

P - 34.062

ap/A 2706 Span/675



335862

MEMORIA DESCRIPTIVA

que se presenta para unir a la solicitud

de

PATENTE DE INVENCION

formulada el 20 de Enero de 1.967, con el nº 335.862.

en

E S P A Ñ A

por VEINTE años

a nombre de ETABLISSEMENTS MEYRPIG y J.M. VOITH G.m.b.H.,
entidades francesa y alemana respectivamente, estableci-
das en Grenoble (Isère), Francia y Ulmer Strasse 43,
Heidenheim (Brenz), República Federal Alemana, respecti-
vamente, por:

"UNA TURBINA DE REACCION HIDRAULICA DE DOS ESCALONES"

El invento se refiere a una turbina de reacción hi-
dráulica de dos escalones.

Tales turbinas se toman en consideración sobre todo
para un campo de números de revoluciones específicos, que
se halla entre el límite superior fijado por razones hi-
dráulicas para una turbina de acción de varias toberas de
aproximadamente $n_s=48$ y el límite inferior económico para
turbinas Francis de un escalón de aproximadamente $n_s=62$.



Las turbinas Francis de un escalón con un número de revoluciones específico aún menor ocasionan pérdidas de fricción lateral de rodete y de agua del intersticio relativamente elevadas y con ello malos rendimientos a causa de los rodetes extremadamente estrechos con fuerte desarrollo radial y pequeño diámetro de boca de aspiración, por lo que normalmente no se realizan.

En las turbinas Francis centripetas de dos escalones conocidas, en la práctica, por razones de costo, sólo se regula uno de los dos escalones, realizados por lo demás iguales, y de preferencia precisamente el segundo escalón. Para ello, como es conocido, depende la distribución de la altura de caída total sobre los dos escalones de la apertura del distribuidor móvil. La apertura del distribuidor fijo se elige convenientemente de manera que la parte de altura de caída de ambos escalones sea igual en un punto de trabajo con grado de admisión relativamente elevado, aproximadamente entre el punto de plena carga y el punto, que regularmente se halla debajo, de rendimiento óptimo. Al decrecer la apertura del distribuidor regulado absorbe entonces el escalón de turbina regulado una proporción de la altura de caída total que, relativamente, aumenta siempre, mientras que la componente relativa de altura de caída del escalón no regulado disminuye correspondientemente.

La curva del rendimiento en función de la admisión del escalón regulado es aproximadamente igual a la de una turbina Francis de un escalón con el mismo número de revoluciones específico, es decir, desde el punto de rendimiento óptimo hasta aproximadamente el 40% de la admisión des-



ciende con relativa suavidad, para bajar luego con pendiente sustancialmente mayor hasta el punto de marcha en vacío, que sólo se alcanza con una admisión de escaso porcentaje, mientras que el rendimiento del escalón no regulado decrece desde un principio sustancialmente con más pendiente y alcanza ya con cerca del 30% de admisión el punto de marcha en vacío, es decir, $h = 0$. De este último hecho resulta, que el rendimiento total resultante de una turbina Francis de doble escalón, regulada en un escalón, de este tipo, que resulta de la suma de los productos de cada una de las partes de altura de caída con el rendimiento correspondiente, dividida por la altura de caída total, no es especialmente bueno.

Otro inconveniente de las turbinas de dos escalones conocidas consiste en que en éstas tiene que estar previsto, de manera similar a lo que ocurre en las bombas de varios escalones, entre los escalones un aparato denominado desviador, en el que el medio de trabajo es dirigido hacia fuera después de abandonar la boca de aspiración del primer escalón, para que de nuevo pueda entrar al segundo escalón en dirección radial y sentido centrípeto. Por esto no sólo resulta una inversión constructiva relativamente elevada, sino también se obtienen pérdidas por fricción que influyen negativamente sobre el rendimiento.

Estos inconvenientes mencionados deben de ser las razones sustanciales del hecho de que tales turbinas de dos escalones sólo se hayan realizado raras veces. Es misión del invento crear una turbina hidráulica de reacción de dos escalones, que presente una función de rendimiento mejor, que favorezca la aplicabilidad en un mayor campo de carga par-

335862



cial, en comparación con las turbinas de este tipo conocidas, y que haga posible una construcción compacta y por ello económica.

5 El invento resuelve este problema por el hecho de que uno de los escalones esté realizado como turbina centrípeta y el otro escalón, como turbina centrífuga. Por desaparecer los desviadores necesarios en las turbinas centrípetas conocidas de dos escalones, se disminuyen las pérdidas por fricción de la corriente y se incrementa el rendimiento. Además de esto, en una instalación de este tipo según el invento resultan dimensiones constructivas en esencia relativamente menores que con las turbinas de dos escalones hasta ahora conocidas.

10

Basándose en extensos cálculos e investigaciones descubrió el inventor, que se puede lograr otro incremento sustancial del rendimiento, cuando según un posterior desarrollo del invento, el escalón centrípeta esté dotado de un distribuidor móvil y el escalón centrífugo, de uno fijo. Por lo tanto, se substituye el escalón centrípeta no regulado de la turbina de dos escalones puramente centrípeta conocida, por un escalón centrífugo igualmente no regulado. Esta realización de acuerdo con el invento de una turbina de reacción de dos escalones se basa en el conocimiento de que al realizar el escalón no regulado como turbina centrífuga, se hacen sustancialmente más pendientes las características de las curvas de la distribución de alturas de caída de ambos escalones, es decir, que con carga parcial, la parte del escalón regulado aumenta sustancialmente más y la parte del escalón no regulado disminuye correspondientemente más de lo que ocurre con una turbina centrípeta corres-

15

20

25

30



pendiente de dos escalones regulada en un escalón. Como además se encuentra la curva de rendimiento del escalón regulado notablemente más arriba de la curva de rendimiento del escalón no regulado, tanto de la turbina centrípeta como también de la centrífuga, al menos en el campo de carga parcial desde la marcha en vacío hasta aproximadamente el punto óptimo, y hasta la función del rendimiento de la turbina centrífuga no regulada es mejor que la de la turbina centrípeta no regulada, al menos en el campo de carga parcial más interesante, desde aproximadamente 50% de admisión hasta aproximadamente el punto óptimo, resulta, a causa de la relación arriba mencionada para el rendimiento total, un rendimiento total notablemente más alto, puesto que el rendimiento parcial más alto del escalón de turbina regulado tiene sustancialmente más importancia, a causa de la mayor altura de caída parcial del mismo, que influye como factor.

Estas relaciones se pueden apreciar de la mejor manera en los diagramas de las figuras 1 y 2, en los que se han representado, en función de la admisión ϕ , referida en cada caso a la admisión a plena carga (ϕ_{max}), tanto para la turbina de dos escalones conocida con dos escalones centrípetos como también para la turbina de dos escalones según el invento con un escalón centrípeto regulado y un escalón centrífugo no regulado, las alturas de caída parciales H_1 y H_2 , referidas siempre a la altura de caída total $H = H_1 + H_2$ (figura 1), y las funciones de rendimiento, referidas al rendimiento máximo correspondiente (figura 2). El subíndice 1 está aplicado al escalón no regulado y el subíndice 2, al escalón regulado, mientras que el subíndice P caracteriza el escalón centrípeto y el subíndice F



el escalón centrífugo. El subíndice g (igual) se refiere
 a la turbina con dos escalones centripetos y el subíndice
 u (desigual) a la turbina con un escalón centripeto y uno
 5 centrífugo. Las líneas de puntos y rayas H_{1gP} y H_{2gP} re-
 presentan la distribución de alturas de caída de las tur-
 binas centripetas conocidas de dos escalones, mientras que
 la distribución de alturas de caída de la turbina de dos
 escalones desiguales, combinada de un escalón centripeto
 y uno centrífugo, está representada por las curvas H_{2uP}
 10 para el escalón centripeto regulado y la curva H_{1uP} para
 el escalón centrífugo no regulado. De la figura 1 se re-
 conoce sin dificultad, que las curvas de la distribución
 de altura de caída para la turbina de dos escalones desi-
 guales son sustancialmente más pendientes que las corres-
 15 pondientes a la turbina de dos escalones iguales. En las
 curvas de rendimiento de la figura 2 se observa, que las
 características de los rendimientos individuales de los
 escalones centripetos regulados son prácticamente iguales
 tanto para la turbina con escalones iguales (η_{2gP}) como
 20 también para la de escalones desiguales (η_{2uP}). De ello
 resulta que, a causa de los valores de H_{2uP} sustancialmen-
 te mayores en la zona de carga parcial para el escalón
 centripeto regulado de la turbina de dos escalones desi-
 guales según el invento, en la fórmula para el rendimien-
 25 to global $\eta_m = \frac{\eta_1 H_1 + \eta_2 H_2}{H_1 + H_2}$, pesa sustancialmente más el
 rendimiento parcial η_{2uP} .

Fuesto que al comparar las características para los
 escalones no regulados, es decir, entre el escalón centri-
 peto para la turbina de dos escalones puramente centripe-
 30 ta convencional y el escalón centrífugo según el invento

335862



se observa, además, que el escalón de turbina centrífuga no regulado tiene, en especial en la zona de carga parcial superior, un descenso de la función del rendimiento con de crecimiento de la altura de caída sustancialmente más suave que el escalón de turbina centrípeta no regulado de la turbina de dos escalones puramente centrípeta, y que en la zona entre el 50% de admisión y el punto óptimo, la curva de rendimiento para la turbina centrífuga (η_{LuF}) en parte hasta se halla notablemente por encima de la de la turbina centrífuga η_{LGP} , se vuelve a compensar en gran parte el valor ciertamente menor de la altura de caída H_{LuF} para el escalón no regulado, de modo que, junto con el producto sustancialmente mayor de los valores para el escalón regulado, resulta una función del rendimiento global η_{mu} para la turbina de dos escalones desiguales en la zona que interesa, que presenta valores notablemente mayores que la función del rendimiento global η_{mg} para la turbina de dos escalones conocida con dos escalones iguales. Como ganancia de rendimiento $\Delta\eta_m$ resulta la correspondiente diferencia entre los valores η_{mu} y η_{mg} , que asciende, por ejemplo para $Q = 0,5$, en las curvas de la figura 2 expuestas para un caso práctico, a $\Delta\eta_m = 0,052$, es decir el 5,2%, ó con una carga de $Q = 0,4$, hasta $\Delta\eta_m = 0,076$, es decir, el 7,6%.

Para alturas de caída especialmente grandes o para pequeñas unidades de turbina, como por ejemplo turbinas de servicios en centrales de energía eléctrica con alturas de caída medias y grandes, en las que el máximo número de revoluciones posible para el generador no permite una turbina de escalón único, constituye la turbina centrífuga el



5 primer escalón de turbina, según una posibilidad ventajosa de puesta en práctica de la idea del invento. Para ello están dispuestos ventajosamente ambos rodetes, dorso contra dorso, sobre un cuerpo de rodete común. Una turbina de dos escalones de este tipo muestra una exigencia de espacio en sentido radial especialmente reducida y se evita una fijación independiente de ambos pivotes de rodete sobre el árbol.

10 Como turbina de arranque para conjuntos de bomba-turbina reversibles es especialmente adecuada una forma de realización en la que la turbina centrífuga constituye el segundo escalón de turbina. Esta variante muestra una exigencia de espacio en sentido axial especialmente reducida.

15 Para lograr que en la zona de plena carga la altura de caída del escalón de turbina centrífuga no regulado sea sustancialmente mayor que la del escalón de turbina centripeta regulado y para desplazar también con este fin el punto de intersección $H_1 = H_2$ en sentido hacia una Q menor, está realizado, según otra característica más del invento, el diámetro de la circunferencia de paletas en la entrada de corriente del rodete centrífugo mayor que el de la entrada del rodete centripeto. Con esto recibe el rendimiento η_{1uF} del escalón no regulado, que en esta zona se encuentra sustancialmente por encima del rendimiento η_{2uP} del escalón regulado, notablemente más peso para influenciar el rendimiento global, con lo que se eleva éste también en esta zona considerablemente.

25 El invento se explica más detalladamente en dos ejemplos de realización haciendo referencia a los dibujos. En ellos son la figura 3, una turbina Francis de dos escalones



con un rodete centrifugo no regulado como primer escalón y un rodete centripeto regulado como segundo escalón, en sección longitudinal, y

5 la figura 4, una turbina Francis de dos escalones con un rodete centripeto regulado como primer escalón y un rodete centrifugo no regulado como segundo escalón, en corte longitudinal.

10 En la forma de realización según la figura 3 está prevista para la entrada del medio de trabajo una espiral de entrada 1 semiaxial. Con la rotación previa impartida por esta espiral, fluye el medio de trabajo entre las paletas 2 de apoyo fijas y a través del espacio hueco de rotación 3 al distribuidor previo 4 fijo del primer escalón de tur-
15 bina orientado centrifugamente con las paletas 5 de rodete, que están fijadas sobre el cuerpo de rodete 6. El cuerpo de rodete 6 está fijado sobre el árbol 9 apoyado en el cojinete principal 7 y el cojinete de guía 8. Después de que el medio de trabajo ha abandonado el rodete 5 centri-
20 fugo, fluye con una rotación correspondiente a la carga, a través del espacio hueco de rotación 10 al segundo escalón de turbina orientado centripetamente, que se compone, de la manera usual en turbinas Francis, del anillo de paletas de apoyo 11, un distribuidor móvil 12 y el rodete Francis 13. El rodete Francis 13 está fijado dorso
25 con dorso al rodete del escalón centrifugo, y junto con éste, sobre el mismo cuerpo de rodete 6.

A causa de la cooperación hidráulica de ambos escalones de turbina, la corriente de salida del escalón regu

335862



lado resulta casi libre de rotación para todas las cargas. El medio de trabajo abandona la turbina por el codo de aspiración 14. En lugar de la espiral 1 de entrada semiaxial puede existir, como es usual en bombas, un codo de aspiración de entrada, y en lugar del codo de aspiración 14, se puede emplear una espiral de salida semiaxial, similar a la espiral de entrada, que tiene menor exigencia de espacio en dirección axial que un codo de aspiración.

La variante de la figura 4 tiene una exigencia de espacio en dirección axial especialmente pequeña y se presta preferiblemente para una turbina de arranque para instalaciones de bomba-turbina. El primer escalón orientado centripetamente está constituido, exactamente como una turbina Francis usual, por una espiral de entrada 15 radial, paletas de apoyo 16 fijas, paletas directrices fijas 17 y el rodete Francis 18. Detrás de la boca de aspiración 20 del primer escalón sigue un corto difusor intermedio 21. A causa de la corriente de salida casi libre de rotación del primer escalón regulado, el medio de trabajo fluye bajo condiciones relativamente favorables al distribuidor previo fijo 22 del segundo escalón de turbina orientado centrifugamente. Después de atravesar el rodete 23 centrifugo, el medio de trabajo fluye con una rotación correspondiente a la carga dentro de la espiral de salida 24 radial y abandona la turbina por la tubuladura 25 de salida del lado de la aspiración.

En ambas variantes se han designado con 26 y 27 los intersticios de estrangulación del rodete del primer escalón y con 28 los del segundo escalón. 29 son taladros de compensación de presión.



La presente solicitud que corresponde a la presentada en la República Federal Alemana, con fecha 22 de Enero de 1.966, bajo el Número E30910 Ic/88a, se acoge a los beneficios del artículo 51 del vigente Estatuto sobre Propiedad Industrial.

5

N O T A

Los puntos de invención propia y nueva que se presentan para que sean objeto de la presente solicitud de Patente de Invención en España, por VEINTE años, son los siguientes:

10

1.-Una turbina de reacción hidráulica de dos escalones, caracterizada porque uno de los escalones está realizado como escalón centrípeta y el otro, como escalón centrífugo.

15

2.- Una turbina de reacción según la reivindicación 1, caracterizada porque el escalón de turbina centrípeta está dotado de un distribuidor móvil y el escalón de turbina centrífuga, de uno fijo.

20

3.- Una turbina de reacción según las reivindicaciones 1 ó 2, caracterizada porque la turbina centrífuga constituye el primer escalón de turbina.

4.- Una turbina de reacción según la reivindicación 3, caracterizada porque ambos rodets están dispuestos, dorso contra dorso sobre un cuerpo de rodete común.

25

5.- Una turbina de reacción según las reivindicaciones 1 ó 2, caracterizada porque la turbina centrífuga



constituye el segundo escalón de turbina.

5 6.- Una turbina de reacción según una de las reivindicaciones 1 hasta 5, caracterizada porque el diámetro de la circunferencia de paletas en la entrada de corriente del rodete centrífugo es mayor que el correspondiente en la entrada del rodete centripeto.

7.- Una turbina de reacción hidráulica de dos escalones.

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

La presente Memoria consta de doce hojas, escritas a máquina por una sola de sus caras.

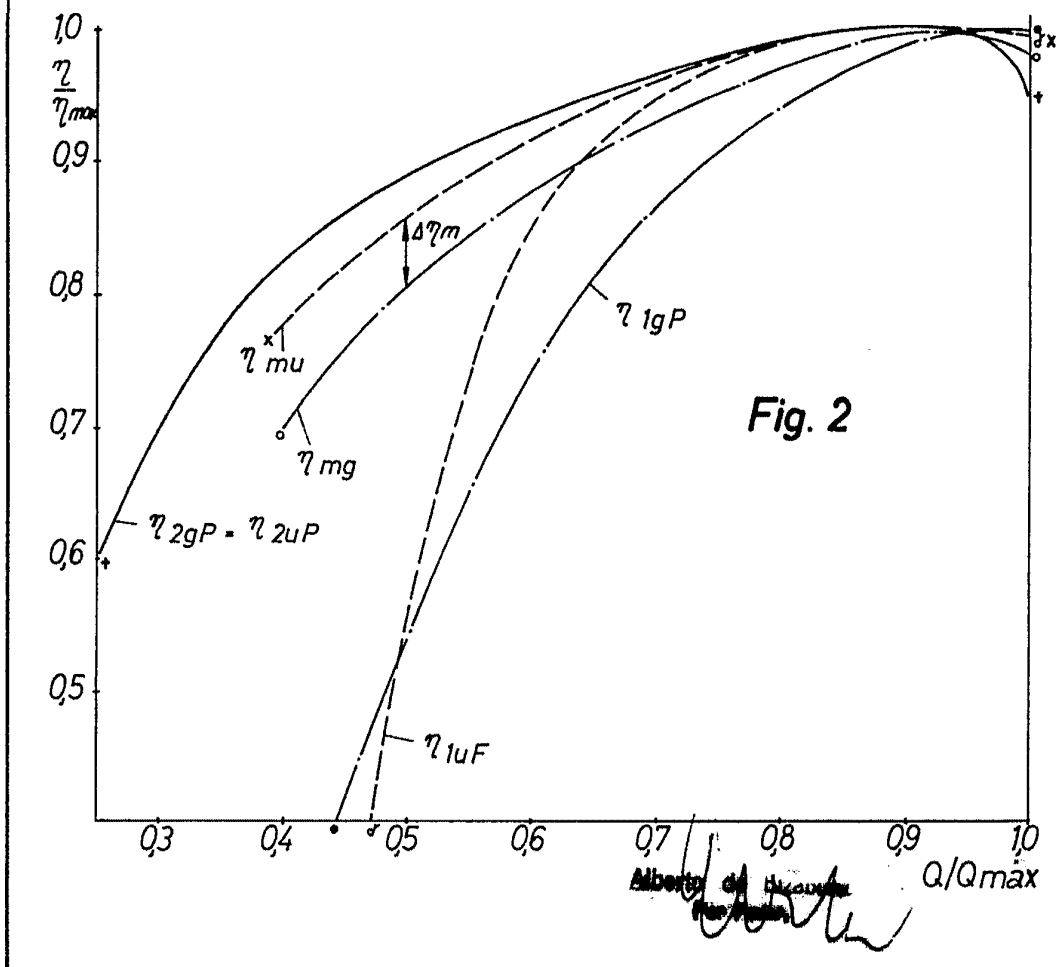
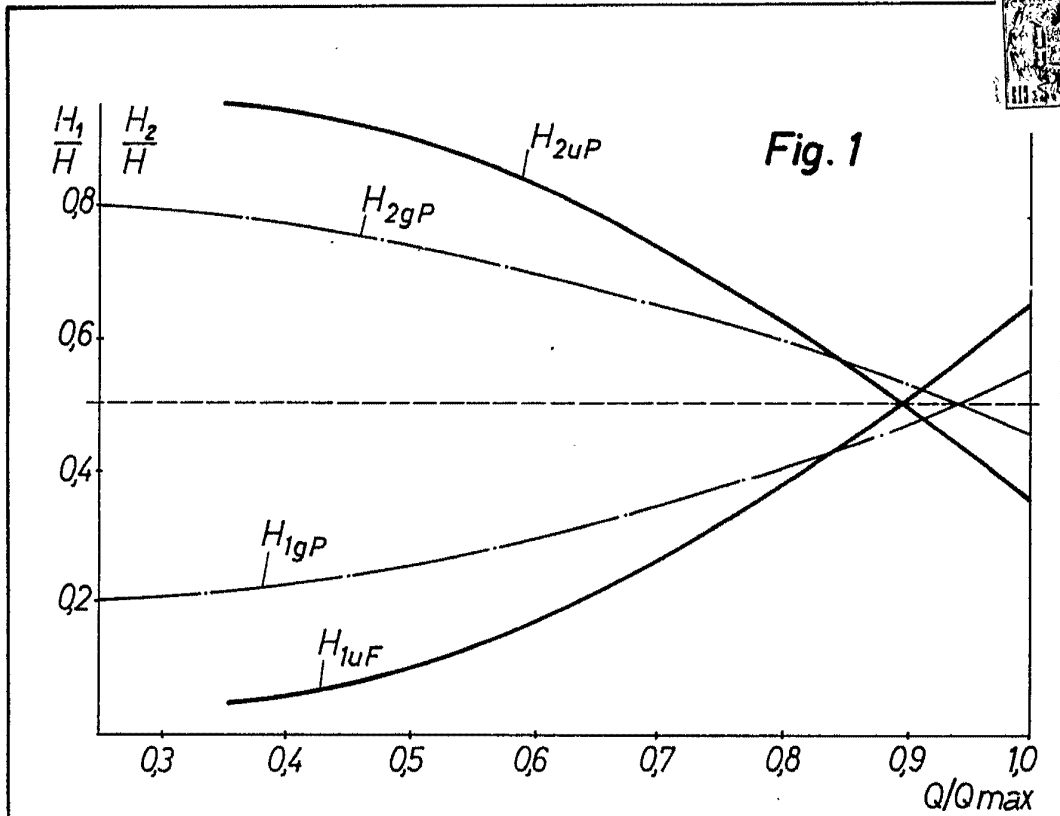
13 FEB 1967

Madrid,

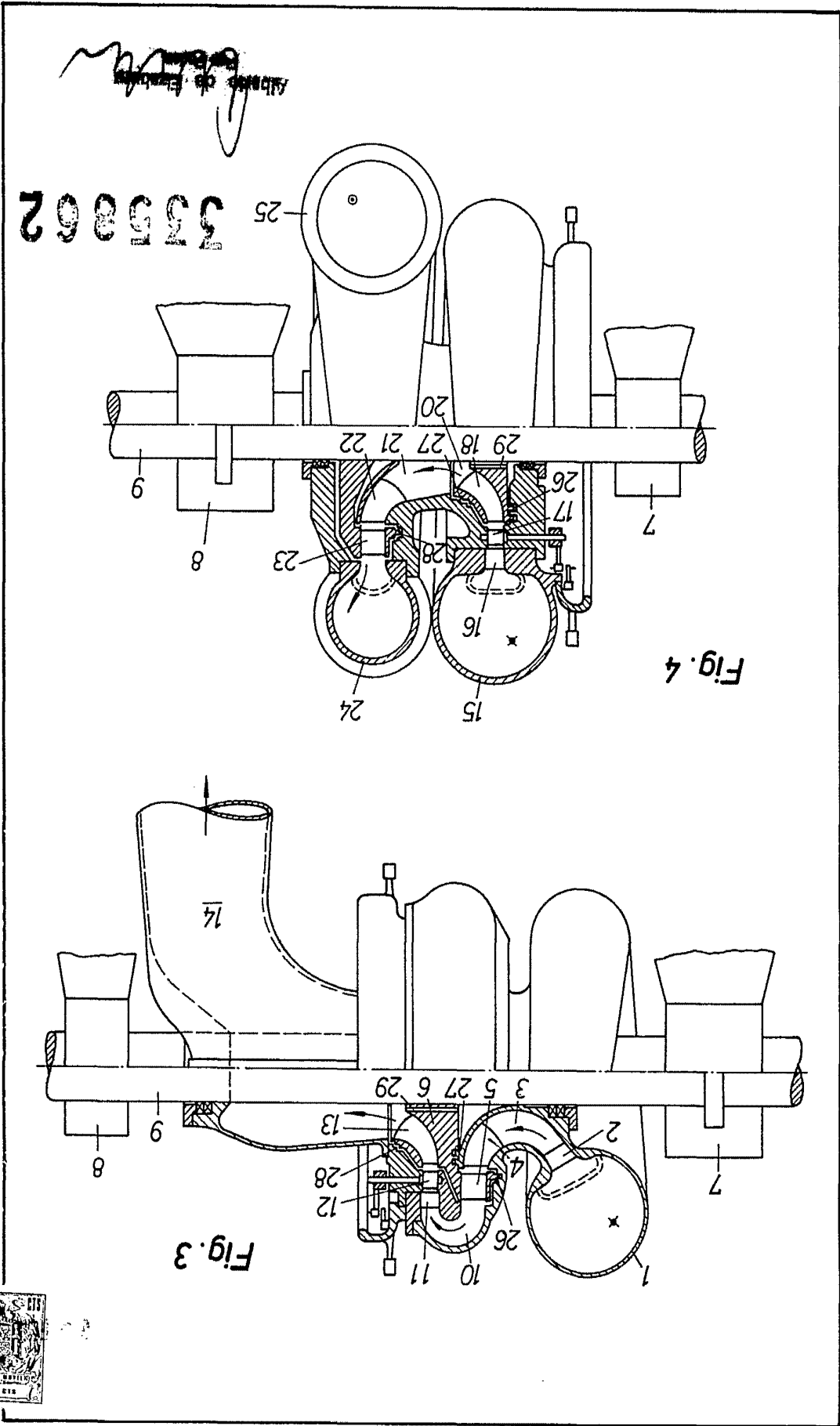
P. A.

Alberto de Elizabert
Por Poderes

335862



375072



335862

Fig. 4

Fig. 3

