

Patente Española

MEMORIA

descriptiva sobre 'Perfeccionamientos en el tratamiento de masas de agua empleadas en la producción, y en la condensación de vapor de agua, con el fin de generar fuerza motriz y para otras aplicaciones.'

POR

Paul Boucherot + Georges Claude

DE

Paris,

Francia



El presente invento se relaciona con ciertos perfeccionamientos introducidos en el procedimiento que se describe en la patente francesa que los mismos inventores presentaron en Francia en 13 de Marzo de 1926, para la utilización en la generación de fuerza motriz, de masas de agua prácticamente indefinidos, pero que no tienen entre sí mas que escasas diferencias de temperatura, muy especialmente de las masas de agua de superficie y de agua profunda de los mares intertropicales. De una manera mas general, el invento se relaciona con cualquier aplicación que sirva para realizar la producción y la condensación de vapor de agua por medio de dichas masas.

Una de las modalidades mas esenciales de la patente de que queda hecho mérito consiste en emplear directamente en las turbinas el vapor de agua suministrado directamente por el agua caliente, y directamente condensado por el agua fria en los recintos donde reina un vacío apropiado.

Ahora bien, una de las mayores dificultades con que se tropieza en la aplicación económica del procedimiento, estriba en la cantidad considerable de gases que pueden desprenderse de las masas de agua durante su tratamiento en el recinto o recintos donde deba mantenerse un vacío bastante mas elevado que los hay hasta ahora costumbre de realizar en el terreno industrial. Esta dificultad guarda relación con el hecho de que por cada kilovatio-hora producido por el vapor, las cantidades de gases disueltos que entran en juego son teóricamente millares de veces mayores que en las centrales generatrices de vapor actuales con condensadores de superficie. El problema de los gases disueltos presenta, pues, ahora una importancia hasta aqui desconocida, por cuanto que si no se obraba con acierto, se llegaba a consumir un trabajo que, en la aplicación a la fuerza motriz, podría representar la mayor parte del trabajo muy escaso suministrado por el vapor a las presiones minúsculas aqui considerados. Por esto, los técnicos mas competentes en estas materias, son en su mayor parte, incrédulos, en cuanto a la realización económica; es



más, algunos de ellos ni aún siquiera creen en la posibilidad de una realización por costosa que sea.

El presente invento cuya finalidad principal es vencer dicha dificultad, consiste en una combinación de medios, conocidos en parte, que permite obtener este nuevo resultado.

Los perfeccionamientos estriban sobre los tres puntos siguientes:

1º. La *prévia* desgasificación, más o menos extremada, de las masas de agua antes de su entrada en los recintos donde deba mantenerse el vacío.

2º. La reducción del desprendimiento de los gases restantes, en dichos recintos.

3º. La extracción de los gases emanados en dichos recintos por los medios menos costosos.

Con el fin de fijar bien las ideas sobre las explicaciones que vienen a continuación, hemos representado, a título de ejemplo y de manera esquemática, en el dibujo que se acompaña, determinadas partes interesantes de los aparatos empleados en la realización práctica del procedimiento que constituye el objeto del invento.

La Fig. 1, se relaciona con uno de los medios de desgasificación susceptibles de ser empleados.

La Fig. 2 se refiere a un medio de llevar a cabo la condensación del vapor por medio del agua fría a su paso a través de las cámaras de condensación.

La Fig. 3, indica un dispositivo que permite el arrastre, a la parte alta de la cámara de condensación de los gases emanados, teniendo lugar este arrastre bajo la acción de un agua más fría que el gas a extraer.

La Fig. 4, muestra un ejemplo de realización práctica de medios para la desgasificación *prévia*, la ebullición y la condensación.

El agua caliente y el agua fría pasan, antes de sus entradas respectivas en el recinto de ebullición y en el de condensación, por una fase de extracción de gases, extracción que podrá ser más o menos perfecta o completa según las



modalidades de aplicación, obtenida por los medios conocidos de desgasificación empleados generalmente, así como también con otro fin distinto, cual es el de evitar, la oxidación en el interior de los recintos que contienen el agua o el vapor.

Esta desgasificación se obtendrá recurriendo, en primer término a la disminución de presión cuando tiene lugar la subida de las aguas por las columnas barométricas que las conducen a los recintos de ebullición y de condensación y extrayendo los gases en una o más cámaras colectoras situadas a niveles o alturas convenientes de las columnas barométricas; entonces, los gases pueden ser lanzados a la atmósfera a partir de una presión mucho más elevada que la que existe en la cámara de condensación. En estas condiciones se reduce mucho el trabajo de expulsión de la fracción de gases así captados, tanto más cuanto que se reduce al propio tiempo casi a nada la proporción de vapor de agua mezclado con los gases, que es siempre enorme en el condensador.

Más, se ha averiguado, que este desprendimiento de los gases disueltos durante la subida del agua por las columnas barométricas, está bien lejos de seguir la disminución de presión, así es que es preciso estimularlo o favorecerlo por todos los medios apropiados. Citaremos, como medios conocidos que facilitan la desgasificación por la presión y que pueden ser empleados sucesiva o simultáneamente los siguientes:

El envío a las columnas barométricas o a las cámaras intercaladas ad-hoc, de una pequeñísima cantidad de agua saturada de gas bajo presión, o simplemente de agua caliente que produzca en el agua ascendente una especie de semillero de burbujas finas.

La adición al agua de partículas sólidas, yeso, arcilla, serrín de madera, etc.....

El paso del agua a través de un estrechamiento que produzca cavitación o separación de la corriente, o a través de masas de fieltro o materias análogas que tengan una señalada aptitud para acelerar el desgasificado, o a través de conductos sinuosos o formados con recovecos, codos, círculos, semi-círculos, etc.



procurando una acción combinada de la depresión local y de la turbulencia que es lo que renueva las partes del agua sometidas a la depresión local. Las trepidaciones violentas o sacudidas y las agitaciones obtenidas, por ejemplo, bien sea enviando al agua una pequeñísima cantidad de vapor bajo presión, bien por las bombas de circulación colocadas a este efecto hacia la parte alta de las columnas barométricas, o bien por cualquier otro medio mecánico.

La electrolisis de una infima parte del agua, lo cual produce el desprendimiento de miríadas de pequeñísimas burbujas de gas, teniendo cuidado mediante un sentido de corriente adecuado, o de otro modo, de evitar la corrosión de los conductos.

También se puede utilizar el hecho de que la ebullición del agua bajo un vacío inferior a su tensión de vapor es un medio potente de desgasificación. El agua sube por la columna barométrica K, (véase Fig. 1) hasta el nivel del vacío completo, hirviendo abundantemente una parte de este agua en M-N; el vapor que arrastra los gases disueltos por el cuello de cisne M-B se volverá a condensar por la recompresión en B, pero una muy pequeña parte tan solo de los gases desprendidos se volverá a disolver; el resto de los gases, recogido en H, podrá ser extraído por T, de este nivel inferior donde reina ya una presión absoluta notable, lo cual disminuye el trabajo de extracción. El efecto de extracción de los gases está, además estimulada en la parte M-N por la depresión hacia el centro de curvatura, debida al cambio de dirección. Tomando las convenientes precauciones, el trabajo de ascensión por la parte A-N de la columna barométrica se recupera considerablemente en la parte M-B. El líquido desgasificado puede entonces ser enviado a la cámara C donde se utiliza.

Este modo de utilización de la reversibilidad del fenómeno de vaporización y de la irreversibilidad de la desgasificación lo indicamos aquí a título de ejemplo solamente.

Cualesquiera que sean los medios empleados, esta



desgasificación *prévia* no es sino *parcial*, aun tratándose del agua de mar. Pero esta dificultad, aun en el caso de producirse tiene una consecuencia importante, y es que el agua desgasificada en parte que penetra en los recintos de ebullición o de condensación, retiene fuertemente, aun en el caso de ebullición tumultuosa, el resto de sus gases, de suerte que la extracción de los gases disueltos de la cámara de condensación se reduce a una *pequeñísima* fracción de lo que pudiera temerse.

Se ha descubierto que tambien se puede favorecer esta propensión del agua desgasificada en parte, a conservar el resto de sus gases. Se ha comprobado , por ejemplo, que al contrario de lo que hasta ahora se ha venido haciendo, se puede obtener una condensación muy satisfactoria evitando hasta donde sea posible toda pulverización, y aun toda agitación tumultuosa del agua fría a su paso hacia la cámara de condensación. A este efecto se la puede hacer pasar en forma de capas o sabanas muy delgadas, preferentemente por chorreo o desbordamiento, sobre superficies cuyo roce renueva las moléculas superficiales de la sábana de agua e interesa toda la masa de esta en la condensación evitando que una delgasisima película exterior no renovada se recaliente en demasia a consecuencia de la mala conductibilidad térmica, y no reduzca mucho el vacío posible en el condensador. En estas condiciones, el agua de condensación cede muy poco de los gases que ha conservado. La Fig. 2, representa un ejemplo de realización de este procedimiento; el agua desgasificada penetra por los orificios n, n, n,..... en la cámara de condensación C en razón al exceso de su propia presión barométrica sobre la presión reinante en dicha cámara, chorrea en forma de sábanas o capas delgadas sobre las varillas cilindricas T.T.T.... u otras superficies colocadas verticalmente por debajo de los agujeros n. Este agua, condensando el vapor se calienta progresivamente al bajar a lo largo de las varillas hasta el nivel líquido, pero como quiera que toda su masa está interesada el calentamiento es el minimum, asi como la presión en el condensador. Se regula la circulación de agua para que este



calentamiento del agua mientras que esta escurriendo o chorreando no exceda de unos cuantos grados. El agua es evacuada debajo de la superficie del mar, después de utilizada, por la columna barométrica descendente *S*, con ayuda de una bomba *P*. Los gases son extraídos de la cámara de condensación por medio de unas tubuladuras *K*, y de preferencia por la parte alta de las barras *T*, *T*,..... es decir, hacia el punto de llegada del agua de condensación, y en la región mas fría, a fin de reducir al mínimo la enorme proporción de vapor que se arrastra al mismo tiempo.

Se ha visto que de este modo, sobre todo si se extrema mucho la desgasificación del agua caliente, se puede lograr, por medio del mismo procedimiento, evitar en una medida considerable el desprendimiento de lo que resta de gases en la cámara de ebullición. En efecto el paso tranquilo de este agua caliente muy desgasificada y muy exenta de burbujas de gas por orificios de entrada y sobre superficies análogas a las de la Fig. 2, puede dar por resultado si la película de agua sobre dichas superficies es muy delgada, y si el enfriamiento que se impone al agua caliente es muy débil, que no haya ebullición propiamente dicha, sino vaporización, superficial sin desprendimiento apreciable del resto de los gases disueltos.

Para aumentar la utilización del agua fría, es decir, para sacar mas partido de ella y disminuir al propio tiempo la proporción relativa de gases disueltos a la par que se conserve un buen rendimiento de la máquina térmica, se pueden emplear dos turbinas o grupos de turbinas que funcionen a la misma tensión inicial de vapor, pero a tensiones distintas en los condensadores, la primera con la tensión correspondiente al agua fría, la segunda con la tensión correspondiente al agua fría ya un poco recalentada por virtud de su primera utilización.

Se puede obrar de igual modo en lo que respecta al agua caliente, utilizar, hasta tres o cuatro veces cada agua, y hasta combinar juntos los dos procedimientos, teniendo la turbina accionada por el vapor mas caliente su escape en el condensador menos frío y a la inversa.

Los gases disueltos que escapan o se desprenden durante la ebullición o durante la condensación, son extraídos por varios



puntos de la cámara de condensación, como queda dicho, tomándolos cerca del nivel de llegada, de los chorros de agua fría y tomando todas las precauciones usuales desde el punto de vista de la isothermicidad de la compresión, de los espacios perjudiciales, etc..... precauciones que revisten una importancia especial en este caso en razón a la enorme proporción de vapor de agua a licuar al comienzo de la compresión. Los aparatos de extracción, compresores alternativos, turbinas de marcha invertida bombas centrifugas u otros, comprimirán de preferencia, estos gases hasta la presión de aquellos que los demás compresores extraerian de las cámaras de desgasificación colocadas a lo largo de las columnas barométricas ascendentes, de manera que los mismos aparatos terminen la compresión hasta llegar a la presión atmosférica.

Se puede tambien proceder a la extracción de los gases de la cámara de condensación arrastrándolos por medio de un agua cualquiera, y en particular por el agua misma que haya servido para la condensación, efectuándolo en todo o en parte. Se concibe desde luego, que el agua ha servido para la condensación y que se precipita en la columna barométrica de desagüe, en la parte inferior de la cámara, puede ser empleada para arrastrar mecánicamente los gases que se acumulan en la parte inferior por su mayor densidad. Pero es recomendable acabar de hacer esta extracción por el fondo mediante otra, hecha en la parte alta por medio de agua mas fría. La Fig. 3, muestra un ejemplo de realización de esta idea. Al igual que en la Fig. 2, T' , T'' , T''' , son los sostenes de las sábanas o capas delgadas de agua de condensación, los cuales, en este caso son planos en vez de ser cilindricos, llegando el vapor por la parte A de la turbina; n , n , n , son los orificios de agua fría de la condensación y S la columna barométrica de evacuación de dicho agua. Los gases que emanan del agua de condensación durante su descenso a lo largo de los planos T' , T'' , etc... y los que emanan del agua caliente durante la producción de vapor y que llegan en unión de este por A, vienen a acumularse en su mayor parte en la capacidad K, De esta



última, que tiene una parte ensanchada Y, arranca un conducto de bajada Z, el cual, por su parte inferior, comunica con la presión atmosférica, y en cuya capacidad circula con abundancia el agua procedente de una canalización X situada en la parte superior. Este agua puede tener el mismo origen que la que sale por los orificios n, n, \dots para la condensación, es decir, puede ser de la misma procedencia que el agua fría; ahora bien, como es bastante costosa de obtener, parece preferible, después de haberla empleado en esta extracción de los gases, servirse de ella seguidamente para la condensación, por cuanto que no se habrá calentado, por la condensación del vapor mezclado con los gases y por la compresión de estos, mas que en una cantidad negligible. El agua arrastra así los gases por medio de una especie de trompa, que lo mismo puede ser de corriente o paso continuo que de corriente intermitente, como se representa en la figura. Este último sistema parece el mas recomendable, habida cuenta del gran volumen de gases a extraer, y puede ser obtenido por medio de un mecanismo cualquiera, acerca de cuyos detalles de construcción consideramos superfluo extendernos en esta memoria.

La extracción, que en este caso se supone estar hecha en la parte alta, puede hacerse a cualquier otra altura, y este procedimiento de extracción, puede, además ser aplicado igualmente a los gases retirados, bien sea del agua caliente o del agua fría, antes de su entrada en las cámaras de vaporización o de condensación, teniendo siempre cuidado de emplear a este efecto en las trompas, agua que esté mas fría que el gas a extraer.

Un ejemplo de realización cómodo, pero no limitativo, de los principios característicos anteriormente expuestos para la desgasificación previa la ebullición y la condensación vá representado en forma muy esquemática en la Fig. 4. El agua caliente es extraída en la superficie del mar por el tubo barométrico T_1 y el agua fría es extraída en igual forma por un tubo T_2 de un gran estanque o depósito A al aire libre, en cuyo fondo desemboca el tunel que comunica con la cañería visible que conduce el agua fría procedente de las grandes profundidades. Este dispositivo permite el libre desprendimiento



a la presión atmosférica, del exceso de gases disueltos que el agua profunda pudiera eventualmente contener. Evita o reduce al propio tiempo las perturbaciones que las variaciones de régimen de las turbinas o los movimientos de plataforma pudieran producir en el caso de haber unión directa del conducto submarino con las cámaras de condensación.

Los tubos T_1 y T_2 son columnas barométricas de alturas convenientes y provistas, si es preciso de bombas de reglaje; van a parar, respectivamente, a dos conductos o cañerías horizontales tubulares $B-B^1$ construidos para resistir el vacío en los que el agua circula desde el centro hacia las extremidades, desgasificándose, por ejemplo, bajo la influencia de su agitación y de otro medio tal como la electrolisis. En este caso un conductor E poco atacable y fácilmente reemplazable constituye el ánodo, y la cañería misma constituye el cátodo. La longitud y el diámetro de los conductos $B-B^1$ y la velocidad del agua son tales, que bajo la acción de los medios empleados la desgasificación del agua es suficiente cuando esta llega a las extremidades B y B^1 . Los gases desprendidos bajo la presión importante que reina en B y B^1 (por ejemplo 0. atm.15) son expulsados a la atmósfera por las bombas F y F^1 . Desde allí el agua caliente y el agua fría desgasificadas en parte, penetran recíprocamente en los conductos relativamente pequeños C , C_1 y C' , C_1' , colocados a su vez, dentro y hacia la parte alta de otros dos conductos D y D_1 mucho más gruesos que guardan paralelismo con B y B_1 y que constituyen respectivamente las cámaras de ebullición y de condensación.

Los conductos C , C_1 y C' , C_1' están perforados por toda su superficie inferior por unos orificios por los cuales el agua sale en forma de chorros que se desparraman sobre unas superficies o sobre las barras T y T que no constan en el dibujo, produciendo, bien sea la vaporización en D , que se supone no sea tumultuosa, pues el agua caliente se supone que habrá sido ya desgasificada, previamente, por ejemplo, gracias a un nivel más elevado de la cámara B y una agitación mayor de esta cámara para no ser pulverizada a su entrada en



D, o bien la condensación en *D*.

También es factible, colocando los conductos CC, C'C', hacia la parte baja de D y D¹, reemplazar las barras T y T¹ por unos tubos o vertederos que se alimentan por el fondo y se desbordan por arriba, lo cual no obstante lo imperfecto o incompleto de la metodicidad, tiene la gran ventaja de dejar la parte alta de los conductos D, D¹ enteramente libre para la circulación y la extracción del vapor. Se pueden crear en estos tubos o vertederos, pérdidas de carga para uniformar el derrame o circulación de los líquidos por toda la longitud de los conductos.

El agua que chorrea de todas las barras, o que se desborda por los tubos o vertederos y que se recoge en la parte baja de cada conducto vá escurriendo merced a una ligera pendiente de este último, hacia una columna barométrica de bajada R o R¹ colocada en el centro del conducto y en la que una bomba, no representada en el dibujo, compensa las pérdidas de carga. Las aguas usadas, sobre todo el agua fría, son evacuadas por debajo de la superficie del mar a fin de no perturbar la temperatura de las aguas superficiales.

En toda su longitud, las cámaras tubulares de ebullición y de condensación D, D¹ ván conectadas, por medio de tubuladuras muy anchas y muy cortas H-H', a las cámaras de admisión I y de escape I' de los elementos de turbinas K colocados a continuación, sobre un eje común L. Al ser así el vapor producido, utilizado y condensado en un trayecto muy corto y de gran sección las pérdidas de carga son poco importantes.

Si se dispusiese de un generador de calor económico y no se quisiese beneficiar de las ventajas de la condensación parcial del vapor en las turbinas, el vapor podría ser recalentado en todo su trayecto hasta la turbina. Como es consiguiente habrá que tomar precauciones para reducir al minimum, donde quiera que sea necesario, o hacer reparable el ataque químico del agua de mar, así como la formación de toda clase de depósitos. Pueden ser empleadas unas bombas de com-



pensación para compensar las variaciones de la presión barométrica o de la marea.

Los gases disueltos desprendidos durante la ebullición o durante la condensación, son extraídos por varios puntos de la cámara de condensación D' con las precauciones y por los medios anteriormente indicados, y son de preferencia, comprimidos hasta la presión de los que las bombas F y F' extraen de las cámaras de desgasificación B y B¹ y unidos luego a estos para ser también comprimidos hasta la presión atmosférica por las bombas F, F¹.

N O T A .

=====

Habiendo ya descrito y detallado con toda amplitud la naturaleza de nuestro invento, así como la manera de llevarlo a cabo en la práctica, debemos hacer constar nuevamente que las disposiciones anteriormente descritas son susceptibles de ligeras modificaciones en sus dimensiones y detalles sin que por ello se altere el principio fundamental del invento y lo que constituye la esencia del mismo y por lo que solicitamos patente de invención por veinte años en España, es por:

"Perfeccionamientos en el tratamiento de masas de agua empleadas en la producción y en la condensación de vapor de agua, con el fin de generar fuerza motriz y para otras aplicaciones"; caracterizándose por lo siguiente:

1º.- En hacer pasar el agua caliente y el agua fría antes de sus entradas respectivas en los recintos de ebullición y de condensación, por una fase de desgasificación, de preferencia por el interior de unas columnas barométricas o de unas capacidades intermedias situadas a niveles convenientes, estimulando esta desgasificación por todos los medios conocidos y además, por los descritos y que no fuesen conocidos.

2º.- En extraer los gases así desprendidos de las aguas antes de la entrada de estas aguas en las cámaras de vaporización y de condensación, a una presión conveniente que permita conciliar el deseo de extraer la mayor cantidad posible de ellos en estas condiciones, con el de reducir lo más posible el trabajo de extracción de dichos gases y la proporción de



agua arrastrada al propio tiempo.

3º.- En beneficiarse de la desgasificación *prévia* anteriormente citada para disminuir en todo lo posible el desprendimiento de los gases disueltos restantes, evitando en la medida de lo posible la pulverización del agua fría, y aún la del agua caliente, haciendo que se derramen por ejemplo, sobre superficies que remuevan la película superficial. Este derrame o chorreo puede ser efectuado por medio de chorros que se desparrraman sobre barras o superficies haciendo subir el agua por el interior de tubos, con desbordamiento en la parte superior a fin de producir el chorreo en la pared exterior de dichos tubos.

4º.- En disminuir también la proporción de los gases disueltos y perjudiciales por la utilización de dos, o de mayor número, de etapas de agua fría o de agua caliente, o de las dos combinadas.

5º.- En extraer y en comprimir los gases de las cámaras de condensación, o de las columnas barométricas ascendentes o de las capacidades intermedias colocadas a lo largo de dichas columnas, mediante un arrastre mecánico obtenido por medio de agua a una temperatura igual o inferior a la de los gases a extraer, por un derrame continuo o intermitente de este agua por las columnas barométricas de evacuación.

"Perfeccionamientos en el tratamiento de masas de agua empleadas en la producción y en la condensación de vapor de agua, con el fin de generar fuerza motriz y para otras aplicaciones"; tal y como queda substancialmente descrito en la presente memoria e ilustrado en los dibujos que se acompañan.

Esta memoria consta de doce hojas escritas por una sola cara.

Madrid, 3 de Septiembre de 1927.

Paul Boucherot y Georges Claude.

P.P.

A handwritten signature in black ink, appearing to be a cursive script, located at the bottom right of the page. The signature is somewhat stylized and difficult to read precisely, but it is clearly a personal signature.

Fig. 1

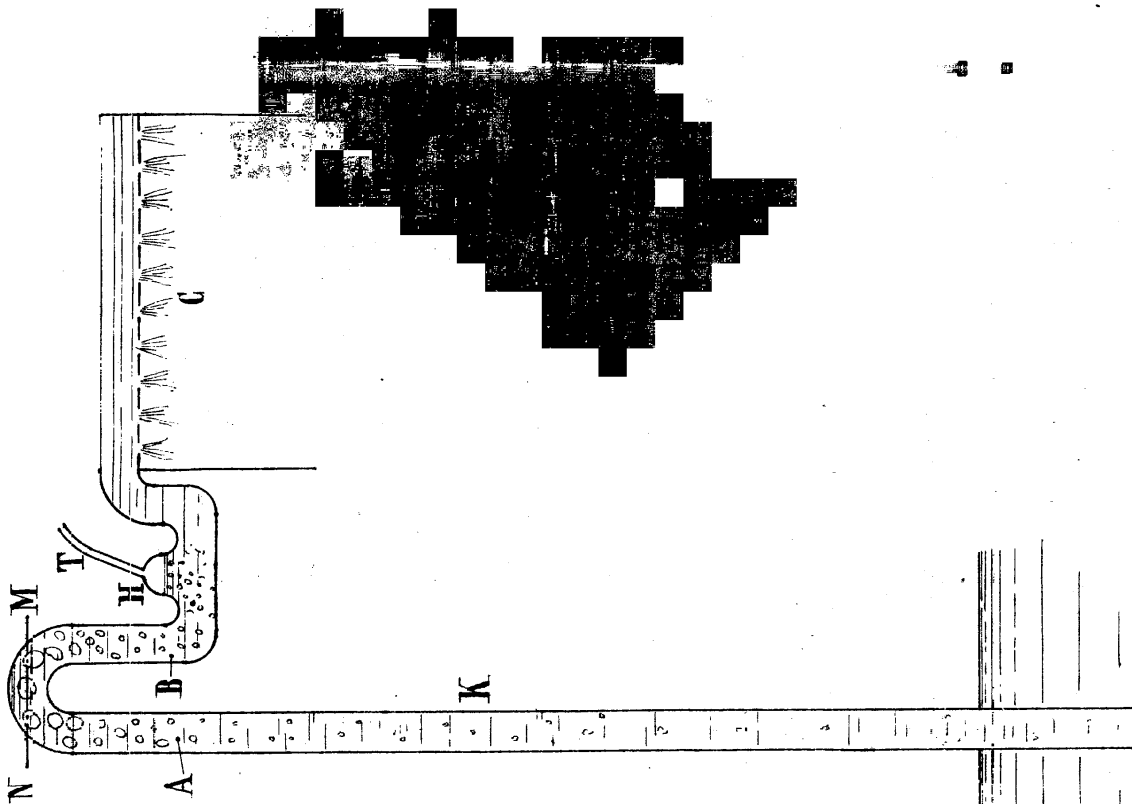
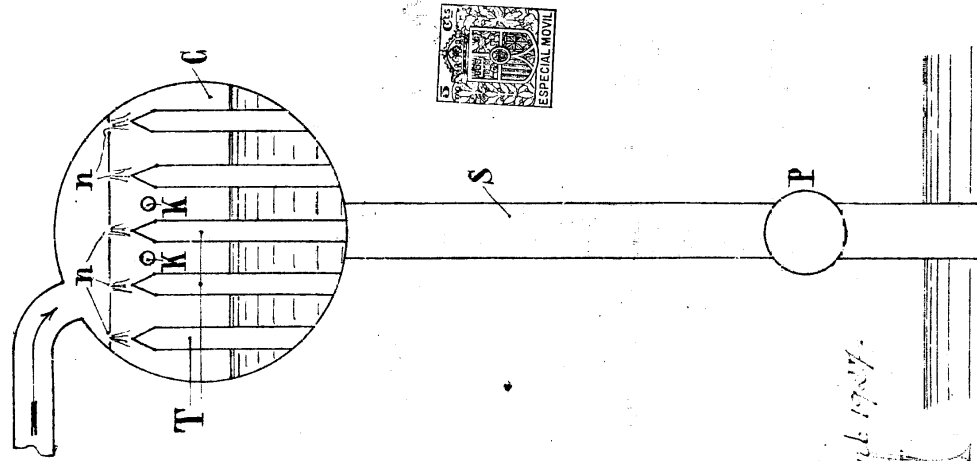


Fig. 2



attached 3 July 1927.

Fig. 4

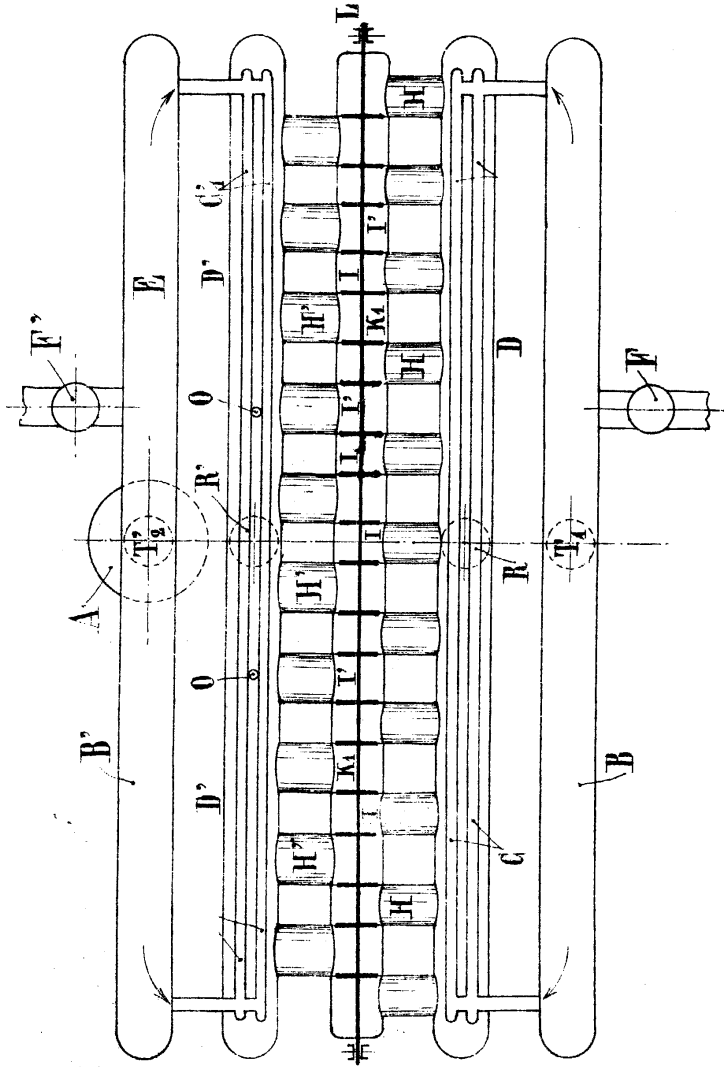
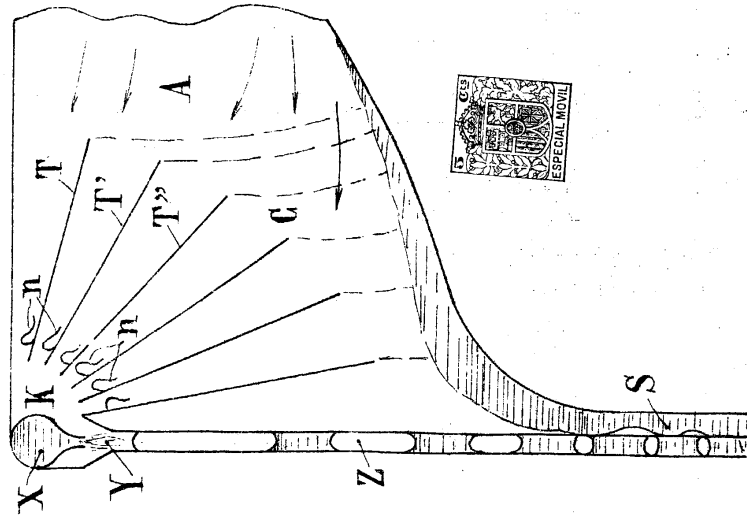


Fig. 5



Patented Sept. 19, 1907.

W. H. ...

