráfagas. Así, la "carga" resistiva en una ebullición sónicamente estimulada o activada es una variable.

10 También están implicados en el proceso de ebullición sónicamente activado, cambios en la reactancia, tales como cuando hay bruscos cambios en el acoplamiento reactivo del radiador de ondas sónicas al líquido debido a la súbita ebullición y liberación de burbujas. Este cambio en
15 la reactancia de carga, cambia el medio reactivo en el que el radiador de ondas sónicas está trabajando. En otras palabras, la rigidez elástica y la inercia características de la masa líquida presentan una reactancia que, como se ve por el radiador, varía considerablemente durante el pro-
20 ceso de ebullición.

Los factores reactivos y resistivos combinados imponen así sobre el radiador de ondas sónicas una impedancia de carga de la que todos los factores son variables, y esta impedancia de carga variable funciona como parte de
25 un circuito acústico resonante individual incorporado en el sistema, como se describirá en seguida.

El circuito acústico resonante comprende en primer lugar un generador u oscilador de ondas sónicas de un tipo especial de masa orbital, que, en unión con un resonador que es el componente del circuito, tiene la acomodación
30



automática deseada a las variaciones de impedancia de la carga.

Los generadores u osciladores de vibración de "masa orbital" pueden tomar diversas formas mecánicas, una de las más sencillas y mejores de las cuales implica una masa de rodillo que rueda en un apoyo, de modo que la masa genera una fuerza centrífuga a la que se opone reactivamente el apoyo. El apoyo está en un alojamiento que, en respuesta a la fuerza centrífuga así generada, ejerce una fuerza de inercia periódica sobre cualquier cosa que pueda soportarlo o estar acoplada a él. Ejemplos de formas adecuadas de tales generadores de masa orbital se describen en las patentes Americanas números 2.960.314 y 3.217.551.

El circuito acústico resonante comprende a continuación, como se ha mencionado anteriormente, un resonador vibratorio, y este miembro está acoplado acústicamente al alojamiento del oscilador de masa orbital. Este resonador termina en el radiador de ondas vibratorias anteriormente mencionado, que está a su vez acoplado acústicamente a la masa líquida a hervir, que comprende, como ya se ha mencionado, la carga de impedancia variable. El oscilador está equipado con medios de accionamiento o fuente de potencia, generalmente de la naturaleza de un motor de alguna clase, motor de combustión interna, eléctrico, neumático, o cualquier otro que se encuentre adecuado. Es importante que este motor de accionamiento para el oscilador sea activado de modo que tienda a funcionar a la frecuencia resonante del circuito acústico y haciendo que el motor de accionamiento tienda normalmente a accionar el oscilador a una

344521



frecuencia justo por debajo de la resonancia de cresta, se obtiene una pluralidad de importantes ventajas adicionales particularmente cuando se usa un motor de accionamiento que tenga una característica inversa de respuesta de la
5 velocidad al par de carga impuesto sobre él por el oscilador y el equilibrio del sistema acústico. De estas ventajas se hablará de manera más particular en lo que sigue. El motor de accionamiento, el oscilador, el resonador y la carga de impedancia variable constituida por la masa
10 en ebullición del líquido constituyen un "circuito acústico" individual.

Acústicamente hablando, la impedancia del resonador resonantemente vibratorio, o de cualquier parte vibratoria del circuito acústico, es una cantidad compleja
15 proporcional a la relación entre la fuerza y la velocidad de vibración en cualquier punto a lo largo del resonador, o en el circuito acústico del conjunto. Como se ha mencionado preliminarmente más arriba, la impedancia de la carga depende del vector resultante de las reactancias y las re-
20 sistencias de la carga. Esta impedancia y el ángulo óptimo de fase, el factor de potencia y la frecuencia para un rendimiento resonante deseado, con la máxima entrega de potencia a la carga, dependen de las magnitudes de estos parámetros en cualquier instante particular y pueden y varían
25 a cada instante. El oscilador de masa orbital se acomoda automáticamente e instantáneamente en respuesta a estas variaciones de impedancia, incluyendo el cambio del ángulo de fase de su masa orbitante en relación con el movimiento del resonador vibratorio, acompañado de un cambio del fac-
30 tor de potencia y/o frecuencia, asegurando con ello una en-



trega eficaz y sostenida de gran energía sónica a la carga, bajo cuyas condiciones se activa de la manera más poderosamente sónica el proceso de ebullición.

El oscilador de masa orbital ajusta su frecuencia

5 de salida para mantener la resonancia con los cambios en la impedancia del circuito. Así, a pesar de los cambios en la masa y la elasticidad dinámica efectivas presentandose por la carga, el sistema ajusta automáticamente su frecuencia en el funcionamiento resonante óptimo en virtud de una

10 característica de "bloqueo" de frecuencia resonante del generador de masa orbital. Como se ha mencionado en lo que precede, para obtener un rendimiento óptimo, se dimensionan y diseñan el oscilador de masa orbital y su motor de accionamiento, de modo que, con el esfuerzo de accionamiento a-

15 propiadamente ajustado, el oscilador tenderá a bloquearse para el funcionamiento a una frecuencia justo en el lado bajo de la de resonancia de cresta. El oscilador cambia entonces automaticamente su frecuencia y también su ángulo de fase, y por consiguiente, su factor de potencia para

20 corresponder a los cambios en ambos componentes resistivo y reactivo de la impedancia de carga compuesta de la masa en ebullición del líquido, a medida que el proceso de ebullición prosigue y a medida que tienen lugar variaciones esporádicas de actividad en todo el líquido a cada instan-

25 te. Al mismo tiempo, suponiendo que unos medios de accionamiento activados para establecer el funcionamiento en el margen de resonancia, y justo por debajo de la frecuencia de resonancia de cresta, y suponiendo también unos medios de accionamiento que tienen la característica inversa de

30 respuesta de la velocidad a la carga, puede ajustarse fácilmente el esfuerzo de accionamiento de modo que el sis-

344521



tema se bloquea, como ya se ha mencionado, justo por debajo de la frecuencia resonante del circuito, incluida la carga. Se establece con ello una excelente estabilidad de frecuencia.

5 El oscilador de masa orbital descrito, acoplado a un resonador, en particular un sistema de ondas estacionarias equivalentes a media longitud de onda, elásticamente vibratorio, terminado por un radiador de ondas de alta impedancia, con el último sónicamente acoplado a la masa
10 de líquido, proporciona un sistema vibratorio muy potente. Además, dicho sistema puede fácilmente diseñarse con suficiente reactancia de elasticidad dinámica, para contrarrestar la reactancia de masa del miembro resonador y alojamiento de oscilador relativamente pesados a la frecuencia
15 de trabajo resonante y, por tanto, eliminar virtualmente los efectos de bloqueo de masa con disipación de fuerza. Es además una ventaja definida que la reactancia de elasticidad dinámica de tal sistema pueda hacerse fácilmente de magnitud suficientemente grande para proporcionar una
20 amplificación resonante de las amplitudes vibratorias del sistema y proporcionar también una propiedad de almacenaje de gran cantidad de energía (designada a menudo por "Q"). El sistema tiene también un sorprendente efecto de reacción con estabilización de frecuencia del resonador al oscilador,
25 dor, siempre que el oscilador haya sido diseñado para entregar un impulso cíclico apropiadamente relacionado con la reactancia y la resistencia del resonador y de la carga de modo que el oscilador y el resonador tienden a mantener una frecuencia justo por debajo de la de resonancia de carga,
30 ta, como se ha explicado anteriormente, y siempre que además se impulse el oscilador de esta combinación con una ca



racterística inversa de respuesta de la velocidad a la carga. El oscilador entonces, tanto queda bloqueado a tal frecuencia como ajusta automáticamente su ángulo de fase a la resistencia de carga. La frecuencia se ajusta a la reacc
5 tancia de carga. Se facilita así un sistema acústico ideal para transmitir una gran energía sónica a la masa de agua en ebullición.

Otra característica de la invención es el uso de un sistema generador de ondas sónicas, preferiblemente otra
10 vez del tipo de oscilador de masa orbital, para establecer una onda sonora estacionaria en el espacio para vapor dentro de la caldera. La onda sónica estacionaria así desarrollada da por resultado la aglomeración o agrupación de las moléculas de vapor para su condensación efectiva. Los
15 efectos de la glomeración se deben a la emigración de las moléculas de vapor a las regiones nodales de la onda estacionaria establecidas dentro del espacio de vapor.

Las diminutas gotitas de agua emigran también a las regiones nodales de la onda estacionaria, y las mismas
20 se aglomeran o coalescen para caer a manera de lluvia. La ventaja del sistema de oscilador de masa orbital y de resonador es que puede adaptarse, de manera análoga a la descrita anteriormente, respecto a la fase de ebullición del proceso, a los cambios en la carga de valor total y a la
25 velocidad de condensación, por el tipo de funcionamiento anteriormente descrito, por el que el sistema de masa orbital de adapta tanto a los componentes reactivos como resistivos de la impedancia total de la carga.

Otra característica preferida y ventajosa de la
30 forma particular de la invención aquí escogida para fines



ilustrativos es el uso de osciladores sónicos, preferiblemente otra vez del tipo de resonancia de masa orbital debido a sus peculiares ventajas anteriormente mencionadas, en relación con los tubos de condensación de la caldera a través de la cual fluye la entrada de salmuera en su camino al intercambiador de calor. La acción sónica así aplicada a los tubos de condensación tiene muchos efectos, uno de los cuales es que a medida que se condensa el vapor contra el lado exterior del tubo, la vibración sónica pone rápidamente el libertad a este líquido condensado de modo que pueda caer dentro de una bandeja colectora. Esto expone después instantáneamente el tubo para la condensación de más vapor, proporcionando un gran rendimiento. Se obtiene así un rendimiento mucho mayor para una cantidad dada de área superficial del tubo. Además, la onda estacionaria en el espacio de vapor en torno de los tubos de condensación aumenta grandemente la velocidad de condensación en virtud de la emigración y aglomeración de los grupos de moléculas de vapor mayores.

Como ambos procesos de condensación tienen condiciones constantemente cambiantes o transitorias, otra vez aquí el sistema de circuito resonante de masa orbital con su capacidad de adaptarse a los cambios en ambos componentes resistivo y reactivo de la impedancia, es muy beneficioso en cuanto a la eficacia económica del sistema global.

Es ahora importante hacer notar que la característica de acomodación automática del sistema sónico de la invención a los sistemas de cambio en la impedancia reactiva resistiva de la carga, da por resultado un favorable

344521



desplazamiento en la probabilidad estadística del sistema basada en el promedio de procesos localizados normales (no sónicos). Deberá verse que una importante contribución aportada por esta invención es la creación de un proceso sónico para facilitar la ebullición y condensación que se adapta caso por caso instantáneamente casi al promedio de pequeñas fluctuaciones momentáneas localizadas en el proceso y se aprovecha así de ellas para dar lugar a un rendimiento medio mayor.

10 Resumiendo algunos de los conceptos acústicos mencionados anteriormente, se emplea en la invención un sistema resonante sónico que comprende un miembro resonador elásticamente vibratorio en combinación con un oscilador de masa orbital o generador de vibraciones. Esta combinación
15 tiene muchas características singulares y deseables. Por ejemplo, este oscilador de masa orbital tiene la capacidad de ajustar su potencia de entrada y su fase al sistema resonante para adaptarse a los cambios en la carga de trabajo, incluidos los cambios en la impedancia reactiva o en
20 la impedancia resistiva o en ambas. Esta es una característica muy deseable porque el oscilador "está sujeto" a la carga incluso cuando cambia la carga.

Es importante observar que esta singular ventaja del oscilador de masa orbital proviene de su combinación
25 con el circuito resonante acústico para comprender un sistema acústico completo. En otras palabras, el oscilador de masa orbital está adaptada a la parte resonante de sus sistema y el sistema combinado está adaptado a la carga acústica o a la tarea a realizar. Una manifestación de esta apropiada adaptación es una característica por la que el oscila-
30



dor de masa orbital tiende a "quedar bloqueado" a la frecuencia resonante del sistema.

El sistema combinado tiene un rendimiento único, que se presenta en la forma de una mayor efectividad y, en particular, una mayor persistencia en una acción sónica sostenida a medida que prosigue el proceso de trabajo o pasa por fases y cambios de condiciones. El oscilador de masa orbitante, en esta disposición adaptada, es capaz de sujetarse a la carga y continuar desarrollando potencia a medida que el ambiente absorbedor de energía sónica cambia con las variaciones en la absorción de energía sónica por la carga. El oscilador de masa orbitante cambia automáticamente su ángulo de fase y, por tanto, su factor de potencia con estos cambios en la impedancia resistiva de la carga.

Otra importante característica que tiende a hacer que el oscilador de masa orbitante quede sujeto a la carga y continúe el desarrollo de potencia efectiva, es que también se adapta a los cambios en la impedancia reactiva del ambiente acústico mientras continúa el proceso de trabajo. Por ejemplo, si la carga tiende a añadir inductancia o capacitancia al sistema sónico, entonces el oscilador de masa orbitante se adaptará de manera correspondiente. Esto se acomoda muy frecuentemente por un desplazamiento automático de la frecuencia de funcionamiento del oscilador de masa orbitante en virtud de una reacción automática del par a la fuente de energía, que impulsa el oscilador de masa orbitante. En otras palabras, si la impedancia reactiva de la carga cambia, esto provoca automáticamente un desplazamiento en la respuesta resonante de la parte de circuito resonante del sistema sónico completo. Esto, a su vez,

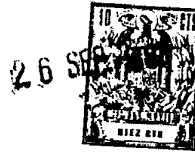


provoca un desplazamiento en la frecuencia del oscilador de masa orbitante para una carga de par dada proporcionada por la fuente de potencia, que impulsa el oscilador de masa orbitante.

5 Todas las características anteriormente mencionadas del oscilador de masa orbitante, las proporciona en un grado único, este oscilador en combinación con el circuito resonante. Las clases de ambiente acústico presentado a la fuente sónica por esta invención son acomodadas singularmente por la combinación del oscilador de masa orbitante y el sistema resonante. Como se observará, esta invención implica la aplicación de potencia sónica que plantea algunos problemas especiales, característicos de esta invención, los cuales problemas son primordialmente cuestión de entrega de energía sónica efectiva al proceso de trabajo particular que interviene en esta invención. El proceso de trabajo, como se ha explicado en otro lugar de esta memoria, presenta una especial combinación de impedancias reactivas y resistivas. Estos valores del circuito tienen que satisfacerse apropiadamente con objeto de que pueda practicarse efectivamente la invención.

A veces, es especialmente ventajoso acoplar el oscilador sónico a una región de baja impedancia (vibración a alta velocidad) para obtener una óptima entrada de potencia, y tener entonces una alta impedancia (vibración de gran fuerza) en el punto de trabajo. El circuito sónico está entonces funcionando adicionalmente como transformador o palanca acústica, para hacer óptima la efectividad de la región del oscilador y de la región de entrega del trabajo.

344521



Se comprenderá más completamente la invención, considerando una forma ilustrativa del invento, representada algo diagramáticamente, haciendose referencia con esta finalidad a los dibujos adjuntos, en los que:

5 La Figura 1 es una disposición esquemática de un sistema de acuerdo con la invención, mostrándose partes en alzado y partes en sección; y

la Figura 2 es una vista con arranque parcial de un oscilador simple típico del tipo de masa orbital.

10 En la Figura 1 de estos dibujos, el número 10 designa en general una caldera y un depósito de condensación, combinados, teniendo el depósito, como se muestra, unas paredes extremas 11 y 12, una pared superior 13, una pared inferior 14, una pared lateral 15, y otra pared lateral o-
15 puesta a la pared 15, nos mostrada. Las paredes de este depósito son de acero y en la realización ilustrativa la pared superior 13 en particular es elásticamente vibratoria en un tipo de ondas estacionarias, como se describirá, mientras que las paredes extremas 11 y 12 son muy rígidas
20 para soportar de manera bastante firme los bordes extremos de la pared superior vibratoria 13.

A través de la parte superior del depósito 10, y por tanto a través de las paredes 11 y 12 y del espacio 16 para vapor del depósito, se extienden longitudinalmente
25 una pluralidad de tubos 17 para agua o salmuera, de los cuales solamente se ha mostrado aquí uno, los cuales sirven también como tubos de condensación como se verá más adelante. El tubo o tubos 17 conducen, a través de la tubería 19 a un colector 20 en el extremo de un intercambiador de calor 22, teniendo este último una envolvente externa 23,
30



chapas convencionales 24 para tubos, tubos intercambiadores de calor 25 y un colector de salida 26, al cual está acoplado un tubo 30 de salida de salmuera calentada. Se introduce un fluido de caldeo en el espacio interno de los tubos 25 a través de una entrada 31, saliendo dicho fluido a través de una salida 32. El tubo 30 para salmuera calentada se abre en el extremo inferior o espacio para líquido de la caldera y depósito condensador 10, suministrando el agua o salmuera calentada a este último, formando una masa de líquido 33. Una tubería 34 retira salmuera de la parte inferior del depósito 10 y sube hasta un nivel, como se muestra, para establecer el nivel del líquido en el depósito 10.

Por debajo de los tubos 17 del depósito 10 hay una bandeja 38 destinada a recoger las partículas de agua arrojadas desde el tubo 17, y esta bandeja está montada sobre y se descarga a través de un tubo 40 que conduce fuera del depósito 10, como se muestra claramente.

En la parte inferior del depósito 10 están montados unos medios de circuito sónico compuestos de un generador de vibraciones u oscilador 42 de masa orbital y un resonador elásticamente vibratorio designado en general por el número 44. El resonador 44 puede realizarse de diversas formas, pero en el caso aquí expuesto como ejemplo, comprende una barra o vástago elástico 45 que se extiende hacia abajo y se estrecha abajo, que tiene en la parte alta una cabeza o pistón vibratorio 46 anularmente agrandado, recubierto preferiblemente en la parte superior con una capa de material similar al caucho, tal como poliuretano o caucho de silicona, con objeto de aumentar el coeficiente

344521



de acoplamiento del pistón 46 al líquido. El pistón 46
ajusta apretadamente dentro de la pared anular 48 de una
cubeta o cubierta 49 que está montada en la pared inferior
14 del depósito y fijado a ella como se indica. La peque-
5 ña separación presenta una gran impedancia en la corona
de líquido entre el pistón y la cubierta para hacer míni-
ma la pérdida de energía más allá del pistón. El vástago
45 sobresale hacia abajo a través de la pared inferior de
la cubierta 49 por medio de una abertura 50, y el resona-
10 dor 44 está soportado por su cabeza anularmente agrandada
46 por medio de un tubo neumático 52 aislador de vibracio-
nes de material similar al caucho, circundado el vástago
45 por encima del fondo de la cubeta y aplicándose en for-
ma sustentadora al límite superior del vástago 45 y al
15 lado inferior de la cabeza 46, por ejemplo, como se ilus-
tra claramente en la Figura 1. El tubo neumático 52 está
inflado para soportar la acción vibratoria del resonador
y actuar también como cierre hermético contra la pared in-
ferior de la cubeta. Se aplica al vástago en un nodo del
20 sistema vibratorio y, al estar protegido contra fugas de
energía sónica entre el pistón y el anillo, no está sometido
afluctuaciones de presión muy sustanciales y a la consi-
guiente pérdida de energía desde el pistón. Además, el tu-
bo 52 funciona como capacitancia mecánica en derivación o
25 desacoplador, para evitar la generadora de ondas y los efec-
tos de bloqueo de alta impedancia en el lado inferior.

El oscilador 42 de masa orbital en el terminal
inferior del vástago 45 puede ser, por ejemplo, uno cual-
quiera adecuado de varios de los mostrados en las patentes
30 norteamericanas antes citadas números 2.960.314 y 3.217.551



Se describirá con más detalle en lo que sigue el oscilador y, por el momento se mencionará simplemente que su función consiste en entregar contra el extremo inferior del vástago 45 una fuerza cíclica periódica o una componente de fuerza orientada a lo largo de la línea en dirección del vástago. El vástago 45 tomado en unión de la cabeza agrandada 46 está diseñado para vibrar elásticamente a lo largo de la línea de dirección longitudinal del vástago de la manera clásica en una barra elástica de media longitud de onda sometida a vibración elástica resonante en el modo longitudinal, es decir, de acuerdo con un tipo de ondas estacionarias resonantes longitudinales de media longitud de onda. Suponiendo una barra de sección transversal uniforme, un tipo de ondas estacionarias resonantes y longitudinales, de media longitud de onda, implica un nodo, una región de amplitud de vibración mínima, en el punto medio, y antinodos o regiones de amplitud de vibración máxima en los dos extremos. Cada media longitud de la barra se contrae y expande alternativamente en forma elástica y la magnitud de tal movimiento aumenta progresivamente desde el punto medio hasta cada extremo de dicha barra, como es bien sabido. Como es igualmente bien sabido, estas vibraciones en las dos medias longitudes de la barra tienen lugar en oposición entre sí para permanecer en equilibrio una con otra. El presente dispositivo, compuesto del vástago 45 y el pistón o cabeza 46, es, en términos muy generales, un equivalente de la barra uniforme clásica de media longitud de onda y longitudinalmente duratoria, pero incorporando una mejora muy importante. La estructura tiene, como en el caso de la barra clásica de media longitud de onda, un pun-

344521



to nodal, designado aquí en N y antinodos V de velocidad en los extremos. En la realización específica de la Figura 1 se verá que un extremo está dentro del oscilador extremo inferior 42 y el otro extremo en la parte superior del pistón 46. La estructura vibra a lo largo del eje geométrico longitudinal vertical, con la parte de por encima del nodo N desplazándose siempre en oposición de fase respecto a la parte de la estructura por debajo del nodo N. Con la configuración específica aquí dada en esta realización ilustrativa del invento, la distancia desde el nodo N al antinodo de velocidad inferior V puede ser algo mayor que una media longitud de onda a pesar del efecto de masa acumulada del oscilador debido a la forme estrechada, y por tanto, considerablemente esbelta del vástago 45. La parte de la estructura por encima del nodo N, por otra parte, que se verá que está constituida parcialmente por una parte superior del vástago 45 junto con la totalidad de la cabeza o pistón 48, es considerablemente más corta que una media longitud de onda debido a la grandísima contracción de masa. La cara o extremo superior del pistón 46 vibra entonces con gran impedancia, o en otras palabras, con gran fuerza, pero a través de una pequeña distancia de desplazamiento y una pequeña amplitud de velocidad. El extremo inferior del vástago 45, en contraposición, vibra con impedancia sustancialmente menor, y por tanto, con menos amplitud de fuerza y mayor desplazamiento y amplitud de velocidad. El extremo superior de gran impedancia del pistón 46 tiene entonces la alta impedancia necesaria para el acoplamiento acústico efectivo con el líquido. Como se ha mencionado anteriormente, puede obtenerse alguna mejora

26 SEP 67



en el coeficiente de acoplamiento mediante el uso del re-
vestimiento a manera de caucho del pistón. Por otra parte,
se ha obtenido una condición de impedancia menor en el ex-
tremo inferior del vástago, permitiendo el uso de un osci-
5 lador 42 de masa orbital con una impedancia de salida
algo menor que la que sería preciso de otro modo. Suponién-
do un oscilador 42 impulsado a la frecuencia resonante para
el resonador 44, se establecerá entonces una onda estacionaria
resonante longitudinal en la estructura, como
10 se ve diagramáticamente en st en la Figura 1, en la que
la distancia horizontal entre las dos líneas del diagrama
representa la amplitud de la vibración del resonador 44
en puntos correspondientes a lo largo de éste último. De-
berá entenderse naturalmente que, como se ha descrito, con
15 gran detalle en la parte preliminar de la memoria, se deriva
una ventaja muy grande de diseñar e impulsar el oscilador
de manera que tienda a funcionar a una frecuencia justo por
debajo de la cresta de resonancia.

Deberá mencionarse que la configuración del vástago
20 estrechado hacia abajo 45 que une el pistón agrandado
46 en la parte superior al oscilador en la parte inferior
es, en efecto, una palanca o transformador acústico, que
adapta un oscilador de menor impedancia 42 en el extremo
inferior a un radiador de impedancia relativamente alta
25 46 en la parte superior. El sistema es, por tanto, un trans-
formador acústico, dando una impedancia óptima para las
funciones especiales separadas en las terminaciones. Asi-
mismo, puede llamarse la atención sobre el hecho de que
la distancia relativamente corta desde el nodo N al anti-
30 nodo superior V debe a la gran concentración de la masa

19.9.67

- 22 -

344521



dentro de la cabeza 46 o pistón, y que, por lo mismo, el oscilador 42 en el extremo inferior representa cierta concentración de la masa tal que elevará algo el antinodo de velocidad inferior V. Las grandes masas "acumuladas" tienen a acortar desde el nodo a los antinodos las distancias superior e inferior, mientras que el estrechamiento hacia abajo o esbeltez de la barra 45 aumenta la elasticidad dinámica en esta parte del dispositivo y reduce progresivamente la impedancia hacia abjo a lo largo del vástago.

10 Las reactancias de masa y elasticidad del resonador vibratorio son, por tanto, por un equilibrio de estos parámetros, llevados hacia su igualación a la frecuencia resonante con la consecuencia muy deseable de reducir o eliminar la fuerza del oscilador consumida de otra manera en la vibración

15 de las masas.

En la Figura 12, se muestra una vista con arranque parcial de un sencillo e ilustrativo oscilador 42 del tipo de masa orbital. Comprende simplemente un alojamiento 53 en el extremo inferior del vástago 45, con una superficie cilíndrica de apoyo 54 para un rotor cilíndrico 55 de masa orbital, siendo el diámetro del rotor 55 algo menor que el de la pista 54, por ejemplo, como se ilustra en la Figura 2, y estando el rotor 55 destinado a recorrer una trayectoria orbital guiado por la superficie de apoyo

20 54. El rotor 55 es accionado en esta trayectoria orbital por aire a presión introducido tangencialmente en la cámara definida por la superficie de apoyo 54 a través de una boquilla estrechada 56 alimentada con aire a presión a través de un tubo o manguera 57, procediendo este último de

25 una fuente adecuada de aire a presión. El aire gastado se

30



escapa del alojamiento del oscilador a través de una lumbrera, tal como 58. Están normalmente incluidos algunos medios controlables, no mostrados, para regular el caudal de aire a presión al oscilador. El aire puesto a presión
5 introducido en el oscilador, es por tanto, controlado para hacer que el rotor 55 gire o giga su trayectoria orbital en torno de la pista 54 a una frecuencia correspondiente a la frecuencia resonante del resonador 44 cargado por líquido o justo por debajo de la cresta de dicha resonancia, como se ha explicado anteriormente. Los medios de accionamiento para el oscilador comprenden, por tanto, en este caso un sistema de presión de fluido, proporcionando un condicionado y considerable "resbalamiento" entre el aire introducido y el rotor 52, de modo que el rotor y el oscilador
15 lador tiene la deseable característica de resbalar en la corriente de aire produciendo una sustancial respuesta inversa de la velocidad a la parte de carga del circuito acústico.

El intercambiador de calor 22 del sistema está
20 equipado preferiblemente con un sistema de generación de ondas sónicas y un resonador de la naturzaleza que seacaba de describir, utilizando un resonador 44a exactamente igual al resonador 44, un oscilador 42a, exáctamente igual al resonador 42, con la parte 46 a del pistón del oscilador
25 42a alojada en éste, y esta vez en una cubeta 60 colgada de la pared inferior del depósito del intercambiador de calor con una gran lumbrera 62 que facilita una comunicación sin obstrucciones entre el interior de la cubeta y el depósito del intercambiador de calor. El pistón 46a irradia ondas
30 sonoras hacia arriba dentro del líquido de caldeo del in-

344521



tercambiador de calor, con el efecto de desprender las capas límites aislantes del calor en la superficie de los tubos 25 del intercambiador de calor y, por tanto, de mejorar la transferencia de calor.

5 El sistema tal como se ha descrito hasta aquí funciona entonces del modo siguiente:

La salmuera es hecha circular hacia dentro a través de los tubos 17 para salmuera que se extienden a través del espacio de vapor del depósito 10 de la caldera y condensador. Esta salmuera pasa entonces, a través de la tubería 19, al intercambiador de calor, a través de los tubos 25 del mismo, que están rodeados por un fluido de caldeo hecho circular entre una entrada 31 y una salida 32. De este modo se calienta la salmuera hasta una temperatura típicamente del orden de 121°C y desde allí es introducida, a través del tubo 30 en el extremo inferior del depósito 10. El oscilador 42 es entonces accionado y el rotor cilíndrico 55 de movimiento orbital ejerce entonces sobre el alojamiento 53 del oscilador un vector de fuerza que gira alrededor del eje geométrico central del apoyo 54 a una cierta frecuencia determinada por la presión y el caudal de aire al interior de la cámara del oscilador. Solamente la componente vertical del vector de fuerza rotativo así desarrollado es útil, y esta componente es aumentada y amplificada por la amplificación de las vibraciones verticales del vástago resonante 45 a medida que el rotor 55 del oscilador 42 se aproxima a la frecuencia resonante siendo evidentes sin lugar a dudas las manifestaciones de resonancia y siendo una cuestión muy simple el control del caudal de aire para establecer la frecuencia de



trabajo deseada, por debajo de la cresta de resonancia.

Con las condiciones anteriores establecidas, el miembro de pistón 46 irradia fuertes vibraciones sónicas dentro de la masa de líquido 33. Estas vibraciones sónicas pueden irradiarse dentro de la masa de líquido 33 en forma muy ventajosa, o casualmente, con al menos una mayor ventaja, para establecer tipos de onda estacionarios en el líquido. En el primer caso, se transmiten ondas de compresión a través de la masa de líquido produciendo en ella presión y oscilaciones, tal como es característico en cualquier transmisión de ondas sonoras. Es asimismo posible establecer un sistema de ondas estacionarias con nodos y antinodos. Por ejemplo, las ondas sonoras irradiadas desde la parte superior del pistón 46 del radiador son reflejadas de nuevo hacia abajo al encontrarse con la cara intermedia entre la masa de líquido 33 y el espacio para vapor de encima; y si la altura del líquido sobre el pistón corresponde apropiadamente a la frecuencia de vibración del pistón, tienen lugar ciertos fenómenos de interferencia conocidos con el resultado que se establece un sistema de ondas estacionarias dentro de la masa de líquido. Tal sistema tendrá naturalmente, regiones de velocidades de oscilación del líquido y variaciones de presión máximas y mínimas, que producen a aumentar materialmente la movilidad dentro de la masa de líquido, facilitando y acelerando el recorrido de las burbujas de vapor desprendidas a través de la masa del líquido.

Se ha explicado con gran detalle dentro de la parte preliminar de la memoria como aumenta dicha activación sónica y como se facilita el proceso de ebullición.

344521



Naturalmente, no se reivindica el hecho de que el agua es hervida con un menor calor de vaporización. El procedimiento de la invención, en lugar de ello, facilita y acelera el proceso de ebullición, proporcionando un rendimiento aumentado por hora, por ejemplo dentro de una instalación de una escala dada. Como se ha mencionado anteriormente, la invención produce una condición dentro de la masa de ebullición de agua, por la que el vapor de pequeños y, a menudo, transitorios sistemas en equilibrio de ebullición,-condensación, puede ser retirado de ella y por la que las moléculas de vapor, así como todas las burbujas de vapor desprendidas en el proceso de ebullición, son movilizadas adicionalmente y, por tanto, se elevan desde la masa del líquido en un tiempo reducido o con mayor velocidad.

Se obtiene de ese modo un desplazamiento favorable, con lo que se libera el vapor desprendido, no con menor calor de vaporización, sino a una velocidad acelerada. Asimismo, con una onda sónica de gran amplitud se produce la cavitación en los ciclos altos negativos, y el aumento de movilización de las burbujas de vapor resultantes permite que estas burbujas se desprendan antes de que se aplasten otra vez. Se ha explicado anteriormente como estas burbujas tienden a resistir durante más tiempo que un semiciclo negativo de onda y bajo la condición de movilización sónica de la invención, se sostienen durante un tiempo suficiente para escapar, y por tanto, cooperan con el proceso de ebullición normal mejorando la velocidad de vaporización del líquido. El sistema reduce también la tensión superficial y, por tanto, permite la ebullición y desprendimiento de vapor desde la superficie del líquido a una temperatura más baja.



Otra importante característica de la invención es crear una condición de onda sónica preferiblemente una onda estacionaria sónica dentro del depósito 10 en la región de condensación del mismo.

5 De acuerdo con la práctica preferida de la invención, en la pared superior 13 del depósito 10 (típicamente y en esta caso a mitad de camino de la dimensión longitudinal del depósito) ha sido montado un generador de vibraciones sónicas o un oscilador, otra vez del tipo de masa orbital.

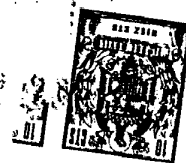
10 Dicho generador de vibraciones se ha designado en 70 en los dibujos y se comprenderá que el generador 70 puede ser del tipo de la Figura 2, por ejemplo, conteniendo un rodillo de masa en movimiento orbital o puede ser cualquiera de los tipos de masa orbital mencionados anteriormente.

15 El oscilador 70 es accionado a una frecuencia apropiada para crear una onda estacionaria lateral en la pared 13 superior del depósito, que posee suficiente elasticidad para desarrollar dicha acción de onda. En el presente caso las paredes extremas del depósito son lo bastante rígidas

20 como para permanecer bastante estacionarias durante la acción vibratoria lateral de la pared 13, de manera que con una frecuencia apropiada se desarrolla una onda estacionaria de una y media longitudes de onda, con una pauta tal como se ha designado en s1, que tiene nodos y seminodos N

25 en las paredes extremas del depósito y a distancias de una semilongitud de onda hacia dentro de ellas, y tres antinodos de velocidad intermedios V. Se comprenderá que la pared superior 13 del depósito se desvía elásticamente como se ha representado por el diagrama de ondas estacionarias

30 s1, produciendo condiciones de velocidad y presión correspondientes en el espacio para vapor. La superficie inferior



de la pared 13 irradia así ondas sonoras hacia abajo a la
región del depósito donde ha de tener lugar la condensa-
ción. Esta acción de las ondas da por resultado una acción
caracterizada por la condensación del vapor en forma de
5 diminutas gotitas que inmediatamente se aglomeran y salen
del espacio de vapor en forma de lluvia. Tal efecto de
aglomeración se debe a la emigración de las moléculas de
vapor o agua de finas gotitas de agua a las regiones nota-
les de la onda estacionaria dentro del espacio para vapor.
10 En virtud del principio del "trabajo mínimo", tales disminu-
tas partículas o gotitas dentro del área de la onda estacio-
naria emigran de las regiones de máximo desplazamiento de
la vibración y máxima amplitud de velocidad a las regiones
de mínimo desplazamiento y mínima amplitud de velocidad de
15 modo que se hace en ellas un trabajo mínimo.

Se reconocerá que el oscilador 70 junto con la
pared superior elásticamente vibratoria 13 del depósito que
vibra según la pauta de ondas estacionarias resonantes cons-
tituye un sistema de resonador y oscilador de masa orbital
20 con una carga variable, variando esta última con los cambios
en la carga de vapor total y la velocidad de condensación.
La ventaja en este caso estriba en que este sistema puede
adaptarse o autoregularse en respuesta a los cambios en
la carga de vapor total y según la velocidad de condensa-
25 ción, de acuerdo con los principios expuestos anteriormen-
te, respondiendo a este respecto a los cambios de impedan-
cia reactiva y resistiva, tal como es útil para lograr un
óptimo rendimiento.

Otra ventajosa característica de la invención
30 es el uso de osciladores del tipo de masa orbital montados

344521



en los tubos 17 del condensador. Tal oscilador 80 se muestra montado en uno de los tubos 17 del condensador. Tal oscilador 80 se muestra montado en uno de los tubos 17 en los dibujos y se muestra montado en el tubo 17 a mitad de camino; el camino se encuentra entre las paredes extremas 11 y 12 del depósito, es decir, en un antinodo de velocidad seleccionada V. Las paredes extremas del depósito establecen otra vez regiones nodales, y el oscilador 80 es accionado otra vez para que proporcione una onda estacionaria resonante en el tubo 17, tal como se indica digramáticamente en s'1'. El oscilador 80 es accionado otra vez, a través de una fuente adecuada de accionamiento, para que genere la pauta de onda estacionaria resonante s'1' en el tubo 17 correspondiente a la establecida en la pared superior 13. La pauta de ondas se supone otra vez que es de un tipo lateral, aun cuando pueden usarse modos giratorios u otros. Se entenderá, naturalmente, que el vapor se condensa en estos tubos 17 y tiende a recogerse sobre ellos. La acción de la ~~onda~~ desarrollada en los tubos 17 lanza rápidamente fuera este agua condensada de modo que puede caer en la bandeja colectora 28. Esto expone el tubo a la condensación de más vapor y, por tanto, prácticamente se mejora el rendimiento. El resultado es un mayor rendimiento para una cantidad dada de área superficial de tubo. La condensación sobre los tubos 17 es fomentada también por las ondas estacionarias en el espacio de vapor, que materialmente aumentan la velocidad de condensación en virtud de la emigración y condensación de los grupos o combinaciones de moléculas de vapor mayores a las regiones nodales de la onda donde se apelotonan.

344521

26 SEP.



Haciendo referencia otra vez a los osciladores
80 de masa orbital, estos pueden ser en muchos casos ac-
ccionados por un motor eléctrico o accionados por un árbol
mostrandose muchas formas ilustrativas de ellos en las pa-
5 tentes antes mencionadas. Estos tipos de accionamiento de
los osciladores evitan cualquier problema que pudiera deri-
var de la descarga del aire en el depósito. Sin embargo,
los osciladores accionados por aire pueden emplearse satis-
factoriamente siempre que el aire descargado en el espacio
10 de vapor no de por resultado un desplazamiento del equili-
brio térmico.

Es de hacer notar que el sistema de la invención
en su forma preferida ilustrativa emplea, en diferentes
partes del aparato y para diferentes fines, el uso de ondas
15 sónicas generadas en un medio líquido, un medio sólido y
un medio de vapor.

Como ambos sistemas sónicos que intervienen en el
proceso de condensación y recogida tienen condiciones tran-
sitorias o constantemente cambiantes, es otra vez aquí la
20 combinación de resonador y oscilador de masa orbital, con
su capacidad de adaptarse o ajustarse a los cambios tanto
en la impedancia resistiva como en la reactiva, muy benefi-
ciosa para el rendimiento económico del sistema global. No
solamente se beneficia el proceso de ebullición por el fa-
25 vorable desplazamiento en el rendimiento medio estadístico
por la característica descrita de adaptación o respuesta
citada ya del sistema sónico, sino que también se beneficia
de igual modo el sistema de condensación. El funcionamien-
to económico de una instalación de condensación y evapora-
30 ción dada, con la adición de las mejoras de ondas sónicas

344521



de la presente invención se mejora así en forma importante.

Se comprenderá que la realización particular de la invención escogida en esta memoria para fines ilustrativos, es simplemente para ilustración y no ha de tomarse como limitativa de la invención, en particular en sus aspectos más amplios, ya que pueden hacerse numerosos cambios en el diseño, estructura y disposición del equipo sin apartarse del espíritu y alcance de las reivindicaciones que siguen.

10 Esta solicitud que corresponde a la presentada en Estados Unidos de América el 29 de Agosto de 1966, con el número 575.680, se acoge a los beneficios del artículo 51 del vigente Estatuto sobre Propiedad Industrial.

- N O T A -

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 siguientes:

1.- Un procedimiento para facilitar un proceso de ebullición que comprende: disponer una masa de líquido a hervir en un depósito de caldera; calentar dicho líquido para provocar su ebullición; generar vibraciones accionando un rotor de masa orbital repetidamente en una trayectoria orbital en torno de la superficie de un apoyo; acoplar

20.9.67

- 32 -

344521



835

dicho apoyo a un resonador, para transmitir de este modo dichas vibraciones a dicho resonador, y ajustar dichas vibraciones al margen de frecuencia resonante de dicho resonador; y acoplar acústicamente dicho oscilador y dicho resonador a dicho líquido en dicho depósito de caldera para crear vibraciones sónicas en dicho líquido.

2.- Un procedimiento según la reivindicación 1, que incluye también: accionar dicho rotor de masa orbital con un esfuerzo de accionamiento que responda inversamente a la carga del par en dicho apoyo y a una frecuencia que esté en el margen de resonancia, pero en el lado bajo de la frecuencia de la amplitud de resonancia de cresta.

3.- Un procedimiento según la reivindicación 1, que incluye provocar cavitación en la masa del líquido por dichas vibraciones sónicas estableciendo en ella una onda de presión sónica a una amplitud suficiente para hacer que los semiciclos de presión negativos de la onda descendan hasta la presión de vaporización del líquido.

4.- Un procedimiento para facilitar un proceso de ebullición.

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

Esta Memoria consta de treinta y tres hojas escritas a máquina por una sola cara.

Madrid, 03 de
P.A.

Alfonso de Elche
F. P. P.

344521

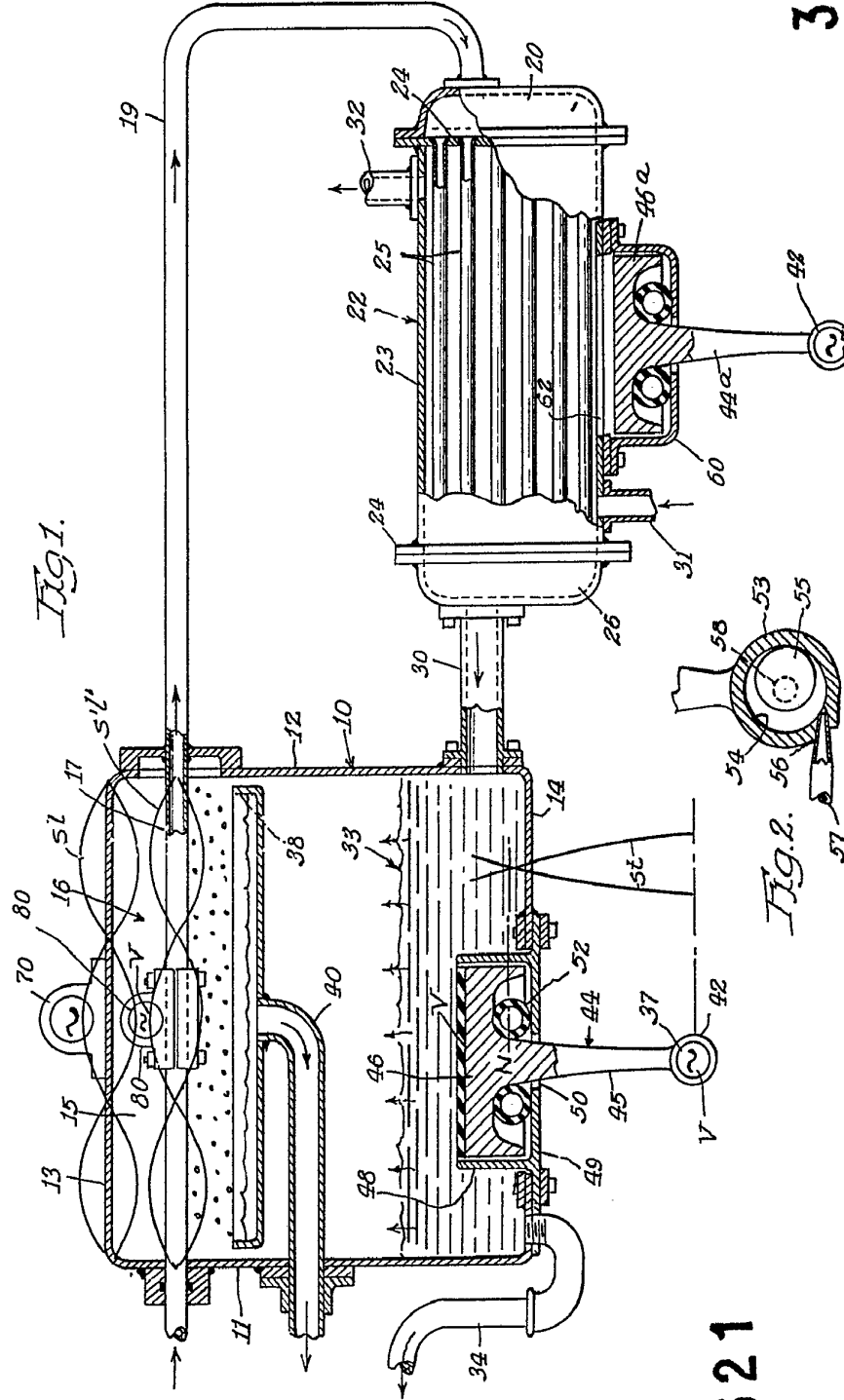


Fig. 1.

Fig. 2.

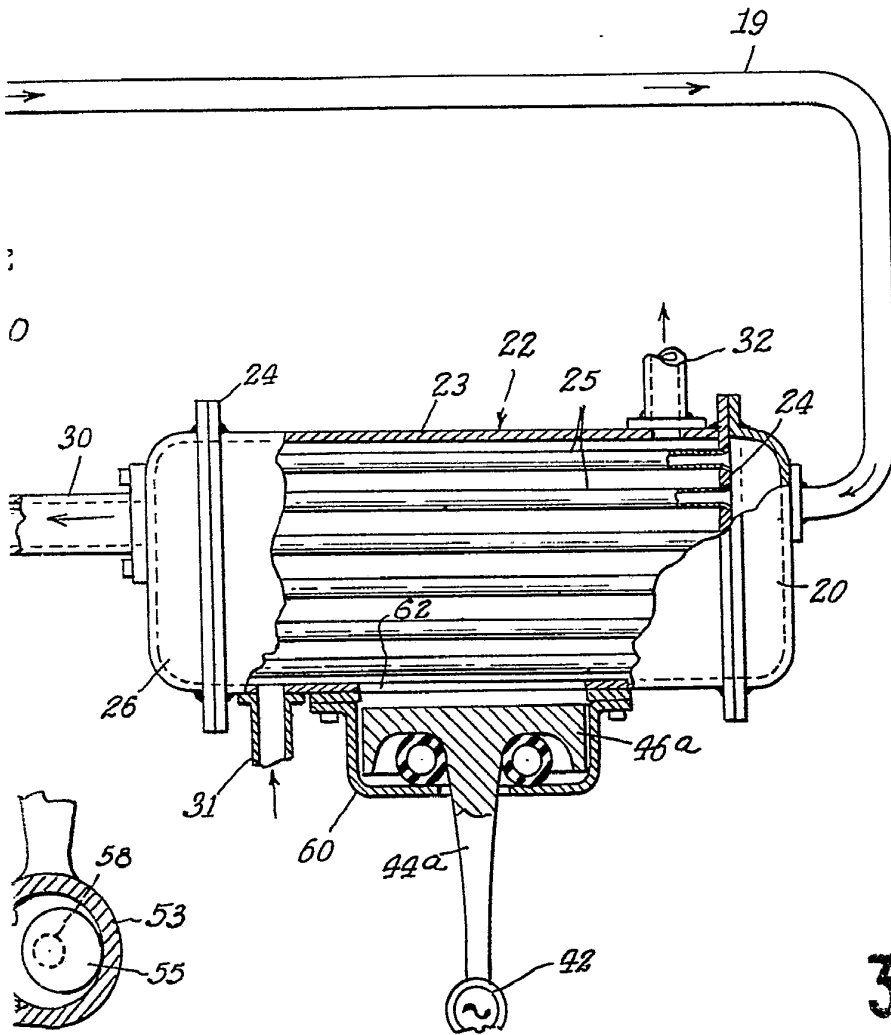
344521

344521

ALBERT G. BODINE JR.
PATENT ATTORNEY



Fig. 1.



344521

[Handwritten signature]