

164151



PATENTE DE INVENCION

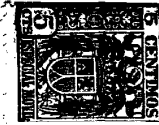
que por 20 años, para España y sus Posesiones, se solicita a favor de GEORG JENDRASSIK, Ingeniero, de nacionalidad húngara, domiciliado en BUDAPEST (Hungria), por : "PERFECCIONAMIENTOS INTRODUCIDOS EN LAS TURBINAS QUE FUNCIONAN CON UN AGENTE DE TRABAJO CALIENTE, Y ESPECIALMENTE EN LAS TURBINAS DE GAS". - -

Memoria descriptiva

Al regular durante el funcionamiento turbinas que funcionan con un agente de trabajo caliente, y en primer lugar turbinas de gas, resulta necesario por las más distintas razones - según el tipo de la instalación de turbina - modificar convenientemente la cantidad de agente de trabajo que pasa por la turbina o la caída de presión elaborada por ésta, o eventualmente mantener dichas magnitudes sobre un valor prácticamente constante en contra de su cambio debido al cambio de estado de funcionamiento. Las proposiciones conocidas tendientes a la consecución de este fin, por ejemplo la estrangulación de la corriente de agente

5

10



de trabajo mediante una válvula de estrangulación prevista en un punto cualquiera de la instalación, o la derivación, por un conducto de rodeo o de toma, de cierta cantidad de agente de trabajo de la turbina van acompañados de un empeoramiento más o menos pronunciado del grado de rendimiento. Para evitarlo, lo más conveniente parece ser, basándose en una simple consideración, hacer regulables las paletas de la turbina - y más precisamente, por su facilidad de acceso, las paletas fijas - graduándolas de manera correspondiente al fin perseguido. En efecto, la regulación de las paletas hace cambiar el ángulo de choque del agente de trabajo que pasa formado por la superficie de las paletas, por lo cual, a consecuencia del cambio que se verifica en la resistencia de paso de la turbina, dependiente del tipo de la instalación, se puede influir también en la caída de presión de la turbina o sensiblemente en la cantidad de agente de trabajo que pasa por ella, y ello con un grado de rendimiento considerablemente superior al de las proposiciones conocidas.

La regulación de las paletas fijas, o cuando menos de una parte de construcción de las mismas, de una manera correspondiente a las condiciones variables de funcionamiento es en sí conocida, por ejemplo en las turbinas de agua. Sin embargo, si se quisiera emplear este principio de regulación de las paletas - que en las turbinas de agua se emplea y respectivamente puede emplearse naturalmente sólo en una corona fija de paletas dada la construcción corriente de dichas turbinas - en una forma tan sencilla en las actuales turbinas térmicas de varios grados, se podría sí conseguir el fin propuesto con un grado menor de eficacia, pero la solución resultaría desfavorable desde otro punto de vista según lo que ha comprobado la invención. En efecto, en el caso de una turbina de varios grados, la regulación mediante graduación de las paletas en una sola corona de paletas, especialmente cuando empieza a adoptar un valor considerable, po-



dría modificar la distribución de caída de presión entre los distintos grados de turbina más favorable para el funcionamiento normal, de forma que dicho cambio indeseable influiría a su vez de manera sensiblemente desfavorable en el grado de rendimiento que ya empeora de por sí en las condiciones de funcionamiento que se apartan de la normal, suprimiendo de este modo en gran parte - y posiblemente incluso por completo - la mejora de grado de rendimiento que es de esperar de la regulación de las paletas. Por esta razón, las paletas fijas de la turbina de varios grados son hechas regulables, según la invención, en varias coronas de paletas, y convenientemente en más de la mitad de las coronas de paletas fijas, y mejor todavía en todas ellas. Desde otro ventajoso punto de vista, la regulación entre corona y corona tiene que hacerse de manera relativa tan grande y, de no ser regulables las paletas de todas las coronas fijas, las coronas regulables tienen que ser distribuidas entre las restantes de forma que en la distribución de la caída de presión entre los distintos grados no se produzcan ni durante la regulación, por la razón indicada, cambios inadmisibles del grado de rendimiento. De este modo se puede obtener una turbina regulable de un grado de rendimiento considerablemente mejor que hasta aquí y en la cual el aumento de coste, no muy considerable, de la instalación resulta compensado por la economía del funcionamiento, por la facilidad de regulación y por su aptitud para satisfacer favorablemente los más distintos requisitos.

En las Figs. 1, 3 y 4 del dibujo adjunto se representa esquemáticamente el empleo de la invención, dado a modo de ejemplo, en turbinas de gas, y la Fig. 2 muestra una sección cilíndrica de las coronas de paletas de una turbina de gas provista de paletas graduables según la invención.

La instalación de turbina de gas según la Fig. 1 se compone del compresor rotativo 1 y de la turbina de gas 2 que lo acciona,



75 y que, además de accionar el compresor, produce también trabajo
útil. El agente de trabajo fresco suministrado por el compresor
1 y comprimido a la presión final necesaria - aire, en el caso
de un ciclo de trabajo abierto - llega por la cámara de trabajo
de alta presión del compensador térmico de contracorriente 3, que
80 constituye un accesorio no indispensable de la instalación, y
por la cámara de combustión 4, dispuesta detrás de dicha cámara
de trabajo, a la turbina de gas 2, en la que se dilata por com-
pleto, saliendo luego, después de atravesar la cámara de traba-
jo de baja presión del compensador térmico 3 y entrando en una
85 cámara mantenida sobre el límite inferior de presión del ciclo
de trabajo, y respectivamente al exterior en el caso de un ciclo
de trabajo abierto. En el compensador térmico, el agente de tra-
bajo dilatado cede de manera conocida su contenido de calor aun
aprovechable al agente de trabajo fresco comprimido, que luego,
90 una vez calentado ulteriormente en la cámara 4 mediante combus-
tión de combustible, es decir una vez que se ha incorporado una
cantidad de calor adecuada para producir trabajo, se dirige ha-
cia la turbina de gas. En esta última, la correspondiente regu-
lación de las paletas de ciertas coronas de paletas fijas, y even-
95 tualmente de todas ellas, puede realizarse por ejemplo mediante
un manguito de regulación desplazable en sentido axial entre la
caja y la envoltura de la turbina, en cuyas ranuras anulares pe-
netran los extremos de brazos de manivelas montados sobre los
pernos de rotación de las paletas regulables y del cual el dibu-
100 jo de la Fig. 1 no representa sino la barra de regulación 5 des-
plazable en la dirección de las flechas m o n. Dicha barra de re-
gulación puede ser acoplada, para una ejecución automática de la
regulación, eventualmente mediante un servomotor, o un relevador
y un servomotor, a un órgano que reaccione a un factor variable
105 cualquiera del funcionamiento de la turbina, por ejemplo a la pre-
sión o al número de revoluciones de la turbina, como a un manómetro



o a un regulador de número de revoluciones, que sin embargo, eventualmente también con interposición de un servomotor puede ser accionado también a mano.

110 Si la cantidad de agente de trabajo que pasa por la instalación tiene que variar a consecuencia del cambio de funcionamiento por una razón cualquiera, por ejemplo para que el número de revoluciones pueda quedar casi constante también al cambiar la carga, ello puede realizarse según la invención, de acuerdo con lo anteriormente dicho, modificando el ángulo de choque de las paletas fijas, para cuyo fin se modifica el ángulo de regulación de las paletas fijas. Según la Fig. 2, en la que entre dos coronas de paletas que giran a una velocidad ω puede verse una corona fija de paletas, se entiende por ángulo de regulación de las paletas el ángulo que, al entrar el agente de trabajo en la corona de paletas del lado oprimido del perfil de las paletas, forman la línea de base g, g del perfil de las paletas y la dirección de la periferia, constituyendo la línea de base del perfil una recta tangente del círculo de redondeo de la sección de las paletas del lado de entrada y del extremo de sección del lado de salida - y eventualmente del círculo de redondeo del extremo de perfil redondeado también en este último punto - y en el caso de una sección de paleta cóncava del lado oprimido, por la diferencia mínima resultante, simplemente como una recta correspondiente a la línea recta tangente del lado oprimido de sección. La reducción de este ángulo de regulación de las paletas provoca, a consecuencia del aumento del ángulo de choque, y por tanto también de la resistencia de paso, una reducción de la cantidad de agente de trabajo que pasa, mientras que su aumento, por el contrario, provoca un aumento de la cantidad de agente de trabajo ; de este modo, la regulación puede efectuarse por tanto, siempre que tienda a modificar de la manera que se acaba de indicar la cantidad de agente de trabajo, con una repercusión directa en la cantidad pa-



140 ra regular de manera sencilla y eficaz, sin influencia alguna más importante sobre el grado de rendimiento.

145 Queda entendido que la regulación de las paletas, además de mediante el dispositivo de regulación descrito esquemáticamente, puede también realizarse mediante numerosos otros dispositivos, también accionados a mano o automáticamente. La regulación realizada de este modo es naturalmente, según lo anteriormente dicho, tanto más sensible y eficaz y al propio tiempo posee un grado de rendimiento tanto mejor cuantas más coronas de paletas están provistas de paletas regulables y por ciertas razones, de las que más adelante se da también un ejemplo, es también posible realizar la regulación en las coronas de paletas regulables no ya simultáneamente en todas partes, y respectivamente en la misma medida, sino por grados. Además, la turbina de gas provista de paletas regulables puede ser empleada no sólo en la combinación de la Fig. 1, sino, como muestran las Figs. 155 3 y 4, también en instalaciones de turbinas de gas de otra composición y destinadas para otros fines.

160 En los dispositivos de estas últimas figuras están previstas, a diferencia del sistema de la Fig. 1, en lugar de una, por ejemplo dos turbinas de gas de funcionamiento independiente, una de las cuales, excepto eventuales máquinas auxiliares, no acciona sino el compresor de la instalación, mientras que la otra, llamada turbina de trabajo, sirve prevalentemente o en general exclusivamente para producir trabajo útil. De este modo, la turbina de trabajo puede funcionar a distintos números de revoluciones, dentro de amplios límites, desarrollando distintos momentos de torsión, como es deseable por ejemplo para el accionamiento de vehículos, sin que el número de revoluciones del compresor y de la turbina que lo acciona - es decir del llamado grupo turbo-compresor - tenga que cambiar considerablemente, lo cual es deseable desde el punto de vista de un buen grado de rendimiento de 170



la instalación. La diferencia entre los dispositivos de la Fig. 3 y de la Fig. 4 consiste en que la turbina Tk que acciona el compresor K está montada en serie en el primer caso en la dirección de paso del agente de trabajo, mientras que en el último caso está montada en paralelo con la turbina de trabajo T_a. También en estos sistemas el agente de trabajo completamente dilatado cede su contenido de calor aun utilizable en un compensador térmico - convenientemente en el compensador térmico de contracorriente W - al agente de trabajo fresco comprimido en el compresor, que a continuación, después de incorporarse calor en la cámara de combustión B, pasa - en la instalación de la Fig. 3 - primero a la turbina de accionamiento del compresor Tk y luego a la turbina de trabajo T_a, mientras que en la instalación de la Fig. 4 se dirige en dos ramas paralelas hacia las turbinas Tk y T_a. En ambas figuras está representada esquemáticamente la barra de regulación 5 del aparato de regulación de paletas, anteriormente descrito, de la turbina de trabajo T_a y además, en la instalación de la Fig. 4, también la turbina Tk que acciona el compresor está provista de paletas regulables y respectivamente de un dispositivo de regulación perteneciente a la misma y de una barra de regulación 5'. De manera análoga, naturalmente, también la turbina Tk del sistema de la Fig. 3 puede estar provista de paletas regulables y, por otra, también la turbina Tk del sistema de la Fig. 4 puede estar provista también de paletas no regulables (fijas). Dentro de los sistemas de principio de las Figs. 3 y 4, se puede imaginar también una pluralidad de turbinas de trabajo y de turbinas de accionamiento de compresores montadas en paralelo o en serie, pudiendo incluso ser empleadas montadas en paralelo y en serie dichas turbinas.

Si, por ejemplo en el caso de la turbina de la instalación de la Fig. 1 o de la turbina de trabajo de la instalación de la Fig. 4, se quiere, regulando las paletas fijas, modificar la can-



205

tividad de agente de trabajo que atraviesa la turbina - si por ejemplo se quiere, reduciendo el ángulo α de las paletas de la Fig. 2, disminuir la cantidad de agente de trabajo que pasa por la turbina - conviene realizar la regulación de las paletas de forma que pueda efectuarse en primer lugar, y respectivamente en proporción mayor, empezando por los grados de baja presión de la turbina. En efecto, se consigue de este modo sencillamente, no sólo que la cantidad de agente de trabajo que pasa disminuya al disminuir la carga y aumente, por el contrario, al aumentar ésta, sino que distintos grados de la turbina sean sometidos a una carga prácticamente uniforme a pesar de la regulación.

210

215

Por lo demás, se obtiene un sistema muy ventajoso desde el punto de vista del grado de rendimiento a satisfacer con carga reducida si no sólo las paletas del estator de la turbina, sino también las paletas de estator del compresor de la instalación de turbina de gas son hechas regulables y se realiza la regulación de las paletas de forma que, al disminuir la carga, disminuye también la cantidad de gas que pasa, es decir que disminuya el ángulo de regulación de las paletas de estator tanto en la turbina como en el compresor. Para este fin, por ejemplo en la instalación de turbina de gas de la Fig. 3, también el compresor K está provisto de paletas de estator regulables y respectivamente de una barra de regulación 5" que provoca su regulación.

220

225

230

Por lo demás, la regulación de las paletas fijas puede ser considerada, apartándose de los ejemplos prácticamente más importantes, también en los casos en que la turbina provista de paletas regulables no sirve en primer lugar, y respectivamente no sirve directamente o no se emplea del todo, para producir trabajo mecánico útil. Un ejemplo de ello está constituido, en lo anteriormente expuesto, por la turbina de accionamiento del compresor Tk de la instalación de la Fig. 4, pudiéndose imaginar también el dispositivo, según lo que se acaba de decir, de forma que sólo la turbina Tk posea paletas de estator regulable, no

235



siendo por el contrario regulables las coronas de estator de la turbina T_a. Otros casos análogos están constituidos, por ejemplo, por una turbina de gas, accionada por gases de escape, que en los motores de émbolo de combustión acciona un compresor de sobrecarga, por una turbina que acciona un compresor destinado principalmente para producir aire comprimido, por una turbina empleada como máquina auxiliar en la ejecución de procesos químicos o metalúrgicos, y similares, cuando en todos estos casos la turbina es de varios grados y se desea la regulación de la cantidad de agente de trabajo que pasa por ella o de la caída de presión elaborada por la misma.

La regulación de las paletas de estator de la turbina, sin embargo, es no sólo adecuada para influir en el funcionamiento normal, sino además también para otros fines. Así por ejemplo, cuando en el caso del empleo de una turbina motriz especial en la instalación de turbina de gas se desea parar por completo dicha turbina manteniendo la rotación del grupo turbo-compresor, basta para ello llevar las paletas del estator a una posición casi paralela a la de las paletas del rotor, porque en tal caso el ángulo de choque de la corriente de agente de trabajo sobre las paletas es prácticamente nula, por lo cual el agente de trabajo atravesará la turbina sin ejercer momento alguno de torsión. Haciendo girar las paletas de estator más allá de dicha posición, se obtiene otra vez, gracias a que el agente de trabajo choca ya con el lado posterior de las paletas del rotor, que éste empiece a girar en un sentido contrario a su sentido normal de rotación, de modo que de esta manera se puede invertir la marcha de la turbina.

La posibilidad práctica de ejecución de la regulación mediante graduación de las paletas depende en gran parte, teniendo en cuenta la elevada temperatura del agente de trabajo de la turbina, de cómo están montados los pernos de rotación de las paletas regulables. Por el montaje y la lubricación de los



270

275

280

285

290

295

300

mismos hay que velar naturalmente tanto más cuanto más elevada es la temperatura del campo de proceso de trabajo en el cual tiene que trabajar la corona de paletas para graduar, porque, al aumentar la temperatura, disminuye la posibilidad de lubricación y aumenta el peligro de desgaste. Por esta razón, por ejemplo en el caso del dispositivo de la Fig. 3, las dificultades del montaje en la turbina T_k , que trabaja entre límites superiores de temperatura, son considerablemente mayores que en la turbina T_a , que trabaja entre límites de temperatura inferiores, por lo cual, en el caso de turbinas montadas en serie, conviene montar la turbina regulada por graduación de las paletas, según la Fig. 3, detrás de la turbina no regulada. En todos los casos es recomendable enfriar el soporte de las paletas o, siempre que esto no parezca posible de manera satisfactoria y segura, emplear revestimientos de soporte de material no metálico autolubrificante con los cuales sea posible prescindir eventualmente de toda lubricación por los lubricantes corrientes. Según la invención, tales revestimientos de soporte pueden hacerse muy convenientemente de un material que contenga carbón, o enteramente ^{de} carbón; las dases de carbón que pueden utilizarse para este fin son, por ejemplo, el carbón para lámparas de arco, el carbón de escobillas y eventualmente grafito. Para material básico de los revestimientos de soporte indeseables de las paletas regulables son además de considerar otros materiales no metálicos, en primer lugar óxidos de metales obtenibles en estado de polvos finos, por ejemplo óxido de cinc, que, análogamente al carbón o grafito en polvo, se prensan convenientemente con adición de un adecuado cohesivo en piezas sólidas, sometiéndolos eventualmente a un tratamiento térmico para reforzar su cohesión interna, según la calidad del material. Para fines de mejor lubricación, el soporte puede ser lubricado transitoriamente con grasa, aceite lubricante o esteatita, o bien se puede incorporar desde un principio el lubrifi-



305

cante, por ejemplo por impregnación, al material del soporte. Por su estado de agregación sólida es para ello especialmente adecuada, por ejemplo, la esteatita, que puede ser dispuesta de muy distintas maneras, por ejemplo en perforaciones radiales del revestimiento de soporte, o en ranuras axiales de la perforación destinada para el perno de la paleta ; sin embargo, el material

310

básico puede también ser empleado mezclado con esteatita en polvo. Muy a menudo basta frotar simplemente una sola vez con esteatita el perno para lubricar. De este modo, la lubricación puede ser asegurada en mayor proporción, incluso más allá del efecto efecto autolubrificante, y en general - cuando se cuenta en último caso o en el caso más sencillo únicamente con el efecto autolubrificante - resulta de una naturaleza tal que no influyen

315

desfavorablemente en ella para la seguridad de funcionamiento las elevadas temperaturas que se producen durante el funcionamiento de las turbinas.

NOTA

320

Se reivindican como de la propia y nueva invención la propiedad y explotación exclusivas de :

325

1). Perfeccionamientos introducidos en las turbinas de varios grados que trabajan con un agente caliente, y principalmente en las turbinas de gas, caracterizados por ser regulables las paletas en cierto números de coronas fijas de paletas.

330

2). Perfeccionamientos según la reivindicación 1), caracterizados por poseer paletas regulables la mayoría de las coronas fijas de paletas, y convenientemente todas ellas.

3). Perfeccionamientos según las reivindicaciones 1) o 2), caracterizados por poseer soportes refrigerados los pernos de rotación de las paletas regulables de estator.

4). Perfeccionamientos según las reivindicaciones 1), 2) o 3), caracterizados por estar montados en revestimientos de soporte de materiales no metálicos autolubrificantes los pernos de rota-



ción de las paletas regulables de estator.

35

5). Perfeccionamientos según la reivindicación 4), caracterizados por ser carbón - y convenientemente carbón para lámparas de arco, carbón para escobillas, o grafito - el material básico de los revestimientos de soporte.

340

6). Perfeccionamientos en una instalación de turbinas de gas de una o varias turbinas según una de las reivindicaciones 1) a 5), en la que se emplea una turbina por lo menos de accionamiento de un compresor y una turbina motriz, mecánicamente independiente, que produce trabajo útil (turbina de trabajo), caracterizados por ser regulables las paletas de estator de la turbina de trabajo.

345

7). Perfeccionamientos en una instalación de turbina de gas de una o varias turbinas según una de las reivindicaciones 1) a 5), en la que se emplea por lo menos una turbina de accionamiento del compresor y una turbina motriz mecánicamente independiente de aquélla y que produce trabajo útil (turbina de trabajo), caracterizados por ser regulables las paletas de estator de la turbina de accionamiento del compresor.

350

8). Perfeccionamientos según la reivindicación 6), caracterizados por poseer paletas regulables de estator también la turbina de accionamiento del compresor.

355

9). Perfeccionamientos según las reivindicaciones 6) o 7), con turbinas montadas en serie en la dirección de paso del agente de trabajo, caracterizados por estar dispuesta detrás de la turbina no regulada la turbina regulada mediante graduación de las paletas.

360

10). Perfeccionamientos introducidos en una instalación de turbina de gas compuesta según la reivindicación 1) por un compresor rotativo y una turbina de gas que lo acciona y que produce al propio tiempo trabajo útil, y respectivamente en una instalación de turbina de gas según una de las reivindicaciones 6) a 9), caracterizados por poseer paletas regulables de estator también el compresor.

365



de las paletas a partir de los grados de presión más elevada
400 hacia los grados de menor presión.

17). Perfeccionamientos introducidos en el procedimiento para
parar, de manera independiente del funcionamiento de la turbi-
na motriz del compresor, la turbina motriz de la instalación
de turbina de gas de la reivindicación 6), caracterizados por
405 el hecho de llevarse las paletas graduables de estator a una
posición que coincida prácticamente con la regulación de las
paletas del rotor.

18). Perfeccionamientos introducidos en el procedimiento de in-
versión del sentido de rotación de la turbina de la reivindica-
410 ción 1), o de la turbina motriz de la instalación de turbina de
gas de la reivindicación 6), caracterizados por el hecho de que
todas las paletas regulables de estator son llevadas por rotación
a una posición de regulación que supera la que corresponde a la
de las paletas del rotor.

19). Perfeccionamientos según las anteriores reivindicaciones,
415 caracterizados por constituir esencialmente :

"PERFECCIONAMIENTOS INTRODUCIDOS EN LAS TURBINAS QUE FUN-
CIONAN CON UN AGENTE DE TRABAJO CALIENTE, Y ESPECIALMENTE EN
LAS TURBINAS DE GAS". - - - - -

Consta la presente memoria descriptiva de catorce hojas
numeradas y mecanografiadas en una sola cara, a las que se ad-
juntan dos planos para su mejor comprensión.

Madrid, 15 de diciembre de 1943.

RODOLFO DE LA TORRE
P. P.

164151

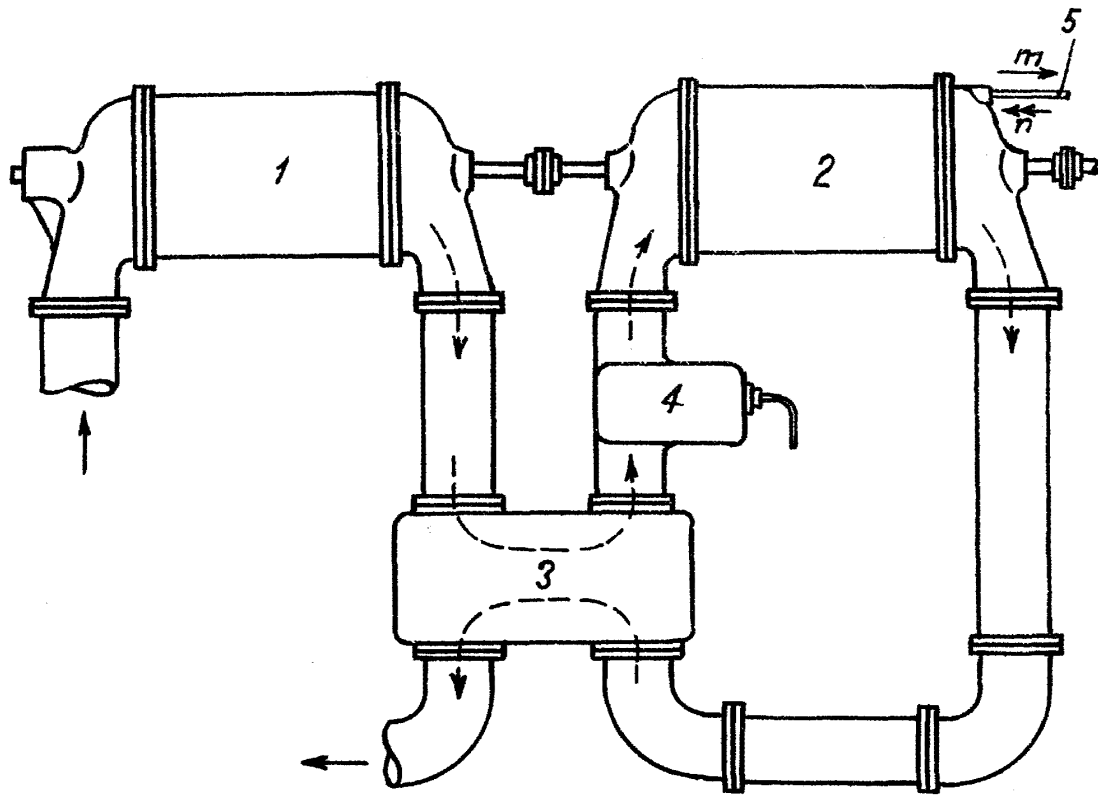


Fig. 1.

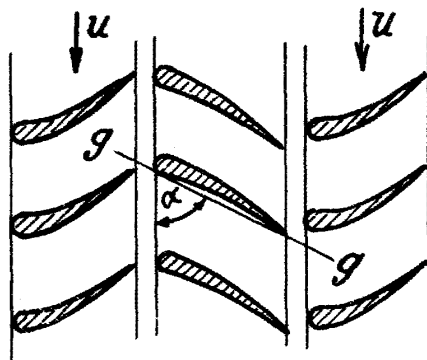


Fig. 2.

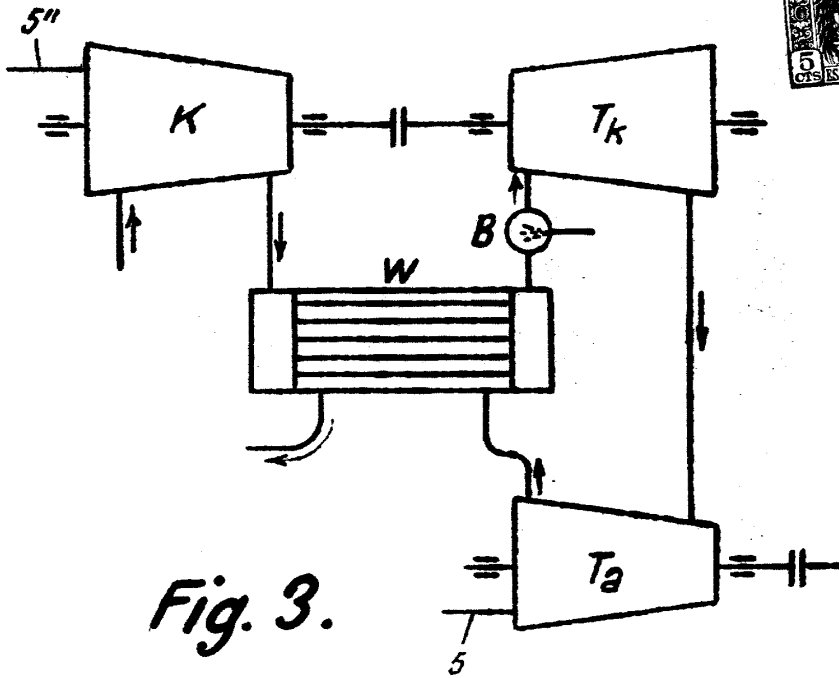


Fig. 3.

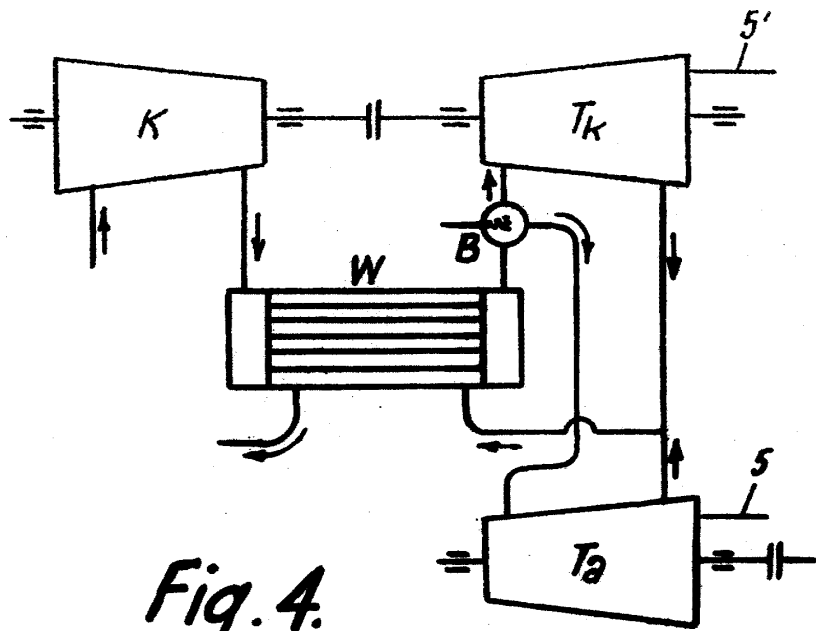


Fig. 4.

DE LA TORRE
P. P.

[Handwritten signature]