



M E M O R I A   D E S C R I P T I V A

que se acompaña

a la

solicitud de una patente de invención por veinte años en España

a favor de

Monsieur Herbert Alfred HUMPHREY y la Sociedad SYNTHETIC AMMONIA  
& NITRATES LIMITED domiciliados ambos en BELLINGHAM Royal Street  
nº 3 (Inglaterra)

por

PERFECCIONAMIENTOS INTRODUCIDOS EN LA PRODUCCION DE GASES COM -  
BUSTIBLES.

==oOo==

Esta invención se refiere a la producción de gases combustibles partiendo de un combustible pulverizado o atomizado.

Se sabe que los ensayos hechos hasta ahora a fin de transformar el combustible pulverizado en gas de gasógeno u otro gas análogo no han tenido éxito en la práctica, lo cual probablemente es debido a que las condiciones de trabajo con el combustible en polvo son tales, que la experiencia adquirida en la conducción de gasógenos habituales no puede casi nada servir de guía en este nuevo terreno. En un gasógeno ordinario el aire y el vapor admitido comienzan a reaccionar en las primeras partes de la masa de combustibles y esto a una temperatura relativamente baja (600º C. alrededor); los productos de la reacción que contienen una fuerte proporción de anhídrido carbónico, recorren a continuación las partes más calientes de la masa de combustible a las cuales ha sido suministrado el calor por esta combustión. Los gases de combustión son así sometidos a una temperatura elevada en contacto íntimo con el carbono y su anhídrido carbónico se reduce en óxido de carbono. Los gases de combustión atraviesan a continuación las partes restantes



mas frias, de la masa de combustible y abandonan el gasogeno antes de que haya podido producirse una inversion apreciable de la reaccion  $C + CO_2 = 2 CO$ . Pero no se puede esperar el llegar a obtener esta sucesion de fenomenos si se emplea combustible en polvo. En efecto si una parte del combustible es quemada en estado de anhídrido carbonico, no se dispone de ningun medio para reducirla a continuacion en oxido de carbono puesto que hace falta el contacto intimo con el carbono a alta temperatura, necesario a este efecto. En la combustion de combustible en polvo no puede haber alli zonas correspondientes de diferentes temperaturas, a causa de la suspension de las particulas de combustible en el chorro de gas. Ademas, el combustible ocupa un espacio muy pequeño en comparacion con el que ocupan los gases y en estas condiciones la reduccion del anhídrido carbonico por el carbono no puede ser eficaz.

Segun la presente invencion, se quema el combustible pulverizado con aire y con vapor a fin de eliminar las reacciones perjudiciales que tienden a producirse al principio cuando se deja efectuarse la combustion a una temperatura relativamente baja, por ejemplo inferior a  $900^{\circ} C$ . La supresion de estas reacciones iniciales perjudiciales y los metodos empleados a este efecto constituyen las características esenciales de esta invencion.

El procedimiento segun la invencion consiste en hacer reaccionar a muy alta temperatura el combustible pulverizado con el vapor y el oxigeno (puro o bajo forma de aire ordinario o enriquecido) fuertemente calentado, de manera que se realice en condiciones favorables a la produccion de oxido de carbono y de hidrogeno y desfavorables a la existencia de anhídrido carbonico y de hidrocarburo siendo mantenida esencialmente esta temperatura elevada por el de que se reenvia a la camara de combustion una parte anormalmente grande del calor disponible de los gases de la combustion, bajo la forma de un calentamiento previo de los gases entrantes, siendo



calentados estos a una temperatura muy elevada por ejemplo 1000° C. Los reactivos gaseosos franquean así, antes de encontrar el combustible las temperaturas a las cuales puede producirse las reacciones perjudiciales, de suerte que cuando se efectúa la reacción, no da lugar mas que a los productos que se desea obtener. Los cambiadores de calor en los cuales se hace el calentamiento previo de los gases entrantes por los gases de combustión, forman una parte esencial del aparato y se ha encontrado que solamente con la ayuda de un calentamiento previo muy eficaz e intenso (por ejemplo a 1000° C.) es posible mantener en la zona de combustión una temperatura elevada (por ejemplo 1300° C.) y eliminar las reacciones perjudiciales antes dichas. Se emplea por tanto cambiadores de calor cuyas dimensiones o eficacia son anormales en esta rama de la producción de gases por medio de combustible pulverizado. Se desprende que este calentamiento previo extremadamente intenso, exige aparatos de una forma y de una construcción radicalmente diferentes de las empleadas hasta ahora con fines analogos. Aunque de una manera general, se ha propuesto ya calentar los gases antes de su entrada en un gasogéneo pero el calentamiento tal como ha sido realizado anteriormente sería insuficiente por completo para responder a las exigencias del presente procedimiento.

Para la puesta en ejecución de la invención, se ha encontrado que los cambiadores de calor contruidos siguiendo el principio de los regeneradores pueden convenir muy bien pero otros tipos de cambiadores tales como los recuperadores, pueden también ser empleados.

A menos de que no se disponga de una fuente de oxígeno barata, (como en el caso en que el aire es líquido para producir el azoe, con el óxido como subproducto) es necesario emplear aire en la cámara de combustión y por consecuencia los productos gaseosos del procedimiento contendrán una cierta cantidad de azoe. Es verdad que la presencia del azoe quita valor a los gases combustibles ob-



tenidos pero, según esta invención, la proporción de azoe obtenida en estos gases está reducida al mínimo posible. Al mismo tiempo el otro constituyente/<sup>in</sup>combustible y por consecuencia superfluo, de estos gases, es decir el anhídrido carbónico, está prácticamente eliminado y el resultado neto del procedimiento es producir una cantidad total máxima de óxido de carbono y de hidrógeno por unidad de peso de carbono quemado.

La forma preferida del procedimiento y los aparatos va a describirse ahora con referencia a los dibujos adjuntos.

Las figs. 1, 2 y 3 representan diferentes cortes horizontales del aparato y las figs. 4 y 5 son cortes verticales por las líneas indicadas sobre las figs. 1 y 3.

El aparato puede ser considerado como una de las unidades de un grupo o de una instalación, comprendiendo cada aparato dos cámaras de combustión, provistas cada una de un regenerador destinado a servir de depósito de calor. En general se utilizará para la construcción una obra de albañilería de ladrillos refractarios, capaz de resistir las temperaturas elevadas que reinan en el aparato. Otras materias refractarias pueden ser empleadas allí donde se juzgue conveniente, o bien las superficies de los ladrillos pueden estar revestidas de una capa de materia refractaria. Es importante reducir tanto como sea posible la pérdida de calor del sistema y en consecuencia, las cámaras de combustión y los regeneradores pueden estar rodeados de una materia calorífuga. Sobre la fig. 1 las cámaras de combustión 1 y 2 y sus regeneradores respectivos 3 y 4 están representados rodeados completamente de albañilería de ladrillo refractario 5. La pared exterior 6 del aparato se hace ventajosamente en ladrillos rojos, pero entre esta pared y la interior de ladrillos refractarios es bueno interponer una capa de tierra apisonada como se ha indicado en 7 en las figuras 2 y 3. La pared exterior 6 debe estar soportada por una armazón en acero indicada en 8 en la figura 1 y el conjunto del aparato está construido sobre



cimentacion en cemento armado 9 (figs.4 y 5) S

Sobre la fig, 4 se ve la camara de combustion 2 y el regenerador 4. El combustible pulverizado se introduce por el inyector 10 y atraviesa la tobera 11. Suponemos que el regenerador ha alcanzado (de una manera que se describira a continuacion) en toda su masa una temperatura muy elevada, por ejemplo superior a 1000° C., y esta por consecuencia pronto para servir de recalentador para el aire y el vapor destinados a la camara de combustion. Cantidades apropiadas de aire y de vapor son insufladas por el orificio 12 y se elevan por los canales 13 del regenerador, reuniendose las corrientes separadas en el espacio 14. La continuacion del trayecto de los gases se continua por los canales descendentes 15 del regenerador y en el momento en que los gases abandonan estos canales, han sido calentados al grado deseado, es decir 1000° C., Los gases calientes se elevan entonces al espacio 16 y alcanzan el canal horizontal 17 en el cual penetra el inyector 10 del combustible pulverizado. En la tobera o mechero 11 el aire caliente y el vapor encuentran el combustible que desciende y este ultimo arde en una capa de fuego.

La temperatura de la llama depende las proporciones de las materias que reaccionan y de la temperatura a la cual el aire y el vapor han sido calentados; para mantener la reaccion en la intensidad deseada y entretener las temperaturas de calefaccion, las cantidades de aire y de vapor son reguladas en harmonia con la velocidad de llegada del combustible. Para que todo el combustible pueda ser consumido durante su caida en la camara de combustion, debe suministrarse un ligero exceso de aire o de vapor de preferencia de vapor.

Las cenizas procedentes del combustible caen sobre el fondo inclinado 18 y se reunen en la parte inferior de este; si son liquidas se puede ventajosamente dejarlas vaciarse de tiempo en tiempo, pero en todos los casos, los residuos no quemados reunidos en 18 pueden



ser retirados periodicamente por las puertas de limpieza 19 con la ayuda de un aparato apropiado cualquiera.

Los gases producidos (consistentes principalmente en hidrogeno, en oxido de carbono y en azoe) habiendo abandonado la zona de combustion descienden por la camara 2 y pasan bajo la boveda 20 para entrar en un espacio tortuoso 21 y elevarse a continuacion a la otra camara de combustion 1 (ver fig.5) que esta inactiva cuando la camara 2 esta en funcionamiento. Estos gases muy calientes atraviesan a continuacion el regenerador 3, al cual ceden su calor, y salen finalmente del aparato por el orificio 22 (fig.3) en estado relativamente frio. El calor disponible que pueden contener aun los gases combustibles puede ser utilizado por ejemplo para producir vapor en una caldera.

Debe notarse que los productos gaseosos de la combustion recorren en el aparato un trayecto que es inverso al trayecto correspondiente seguido por el aire y el vapor a su entrada. Cuando la operacion ha sido continuada durante un tiempo suficientemente largo para que uno de los regeneradores no pueda suministrar al aire y al vapor nada mas que justo el calentamiento necesario, el otro regenerador habra llegado a estar suficientemente caliente para permitir efectuar una inversion. En este momento se acciona la valvula de inversion apropiada (no representada) y el aire y el vapor seran enviados por el orificio 22 y por el regenerador 3 a la camara de combustion 1 mientras que el combustible pulverizado es alli enviado por un inyector tal como 10 (fig.1), siendo puesto fuera de accion el inyector de la camara 2. Mediante inversiones periodicas, la produccion de los gases combustibles puede hacerse de manera continua y el gas producido, analizado en el momento en que abandona la camara de combustion, puede tener la composicion siguiente:



óxido de carbono	38,4 %
hidrógeno	12,7 %
Azoe	48,9 %

Una mezcla gaseosa semejante puede ser utilizada como gas de fuerza motriz o bien puede ventajosamente ser tratada por los procedimientos conocidos para dar una mezcla de azoe y de hidrógeno, o aun del hidrógeno puro. Una mezcla de azoe y de hidrógeno conveniente para la síntesis del amoníaco se obtiene, cuando se agrega vapor a la mezcla de hidrógeno, óxido de carbono y azoe, y se somete la mezcla a la acción de un óxido de hierro o de otro catalizador apropiado, a una temperatura apropiada. Siguiendo este procedimiento conocido, todo el óxido de carbono menos una mínima proporción, puede ser reemplazado por un volumen igual de hidrógeno siguiendo la ecuación:



Después de retirar los gases constituidos por el anhídrido carbónico, el exceso de vapor y la pequeña cantidad de óxido de carbono, la relación del azoe con el hidrógeno en la mezcla gaseosa puede hacerse igual a 1:3 por la adición de cantidades apropiadas de hidrógeno procedente de otra fuente, y la mezcla conviene entonces para la síntesis del amoníaco. Debe notarse que si se emplean cantidades convenientes de oxígeno e igualmente de aire en el presente procedimiento, es perfectamente posible preparar directamente una mezcla gaseosa tal como la siguiente:

Óxido de carbono	55,4 %
Hidrógeno	19,6 %
Azoe	25,0 %

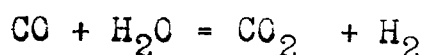
Después de haber transformado el óxido de carbono en un volumen igual de hidrógeno, la mezcla gaseosa resultante contendrá aproximadamente tres volúmenes de hidrógeno por un volumen de azoe y no será necesario emplear el hidrógeno suplementario procedente de



otros orígenes para obtener la relación estequiométrica correcta para la síntesis del amoníaco.

La presente invención es particularmente útil para la preparación de una mezcla de azoe y de hidrógeno para la síntesis del amoníaco, visto que a las temperaturas elevadas a las cuales se produce la mezcla gaseosa inicial es imposible que puedan existir hidrocarburos inertes tales como en metano y por consecuencia la mezcla final de azoe y de hidrógeno obtenida está sensiblemente exenta de estos compuestos. Este hecho presenta una importancia considerable.

Se ha mencionado ya que se prefiere emplear en el presente procedimiento un exceso de vapor de manera que se asegure la gasificación completa del combustible con la cantidad mínima de aire. El exceso de vapor existente en los gases combustibles sirve como una parte del vapor necesario para la reacción:



y el vapor que es preciso agregar al gas para obtener esta transformación es por consecuencia un poco menor del que sería necesario de otra manera. Este vapor suplementario puede ser producido en una caldera para cuya calefacción se puede hacer intervenir el calor disponible aun contenido en los gases combustibles al abandonar el regenerador. Se puede también hacer circular los gases combustibles en contacto con el agua caliente y hacerlos así absorber suficientemente vapor para la reacción subsiguiente. Esta forma de agregar la cantidad necesaria de vapor no es solamente un método eficaz para la utilización del calor disponible de los gases que salen sino que al mismo tiempo asegura el lavado completo de estos y la eliminación de la suciedad de los gases antes de que hagan contacto con la materia catalítica.

Si se desea, se puede hacer de tal forma que esta reacción catalítica se opere en parte o totalmente en el mismo horno. Para obtener estos resultados, se puede recubrir las paredes del genera-



dor de una manera catalitica o disponer de otra manera el catalizador de suerte que este en contacto con los gases de combustion, o bien pueden establecerse camaras independientes para el catalizador. La reaccion entre el oxido de carbono y el vapor de agua para producir hidrogeno y acido carbonico es exotermica y suministra por consecuencia calor al aparato. La temperatura optima para la reaccion es 500<sup>o</sup> C. alrededor y por esta causa las partes mas frias del regenerador convendran lo mejor posible en esta circunstancia. Pueden tomarse medidas para introducir el vapor suplementario necesario en un sitio cualquiera del regenerador o en las camaras independientes de catalisis si se hace uso de ella.

Se puede emplear practicamente todas las clases de combustible pulverizado o atomizado para la realizacion de la presente invencion. Cuando se utiliza carbon pulverizado, las proporciones de aire y de vapor necesarias para su combustion variaran segun el porcentaje de compuestos volatiles contenidos en el carbon.

#### N O T A.

La presente invencion comprende las siguientes reivindicaciones:-

1<sup>a</sup>. Procedimiento para la produccion de un gas combustible por medio de un combustible pulverizado, caracterizado en que se hace reaccionar el combustible pulverizado sobre vapor y oxigeno fuertemente calentados previamente a una temperatura muy elevada, de manera que las condiciones sean favorables a la produccion de oxido de carbono y desfavorables a la existencia de acido carbonico y de hidrocarburos, siendo mantenida esta temperatura elevada esencialmente por el hecho de que se reenvia a la camara de combustion una proporcion anormalmente grande del calor disponible de los productos gaseosos calientes, bajo la forma de un calentamiento previo de los gases entrantes, de tal suerte que estos gases son calentados a una temperatura superior a 900<sup>o</sup> C.

2<sup>a</sup>. Procedimiento segun la reivindicacion 1 caracterizado en que la temperatura de la zona de combustion esta mantenida proxicamente



a 1300° C. mientras que los gases recalentados entran a una temperatura de 1000° C. aproximadamente.

3°. Procedimiento según las reivindicaciones 1 y 2 caracterizado en que se hace uso, para la combustión, de la mayor cantidad de vapor compatible con la conservación de la temperatura elevada necesaria.

4°. Procedimiento según las reivindicaciones 1, 2 o 3 caracterizado en que un exceso suficiente de vapor se emplea para asegurar la gasificación completa del combustible.

5°. Procedimiento según las reivindicaciones 1, 2 o 3 caracterizado en que la mezcla resultante compuesta de óxido de carbono y de hidrógeno es puesta en reacción con el vapor en presencia de un catalizador apropiado, de manera que el calor suministrado por esta reacción exotérmica contribuye a mantener la temperatura elevada del horno.

6°. Procedimiento según las reivindicaciones 1, 2, 3 o 4 caracterizado en que se introduce entre los cuerpos en reacción cantidades de oxígeno tales que se produce una mezcla gaseosa conteniendo una parte (en volumen) de azoe por tres partes de óxido de carbono y de hidrógeno tomados juntos.

7°. Procedimiento según las reivindicaciones 1, 2, 3, 4 o 5 caracterizado en que el calentamiento previo de las materias gaseosas que participan en la reacción es efectuado alternativamente en dos regeneradores uno de los cuales calienta las materias gaseosas para la reacción mientras que el otro es calentado por el paso al regenerador, de los productos gaseosos resultantes.

8°. Aparato para la producción continua de gases combustibles funcionando de la manera indicada en la reivindicación 7 y comprendiendo dos cámaras de combustión para el combustible pulverizado provistas cada una de un regenerador de dimensiones apropiadas, estando unidas las dos cámaras de combustión una a otra de manera que los gases calientes producidos por la combustión del combustible



pulverizado en una de las camaras abandonen esta camara para pasar por la otra camara y a continuacion por el regenerador correspondiente mientras que las materias gaseosas que entran para participar en la reaccion pasan por el otro regenerador previamente calentado durante el ciclo inverso.

9º. En resumen reivindicó como de mi exclusiva invencion y como objeto sobre el que ha de recaer la patente que se solicita por veinte años en España PERFECCIONAMIENTOS INTRODUCIDOS EN LA PRODUCCION DE GASES COMBUSTIBLES.

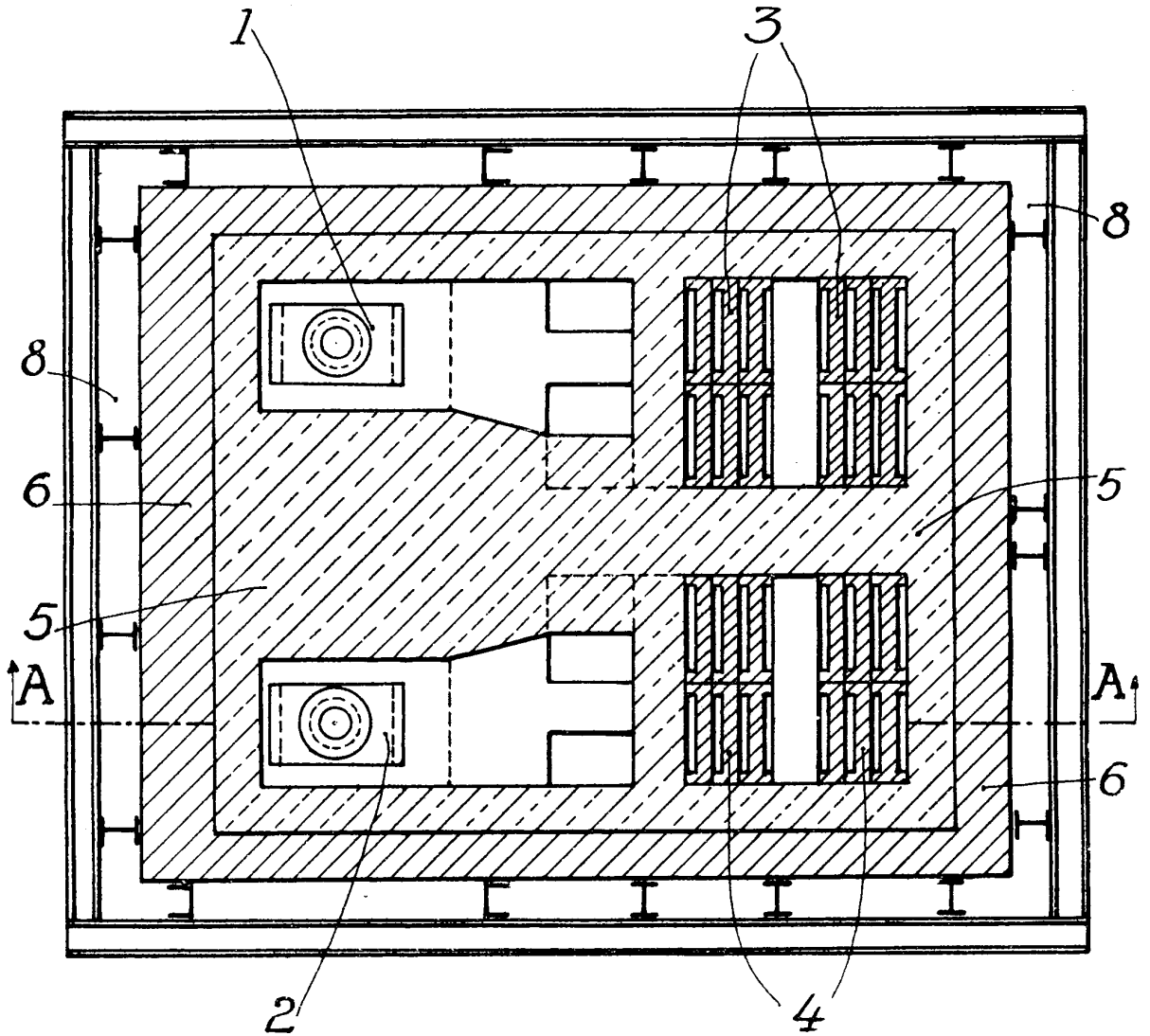
Todo conforme queda descrito en la presente memoria que consta de once hojas escritas a maquina por un solo lado y dibujos que se acompañan a la misma.

MADRID el 19 de septiembre de 1925.

*Agustín Ugarte*  
*p. p. Miguel Ugarte*



Fig.1.



OBJETO VARIABLE

Madrid 10 de SEPTIEMBRE de 1980

*Miguel Unzueta*

Fig. 2

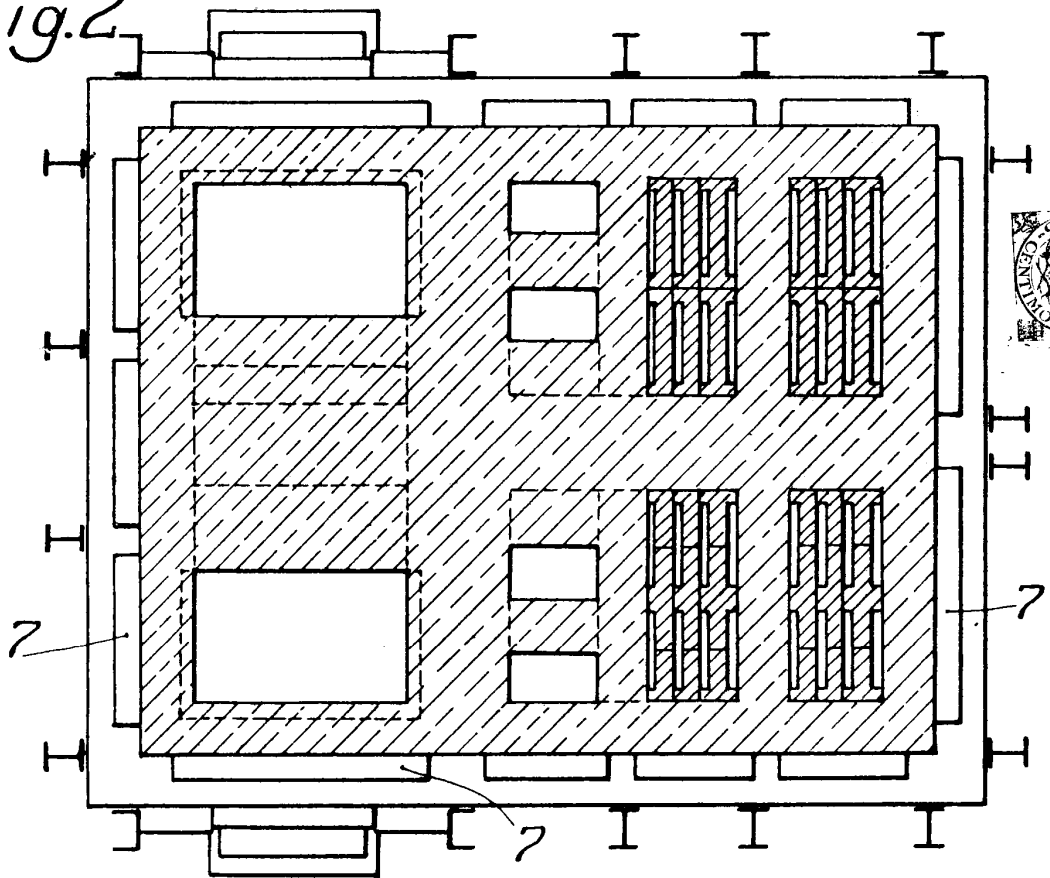
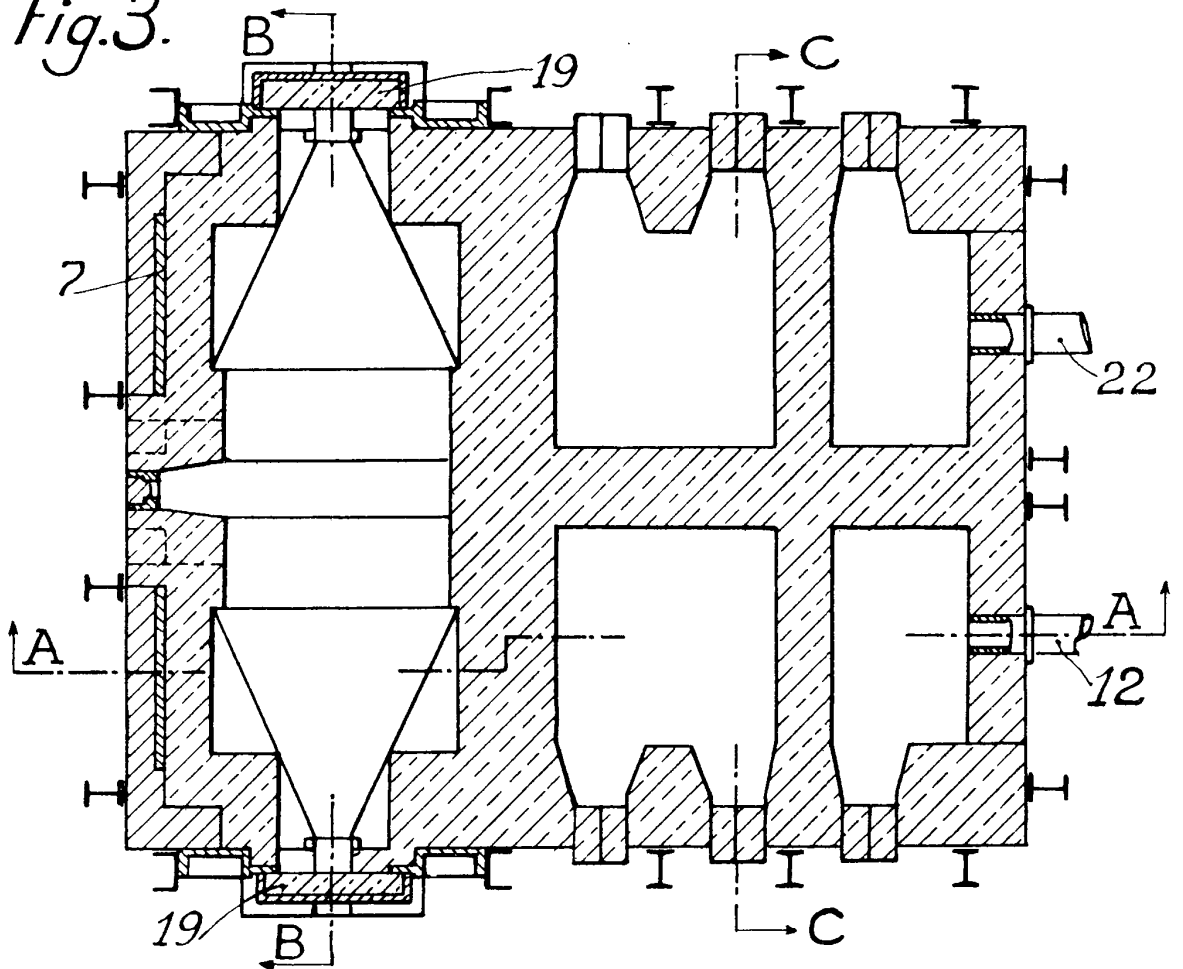
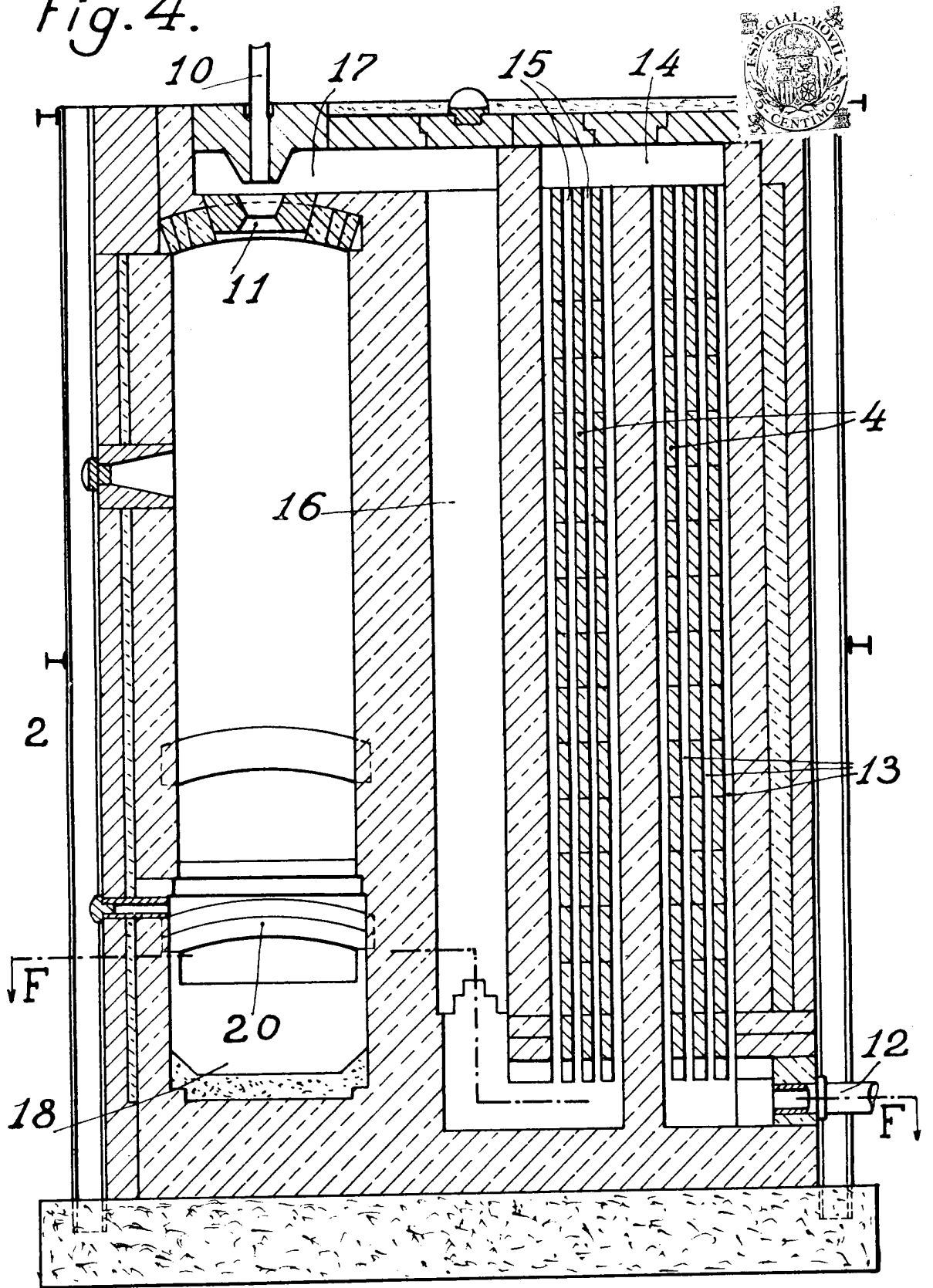


Fig. 3



*Signal Wagner*

Fig. 4.



Madrid, 20 de Septiembre de 1920

Miguel Uguro

Fig. 5.

