



147118

Memoria Descriptiva de la Patente de Invención

que por 20 años, para España y sus Posesiones, se solicita a favor de D. GEORG JENDRASSIK, Ingeniero, de nacionalidad húngara, domiciliado en Kelenhegyi-ut 43, BUDAPEST XI (Hungría), por : "PROCEDIMIENTO Y DISPOSITIVO PARA LA REGULACION DE LAS TURBINAS DE GAS". - - - - -

Memoria descriptiva

5 En las instalaciones de turbinas de gas en las que el agente de trabajo después de ser comprimido y calentado se expande, para producir trabajo, en la parte de turbinas de la instalación para poder hacer funcionar la instalación a carga parcial a un determinado número de
10 revoluciones independiente de la potencia y que no hay que disminuir para regular esta última, - sin tener en cuenta si el calor de los gases expansionados que salen de la turbina es transmitido al agente de trabajo fresco, comprimido a una presión superior, en un dispositivo de cambio térmico previsto para ello - es necesario reducir, con respecto a su estado con carga normal, una por lo



menos de las tres cantidades siguientes : peso del agente
de trabajo que pasa por la turbina, relación entre las
15 presiones de entrada y de salida de la turbina o tempera-
tura media absoluta que reina en la turbina. Por consi-
guiente según las proposiciones hasta aquí conocidas se
puede actuar tanto sobre la cantidad del gas que pasa co-
mo sobre la relación de presión disponible para la turbi-
20 na por medio de una estrangulación prevista antes del com-
presor, así como - especialmente en el caso de un compresor
de paso axil - por medio del desplazamiento angular
de las paletas fijas del compresor además, reduciendo la
cantidad del combustible introducido en el agente de tra-
30 bajo se puede reducir la temperatura que reina en la tur-
bina sin disminuir la cantidad de agente de trabajo que
pasa. Sin embargo, todos estos procedimientos presentan in-
convenientes ya que por ejemplo el primero y el tercero dan
un mal rendimiento en el caso de cargas parciales, en par-
35 te porque provocan por un lado una pérdida de estrangula-
ción en la cantidad total de agente de trabajo que pasa
por la turbina y por otro una baja de la temperatura de
la cantidad total de agente de trabajo. En el segundo pro-
cedimiento el desplazamiento angular de las paletas repre-
40 senta una complicación de construcción, siendo por lo de-
más muy ventajoso, desde el punto de vista del rendimiento.

El procedimiento de regulación según la invención o-
frece por una parte desde el punto de vista constructivo,
una solución más sencilla que el desplazamiento de las pa-
45 letas y por otra desde el punto de vista del rendimiento,
permite obtener unos valores que se encuentran entre los
de este último procedimiento y los de los otros dos proce-
dimientos mencionados.

En el procedimiento y en el dispositivo según la in-



50 vención una parte del agente de trabajo es sustraída al ciclo de trabajo en el curso de la regugulación y antes de entrar en la turbina eventualmente antes aún del paso total por el compresor sin producir trabajo de forma que el peso del agente de trabajo que atraviesa la turbina
55 por su entera longitud, y por lo tanto también el trabajo realizado por la turbina, disminuyen con respecto a la cantidad de agente de trabajo que entra. El procedimiento de regulación se extiende sin embargo sólo esta parte del agente de trabajo que se sustrae, siendo pues las pérdidas que se manifiestan, por ejemplo por estrangulación,
60 en esta fracción sustraída considerablemente inferiores a las que se hubieran manifestado si la cantidad total de agente de trabajo hubiera sido sometida a los procedimientos que provocan las pérdidas.

65 Para hacer más comprensible la invención, la Fig. 1 representa la disposición esquemática de un dispositivo adecuado para la realización del procedimiento. La Fig. 2 representa la sección esquemática de un compresor del dispositivo para la realización del procedimiento, mientras
70 que la Fig. 3 representa un detalle de sección de un compresor provisto de varias tomas y apto para la realización del procedimiento.

75 En la Fig. 1 un extremo del árbol 2 de la turbina 1 está acoplado con el árbol 4 del compresor 3, mientras que el otro extremo del árbol 2 suministra el trabajo útil. Al compresor 3 están unidos, por una parte, el conducto de llegada 5 y, por otra, el conducto de salida 6 acoplado a la tubulura de admisión de alta presión 8 del compensador térmico 7 representado a título de ejemplo. El hogar 10 es-
80 tá insertado detrás de la tubulura de salida de alta pre-



85 sión 9 del compensador térmico 7, en el cual se encuentra el quemador 11. La cámara de combustión comunica con la tubulura de admisión 12 de la turbina mientras que la tubulura de salida 13 de la misma está unida a la tubulura de admisión de baja presión 14 del compensador térmico 7. La abertura 15 de salida de baja presión del compensador térmico está unida al conducto 16 que sirve para la salida de los gases expansionados. La unión entre el conducto de salida 6 del compresor y el conducto 16 para la salida de los gases expansionados está constituida por el conducto 17 en el cual está montada la válvula de estrangulación 18. Este dispositivo trabaja como sigue :

95 El compresor 3 aspira por el conducto de llegada 5 el agente de trabajo fresco que comprime a una presión superior e impele por el conducto de salida 6 en el compensador térmico 7. El agente de trabajo comprimido se calienta, a su paso por el compensador térmico 7, por el calor de los gases expansionados que salen de la turbina y llega por la abertura de salida 9, por lo menos en parte, a la cámara de combustión 10 donde su temperatura aumenta más aún debido al calor del combustible introducido por el quemador o pulverizador 11. El agente de trabajo entra luego en la turbina por la tubulura de admisión 12 de ésta suministrando allí trabajo al expansionarse y saliendo de la turbina por el conducto de escape 13, llegando por el conducto de entrada 14 del compensador térmico a éste, atravesándolo y cediendo su calor al agente de trabajo fresco comprimido. Por fin el agente de trabajo sale del dispositivo abandonando el compensador térmico por la abertura 15 de salida de baja presión y por el conducto 16. En el caso de plena carga la válvula 18 de regulación o estrangulación, dispuesta en el conducto de to-

100

105

110



ma o de contorneado, está completamente cerrada mientras
que con carga parcial, la válvula 18 está abierta de ma-
115 nera correspondiente a la carga, es decir que es variada
la sección libre del conducto de toma. De esta manera una
parte del agente de trabajo comprimido suministrado por
el compresor sale directamente de la instalación sin pasar
por la turbina. El órgano de regulación 18 produce sí una
120 pérdida de estrangulación, pero ésta no se extiende más
que aquella fracción del agente de trabajo que hay que
extraer del ciclo de trabajo precisamente por medio de la
regulación. Por este procedimiento de regulación una parte
de los gases que entran en el compresor es pues sustraída
125 con carga parcial antes de su entrada en la turbina, de mo-
do que por la turbina pasa menos gas que por el compresor.
Las circunstancias de que la cantidad de gas que pasa por
la turbina por unidad de tiempo disminuye lleva consigo
que la caída de presión que se manifestará en la turbina
130 será menor, lo cual disminuye más aún la potencia suminis-
trada por la turbina haciendo por consiguiente más eficaz
aún la regulación. Al mismo tiempo disminuye también la
pérdida debida a la regulación porque con la disminución de
la caída de presión de la turbina disminuye también la pre-
135 sión inicial de la expansión y por lo tanto también la pre-
sión final de la compresión, sufriendo el agente de traba-
jo sustraído por medio de la regulación una pérdida por es-
trangulación menor.

Sin complicar esencialmente el dispositivo necesario
140 para la realización del procedimiento, el rendimiento puede
mejorarse tomando la cantidad de agente de trabajo super-
flua no ya después del compresor sino entre las fases de
compresión del mismo. La Fig. 2 representa una tal solu-



145 ción del compresor. Sobre el árbol 20, montado en la caja
19 del compresor, está montado el rotor 21 que lleva las
paletas móviles 22. Las paletas fijas 27 están fijadas en
la caja 19 mientras que el conducto de toma 24, en el cual
está montado el órgano de regulación o estrangulación 25;
150 comunica con el espacio anular 26 previsto en la caja del
compresor entre dos fases del compresor. Este dispositivo
trabaja de manera que el compresor, que desempeña el papel
del compresor 3 de la Fig. 1, aspira el agente de trabajo
por la tubulura de admisión 37 y lo impele comprimido por
la tubulura de impulsión 28 mientras - si la válvula de
155 estrangulación 25 está parcialmente abierta - una parte
del agente de trabajo sale por el conducto de toma 24 de
modo que la cantidad de gas que pasa por la turbina 1 es
inferior a la que ha entrado en el compresor. En esta dis-
posición la presión del gas extraído por toma es inferior
160 a la presión máxima producida por el compresor, por lo
cual las pérdidas de trabajo debidas a la toma son inferio-
res a las de la disposición precedente. El funcionamiento
de esta disposición es hecho más favorable aún por la cir-
cunstancias de que, en el caso de la toma del compresor,
165 la velocidad de paso de las fases antes de la toma es su-
perior a la de las fases que se encuentran después del con-
ducto de toma. Como la presión producida en una fase cual-
quiera del compresor es sensiblemente menor cuando la ve-
locidad de paso es en ella superior, la eficacia de las
170 fases que preceden el conducto de toma es disminuida por
la toma con respecto a la de las fases dispuestas después
de la toma, disminuyendo pues a consecuencia de la misma
la presión que reina en el punto de toma.

175 Aún más ventajosa que esta última disposición es la
representada en la Fig. 3, según la cual el agente de tra-



bajo en el compresor puede ser extraído no de un solo punto, sino de varios. Como puede verse por la Fig. 3, las paletas 30 fijas sujetas a la caja 29 del compresor se encuentran entre las paletas móviles 22 montadas sobre el rotor 21. Las cámaras 31, 31', 31'', 31''' comunican con la cámara de trabajo del compresor cerca del pie de las paletas fijas, comunicando estas cámaras respectivamente con los conductos de toma 32, 32', 32'', 32'''. En la forma de realización representada a título de ejemplo estos conductos de toma desembocan en las ranuras anulares 34 previstas en la superficie interior del cilindro 33. En el cilindro 33 se encuentra la corredera circular 35 que se puede desplazar en el sentido del eje del cilindro. Este dispositivo funciona de manera que en caso de carga por desplazamiento de la corredera 35 se pueden variar las secciones de salida de las ranuras anulares 34 que comunican con los conductos de toma individual, pudiéndose las mismas abrir o cerrar por completo. Gracias a esta solución se puede conseguir tomar el agente de trabajo para extraer de un espacio de presión muy reducida, de modo que durante la regulación no haya casi pérdida alguna de trabajo. Con esta solución los conductos de toma pueden ser dispuestos de manera que la parte del compresor de la cual se efectúan las tomas no produzca presión alguna y que solo comprima aquella parte del compresor cuyos conductos de toma están cerrados o fuertemente estrangulados, o que no posee ya conducto alguno de toma. Sin embargo se puede realizar la toma para efectuar en varios puntos del compresor mediante el reiterado empleo del dispositivo de toma representado en la Fig. 2 así como según otras muy diferentes soluciones de construcción.



Para obtener un buen grado de redimimiento es conveniente regular también la cantidad del combustible utilizada para el funcionamiento de la turbina al mismo tiempo que la toma, durante la regulación, de manera que la temperatura media que reina en la turbina no varíe o que sólo varíe en medida reducida. A esto corresponde el procedimiento según el cual la cantidad de calor introducida en el agente de trabajo es regulada de manera que la temperatura del agente de trabajo que entra en la turbina quede aproximadamente constante con carga parcial y con plena carga. Si se quiere mantener la temperatura del compensador térmico sobre un valor constante - por ejemplo para que éste quede siempre en régimen estacionario - es conveniente regular el calor introducido en el agente de trabajo de modo que el calor del agente de trabajo que sale de la turbina quede aproximadamente constante con carga parcial y a plena carga.

El procedimiento y el dispositivo de regulación descritos pueden ser empleados no sólo para las soluciones detalladamente descritas a título de ejemplo, sino también para soluciones que se aparten de las anteriormente descritas. Así, por ejemplo, el compensador térmico 7 puede ser de un tipo cualquiera (pudiéndose también emplear un recuperador) o puede también suprimirse por completo. Se pueden utilizar combustibles muy diferentes, y también combustibles gaseosos, líquidos o sólidos, y la cámara de combustión puede también encontrarse dispuesta, de manera en sí conocida, también detrás de la turbina. El procedimiento puede ser aplicado para compresores o turbinas de una construcción cualquiera, y también cuando se usan varias turbinas y compresores, eventualmente de manera que



los compresores sean accionados solo por algunas de las turbinas y que la carga útil sea llevada por turbinas acopladas en paralelos o en serie con las turbinas anteriores, pero independientemente de aquellas desde el punto de vista mecánico.

En la disposición de la Fig. 1 se pueden también disponer el conducto 17 y el órgano de regulación 18 después de la tubulura de salida de alta presión 9 del compensador térmico 7, de modo que cree una unión entre la tubulura de llegada 12 y la de escape 13 de la turbina. En este caso, al abrirse el órgano 18 de regulación, sólo la turbina es rodeada por el agente de trabajo sustraído. La solución representada por la Fig. 3 puede también ser empleada con la turbina si al mismo tiempo se sustrae del compresor por uno o varios conductos de rodeo cierta parte del agente de trabajo es decir si una fracción del agente de trabajo es dirigida de manera que rodee parcialmente tanto el compresor como la turbina. En este caso, el rotor 21 y el estator 29 representan respectivamente el rotor y el estator de la turbina y el cilindro 33 se une al conducto de escape de la turbina (a la tubulura 13) de modo que gracias a las tomas 32, 32', 32" y 32''' la turbina es también parcialmente eliminada del circuito de trabajo, es decir que en el caso de carga parcial pasa - eventualmente de manera gradual - por una parte de la turbina menos agente de trabajo que ha entrado en el compresor. En este caso la caída de presión que se presenta en la turbina disminuye en el caso de carga parcial también por conducirse la corriente de agente de trabajo parcialmente rodeando la turbina.

Según la invención la guía de una parte del agente de trabajo por un recorrido que rodea por lo menos en parte la turbina tiene doble efecto desde el punto de vista de



270 regulación : por una parte disminuye el trabajo suminis-
trado por la turbina porque la cantidad media de agente
de trabajo que atraviesa la turbina es inferior, y, por
otra parte, la caída de presión que se verifica en la tur-
bina es influida por la característica de la turbina en el
sentido de que la misma será tanto más pequeña cuanto mayor
275 será la cantidad de agente de trabajo desviada. La disminu-
ción de la caída de presión de la turbina reduce también
la potencia. Cuanto mayor es la disminución de la caída de
presión en la turbina, menos agente de trabajo tendrá que
ser desviado para la regulación de una determinada carga
280 parcial, lo cual es ventajoso desde el punto de vista del
grado del rendimiento de la turbina de gas. Como un aumen-
to de la caída de la presión que tiene lugar en la turbina
es idéntica al aumento de presión producido por el compre-
sor, en caso de carga parcial la característica del compre-
285 sor actúa también fuertemente sobre el rendimiento de la
turbina de gas. Especialmente así el aumento de presión
producido en una fase cualquiera del compresor disminuye,
el volumen del agente de trabajo que pasa por unidad de
tiempo aumenta. Es por lo tanto conveniente emplear compres-
290 res y turbinas que posean, por lo menos cerca de la car-
ga normal, una empinada característica presión - volumen.
En estos compresores y turbinas, si la presión antes del
compresor, es decir después de la turbina, es indicado con
 p_0 y la presión después del compresor, es decir antes de
295 la turbina, es p_1 y además si el volumen de gas que entra
en el compresor, es decir que sale de la turbina, durante
la unidad de tiempo en régimen normal es V_n la disminución
de la contrapresión $\frac{\Delta p}{p_0}$ del compresor con respecto a la



300 presión de llegada será cerca del régimen normal superior
al aumento de volumen $\frac{\Delta V}{V_n}$ del gas aspirado por unidad
de tiempo con respecto al volumen de gas impelido en régi-
men normal en el compresor. Precisamente en este sentido
en las turbinas de característica de fuerte inclinación
la disminución de presión de entrada $\frac{\Delta p}{p_0}$ con respecto a
305 la contrapresión es superior cerca del régimen normal a
la disminución del volumen de gas que sale de la turbina
con respecto al volumen de gas $\frac{\Delta V}{V_n}$ que sale de la turbina
en régimen normal, entendiéndose $\frac{\Delta p}{p_0}$ y $\frac{\Delta V}{V_n}$ en valo-
res absolutos tanto en la turbina como en el compresor.

310 El empleo de tales turbinas y compresores en el mar-
co de la invención suministra, según lo antes expuesto,
rendimientos de carga fraccional más favorables que el em-
pleo de las máquinas de característica llana.

REIVINDICACIONES

Se reivindican :

- 315 1). La propiedad y explotación exclusivas de un procedi-
miento de regulación de un grupo de máquinas que comprende
un compresor, una turbina de gas y eventualmente un com-
pensador térmico, caracterizado por que, para producir una
carga parcial se extrae del ciclo de trabajo, antes de la
320 entrada en la turbina y sin haber suministrado trabajo una
fracción regulable del agente de trabajo que entra en el
compresor.
- 2). Un procedimiento según la reivindicación 1) caracte-
rizado por el hecho de que una parte del agente de trabajo
325 llevado al compresor es extraída del ciclo de trabajo en
por lo menos un punto de toma del compresor.
- 3). Un procedimiento según la reivindicación 1) o 2) carac-



330

terizado por el hecho de que una fracción del agente de trabajo conducido a la turbina es extraída de la turbina en por lo menos un punto de toma, sin suministrar trabajo ulterior.

335

4). Un procedimiento según las reivindicaciones 1), 2) o 3) caracterizado por el hecho de que durante la variación de la potencia de la turbina de gas la cantidad de calor introducida en el agente de trabajo comprimido por el compresor es regulada de manera que la temperatura del agente de trabajo que entra a la turbina queda prácticamente constante, dentro de ciertos límites de carga, con plena carga y carga parcial.

340

5). Un procedimiento según las reivindicaciones 1), 2), o 3) caracterizado por el hecho de que durante la variación de la potencia de la turbina de gas la cantidad de calor introducida en el agente de trabajo comprimido por el compresor es regulada de manera que la temperatura del agente de trabajo que sale de la turbina queda prácticamente constante dentro de ciertos límites de carga con plena carga y carga parcial.

345

350

6). Un dispositivo para la realización del procedimiento según la reivindicación 1) caracterizado por un conducto que une la corriente de agente de trabajo, entre la entrada en el compresor y a la de la turbina, a un espacio que se encuentra a la presión inferior del ciclo de trabajo, en el cual se encuentra un órgano de regulación susceptible de variar la sección hasta el cierre total.

355

7). Un dispositivo para la realización del procedimiento según la reivindicación 2), y respectivamente un dispositivo según la reivindicación 6), caracterizado por el hecho de que para la toma de una fracción del agente de trabajo del ciclo de trabajo entre las fases del compresor hay por



360 lo menos un conducto de toma, que comunica con el espacio de trabajo del compresor, en el cual se encuentra un órgano de regulación susceptible de variar la sección hasta su cierre total.

365 8). Un dispositivo según la reivindicación 6) caracterizado por un conducto de rodeo, entre los conductos de entrada y de salida de la turbina, en el cual se encuentra un órgano de regulación susceptible de variar la sección.

9). Un dispositivo según una cualquiera de las reivindicaciones 6) a 8) para la realización del procedimiento según la reivindicación 3) caracterizado por el hecho de que, entre las fases de la turbina, está previsto por lo menos un conducto de rodeo que comunica con el espacio de presión inferior del ciclo de trabajo y en el cual se encuentra un órgano de regulación susceptible de variar la sección.

375 10). Un dispositivo según una cualquiera de las reivindicaciones 6) a 9) caracterizado por un compresor que posee una característica presión-volumen de gran inclinación.

11). Un dispositivo según una cualquiera de las reivindicaciones 6) a 10), caracterizado por una turbina de gas que posee una característica presión-volumen de gran inclinación

380 12). Un procedimiento y un dispositivo según las anteriores reivindicaciones caracterizados por constituir esencialmente :

385 " PROCEDIMIENTO Y DISPOSITIVO PARA LA REGULACION DE LAS TURBINAS DE GAS " . - - - - -

Consta la presente Memoria descriptiva de 13 hojas numeradas y mecanografiadas en una sola cara a las que se adjunta un plano para su mejor comprensión.

Sevilla, 10 de Julio de 1939, Año de la Victoria.

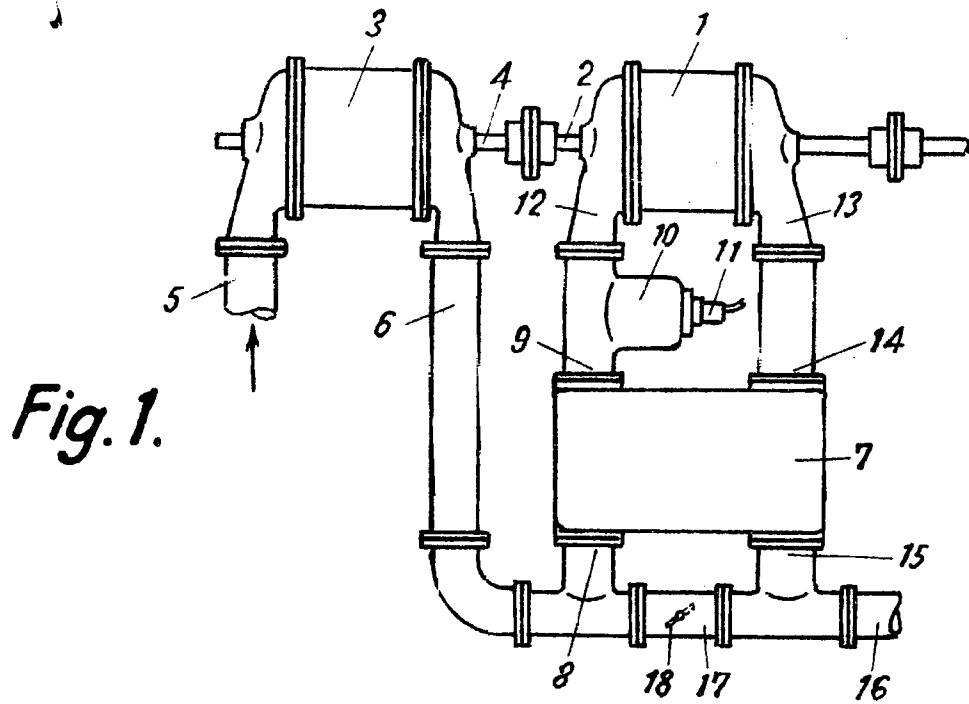


Fig. 1.

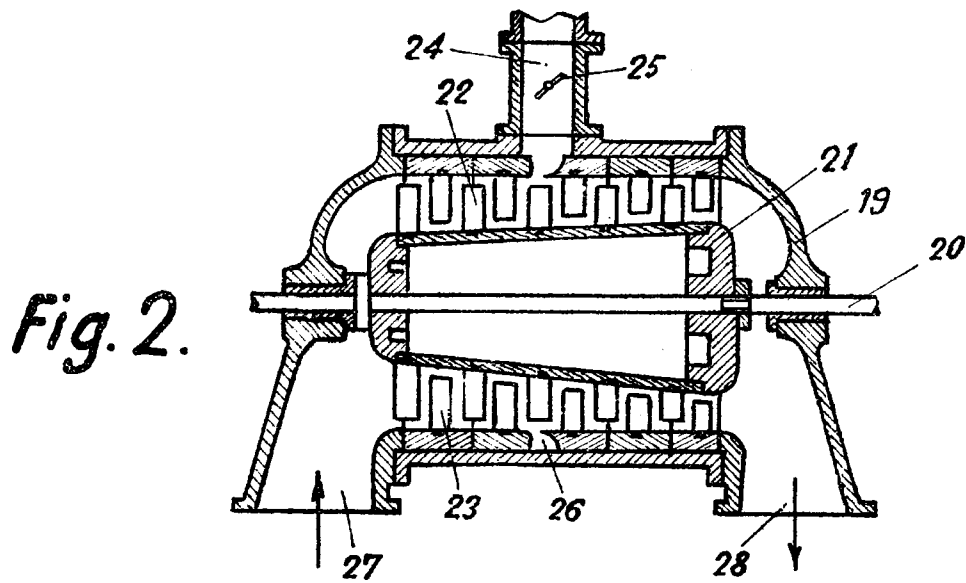


Fig. 2.

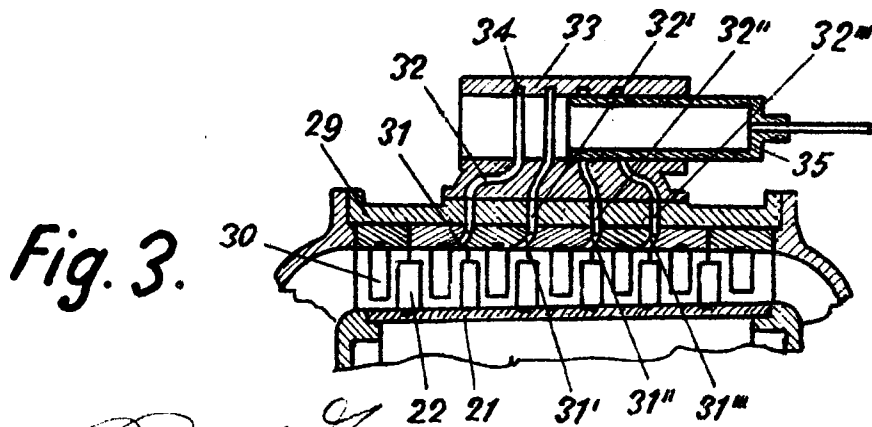


Fig. 3.

R. Delgado y Cia