



26 7017

267017

P A T E N T E D E I N V E N C I O N

a favor de:

KLOCKNER-HUMBOLDT-DEUTZ AG., de nacionalidad alemana, residente en Köln-Deutz, Deutz-Mülheimer-Strasse 149-155 (República Federal Alemana), por:

"MOLINO Y PROCEDIMIENTO PARA LA MOLIENDA FINA DE MATERIAS NATURALES O SINTETICAS".

-----

Memoria descriptiva

La presente invención se refiere a un molino para la molienda fina de materias naturales o sintéticas, provisto de un tambor de molienda que contiene una carga de cuerpos molidores. Tales molinos son conocidos con el nombre de molinos de tubo, de tambor, de bolas o de criba y bolas, empleándose prevalentemente para la molienda de materias a granulometrías algo inferiores a 0,2 mm. En los molinos anteriormente descritos, se pone en rotación el tambor de molienda, arrastrando el mismo hasta una altura determinada la carga de cuerpos de molienda contenida en su interior. La carga de cuerpos de mo-

5

10



287017

15 lienda es elegida tan grande que los distintos cuerpos moledores de cuando menos la parte predominante de la carga se encuentran muy cerca uno de otro incluso durante el funcionamiento del molino. Al girar el tambor, se forma en su interior un talud de cuerpos moledores por el cual los cuerpos mismos ruedan o caen a modo de cascada a las grandes velocidades de rotación del tambor de molienda, realizando así la labor de molienda deseada. En los molinos conocidos, la velocidad de rotación del tambor de molienda no debe ser elegida tan grande que toda la

20 carga de cuerpos moledores, o una parte de ella, sea arrastrada durante toda la rotación a consecuencia de la fuerza centrífuga, ya que en tal caso dichos cuerpos moledores quedan eliminados para la labor útil de molienda. El número de rotaciones del tambor con el cual se alcanza una fuerza centrífuga igual

25 al peso de un cuerpo molidor que gire a la misma velocidad es indicado con el nombre de número crítico de revoluciones y se calcula de acuerdo con la fórmula

$$n_c = \frac{42,3}{\sqrt{D}}$$

30 En general, la velocidad de rotación real es un 50 - 70% de la velocidad crítica.

35 La energía que se necesita en estos molinos para la molienda depende ante todo de la dureza del producto que se quiere moler, así como del grado de molienda. Sin embargo, sólo una infima fracción de la energía empleada es transformada en trabajo útil de molienda. La parte con mucho mayor de la energía que hay que emplear se pierde, para la operación de molienda propiamente dicha, en forma de energía térmica o similares. En general, sólo un 1 - 2% de la energía aportada es transformado



267017

40 en trabajo efectivo de molienda. Además, a un determinado moli  
no provisto de una determinada carga de cuerpos moledores no  
puede alimentarse sino una bien determinada energía máxima, de  
modo que, para un determinado resultado de molienda, el rendi-  
45 miento máximo de un molino está previsto desde un principio a  
base de la energía máxima que puede alimentársele.

Según una proposición que no pertenece al nivel de la téc-  
nica, la capacidad de un molino tiene que ser elevada eligiendo  
una velocidad de revolución superior a la velocidad crítica del  
tambor de molienda, mientras que la carga de cuerpos moledores  
50 se mueve todavía a una velocidad inferior a la crítica. Hacie-  
do trabajar así un molino, debe poderse alimentar una energía  
máxima superior. Pero, también en este caso, dicha cantidad de  
energía es limitada.

La presente invención se propone crear un molino en el cual  
55 queda prácticamente suprimida la limitación de la energía máxi-  
ma que hay que alimentar, y por tanto la del rendimiento y res-  
pectivamente del grado de molienda. Se resuelve este problema  
previendo en el interior del tambor un cuerpo rotatorio cuyo  
eje de rotación es por ejemplo paralelo al eje del tambor de  
60 molienda, y previsto de modo que se extiende hasta dentro de  
la carga de cuerpos moledores con cuerpos muy próximos entre  
sí, influyendo en la velocidad de movimiento de la carga de  
cuerpos moledores. En este molino, la velocidad de movimien-  
to de la carga de cuerpos moledores depende no sólo de la  
65 velocidad de rotación del tambor moledor, sino también pre-  
valentemente, y precisamente de manera ventajosa, de la del  
cuerpo rotatorio. Para conseguir un buen trabajo de molienda,  
es importante el que a la carga de cuerpos moledores le sea co



26 70 17

70 municada, mediante una conveniente elección de la velocidad angular del tambor de molienda y del cuerpo rotatorio, una velocidad distinta de la velocidad angular del tambor moledor. Por tanto, se pueden accionar en sentidos contrarios el cuerpo rotatorio y el tambor de molienda consiguiendo de este modo un  
75 efecto moledor particularmente bueno. También es posible hacer girar el tambor de molienda y el cuerpo rotatorio, y por tanto la carga de cuerpos moledores o también uno solo de ellos, a una velocidad superior a la crítica, siempre que exista una diferencia en el nivel absoluto de velocidad angular. Por tanto,  
80 en lo que concierne el grado de rendimiento y de molienda, el efecto de molienda puede ser regulado ventajosamente mediante una correspondiente elección del nivel absoluto de las velocidades angulares del cuerpo rotatorio y del tambor de molienda.

Si el cuerpo rotatorio y el tambor de molienda giran en el  
85 mismo sentido de rotación, solamente una de estas dos partes rotatorias del molino necesita ser accionada. La energía que se deriva arbol de la parte que gira más lentamente puede ventajosamente volver a ser conducida al sistema de accionamiento de la otra parte, con lo cual se consigue un ahorro en la energía total que hay que emplear.  
90

Según un ulterior desarrollo de la invención, se le comunica a la carga de cuerpos moledores una velocidad superior a la crítica, en cuyo caso, como se ha dicho, tiene que haber una diferencia entre la velocidad angular de la carga de cuerpos moledores y la del tambor de molienda, si se quiere conseguir un  
95 buen efecto de molienda. A una velocidad superior a la crítica, los cuerpos moledores son oprimidos hacia fuera por la fuerza centrífuga, de modo que se realiza una labor de molienda particularmente avanzada. Sin embargo, es también posible, naturalmen

257017



100 te, hacer que la carga de cuerpos moledores o el tambor de mo-  
lienda, o ambos, se muevan en un campo de velocidad inferior  
a la crítica, teniendo que haber, también en este caso, una  
constante diferencia de velocidad entre la carga de cuerpos  
105 moledores y el tambor de molienda. Cuanto más grande es esta  
diferencia de velocidad, tanto mayor es el trabajo de molien-  
da realizado, y por tanto el rendimiento del molino. Si la  
velocidad de rotación del cuerpo rotatorio, y por tanto la ve-  
locidad de movimiento de la carga de cuerpos moledores es un  
300% del número de revoluciones crítico y la velocidad de ro-  
110 tación del tambor de molienda es aproximadamente un 500% de  
su número crítico de revoluciones, girando ambos en el mismo  
sentido, se alcanza un rendimiento aproximadamente triple del  
rendimiento de un molino de bolas de iguales dimensiones e  
igual carga de cuerpo moledores que funcione de manera conoci-  
115 da. Si, por el contrario, a la velocidad de rotación anterior-  
mente mencionada del cuerpo rotatorio, el tambor de molienda  
queda inmóvil, se alcanza un rendimiento casi cuádruple, mien-  
tras que se consigue un rendimiento ocho veces mayor cuando  
el tambor de molienda gira en sentido contrario también a un  
120 300% del número crítico de revoluciones.

Dentro de los límites de la invención, no tiene importan-  
cia esencial alguna el material de los cuerpos moledores. Así,  
por ejemplo, puede verificarse en el molino incluso una molien-  
da autógena. Se entiende con ello una molienda en la cual los  
125 cuerpos moledores están constituidos por trozos más grandes  
del mismo material que el producto para moler. En muchos casos,  
la molienda autógena ofrecerá especiales ventajas porque, con  
ella, el coeficiente de rozamiento es superior al de la molien-  
da con bolas de acero o similares.



26701

130

Según un ulterior desarrollo de la invención, el cuerpo rotatorio dispuesto en el interior del tambor de molienda está ventajosamente constituido por elementos sustentadores radiales sujetos a un árbol, como por ejemplo brazos sustentadores o discos provistos de perforaciones, a cuyos extremos están sujetos brazos revolvedores de ejes paralelos. Como se ha dicho anteriormente, ello tiene el fin de influir sobre la velocidad de la carga de cuerpos molidores de forma que resulte una diferencia entre la velocidad de movimiento de la carga de cuerpos molidores y la velocidad de rotación del tambor de molienda.

135

140

Al propio tiempo, provocará por regla general una revolución de la carga de cuerpos molidores. Por velocidad de movimiento de la carga de cuerpos molidores, tiene que entenderse la velocidad media de dicha carga.

145

Según un ulterior desarrollo de la invención, con una velocidad de la carga de cuerpos molidores superior a la crítica, es posible disponer verticalmente el eje del molino. Con ello, se consigue un considerable ahorro de espacio, que - en caso de reducidas condiciones de espacio, como por ejemplo cuando se amplían ulteriormente los molinos o similares - es muy ventajoso. Sin embargo, en la mayoría de los casos, y según la velocidad deseada de paso del producto para moler, se dispondrá el eje del molino horizontal o inclinado.

150

En el dibujo se ha representado un ejemplo de realización del molino según la invención, y precisamente muestran:

155

La Fig. 1, un molino en sección longitudinal,

La Fig. 2, una sección transversal del molino por la línea II-II de la Fig. 1 en estado de funcionamiento a una velocidad de la carga de cuerpos molidores superior a la crítica.

El molino representado en el dibujo está previsto de modo



267017

160 que a la carga de cuerpos molidores puede comunicarsele una velocidad superior a la crítica. Dicho molino posee un tambor de molienda 1, por ejemplo cilíndrico, provisto de dos paredes frontales cónicas 2 y 3. El tambor de molienda es puesto en rotación mediante la corona dentada 4 sujeta a su circunferencia, estando  
165 montado por sus extremos de manera giratoria, mediante los cuellos 5 y 6, en cojinetes 7 y 8.

En el interior del tambor de molienda 1 está previsto un cuerpo rotatorio, constituido por un árbol 9, cuyo eje coincide por ejemplo con el eje del tambor de molienda 1. Sobre el árbol  
170 están previstos a determinados intervalos unos discos radiales 10, por ejemplo circulares, provistos de perforaciones para el paso del producto destinado a ser molido. En su periferia exterior, los discos 10 llevan una serie de barras revolvedoras 11 de ejes paralelos. Otras barras revolvedoras pueden estar dis-  
175 puestas entre las barras 11 y el árbol 9.

El producto para moler es conducido al interior del tambor de molienda por un plano inclinado 12. Cuando el tambor de molienda tiene que girar a una velocidad considerablemente superior a la velocidad crítica, este plano inclinado se extiende directamente al interior del tambor por el cuello 5 de montaje. En caso de una velocidad inferior (inferior a la crítica para el radio del cuello 5), el producto puede ser alimentado también de la manera corriente, mediante un tornillo sin fin interior y a través de dicho cuello de montaje.  
180

185 Para la salida del producto suficientemente molido, la pared frontal 3 está provista de aberturas por las cuales puede salir dicho producto. Como, a una velocidad del tambor de molienda superior a la crítica, el producto que sale es lanzado con fuerza, el tambor de molienda está rodeado en correspondencia de la



267017

190 pared frontal 3 por una caja de captación 13, provista de un con-  
ducto inclinado de salida 14.

195 El tambor de molienda 1 está provisto, hasta un grado deter-  
minado, de una carga de cuerpos moledores eligiéndose precisamen-  
te dicha carga tan grande que los distintos cuerpos moledores de  
cuando menos la mayor parte de la carga se encuentran muy cerca  
unos de otros incluso durante el funcionamiento del molino. Los  
cuerpos moledores pueden estar constituidos, por ejemplo, por bo-  
las de acero, trozos de barra cilíndricos o incluso grandes tro-  
zos del producto para moler.

200 El diámetro exterior del cuerpo rotatorio 9, 10, 11 es ele-  
gido de forma que, con cualquier funcionamiento del molino (a una  
velocidad inferior o superior a la crítica), entra en la zona de  
la carga de cuerpos moledores en la cual los distintos cuerpos  
moledores se encuentran muy cerca unos de otros. Por lo tanto,  
205 la velocidad de movimiento de la carga de cuerpos moledores es  
determinada esencialmente por la velocidad del cuerpo rotatorio,  
debido a las barras revolvedoras 11. Por consiguiente, la carga  
de cuerpos moledores se moverá prácticamente a la misma veloci-  
dad que el cuerpo rotatorio, siendo por tanto prácticamente po-  
210 sible comunicarle a la carga de cuerpo moledores cualquier velo-  
cidad de movimiento, independientemente de la velocidad de rota-  
ción del tambor de molienda. Son posibles todas las combinaciones  
entre una velocidad superior a la crítica por una parte y una ve-  
locidad inferior a la crítica, por otra, con sentido de movimien-  
to igual o contrario. Naturalmente, es también posible hacer que  
215 tanto el tambor de molienda como también el cuerpo de rotación gi-  
ren a una velocidad superior o inferior a la crítica, teniéndose  
únicamente que respetar la condición de una diferencia en el ni-  
vel absoluto de las velocidades. Como, a consecuencia de la fric



267017

220 ción existente, la carga de cuerpos moledores tiende normalmente  
a girar con el tambor de molienda, aunque no puede hacerlo debi-  
do al cuerpo rotatorio que entra en la zona de la carga de cuer-  
po moledores y que gira a otra velocidad, resulta una constante  
remoción de la carga de cuerpos moledores, que conduce a un ele-  
vado efecto de molienda en correspondencia de la carga misma de  
225 cuerpos moledores. El trabajo de molienda que se produce entre  
el tambor de molienda y la capa más exterior de los cuerpos mo-  
ledores es en muchos casos relativamente pequeño. Por lo tanto,  
es posible revestir el interior del tambor de molienda de un ma-  
230 terial elástico resistente al desgaste, como por ejemplo goma,  
caucho o una materia sintética adecuada. En este caso, no se con-  
sigue prácticamente efecto molidor alguno entre la carga de cuer-  
pos moledores y el tambor de molienda, pero como este efecto, se  
gún ya se ha dicho, es por lo demás relativamente pequeño en mu-  
235 chos casos, se puede eventualmente renunciar a él, consiguiendo  
en cambio la ventaja de la disminución de desgaste.

De manera particularmente ventajosa, se le comunica a la  
carga de cuerpos moledores una velocidad de movimiento superior  
a la crítica mediante una conveniente elección de la velocidad  
de rotación del cuerpo rotatorio, como se representa en la Fig.  
240 2. La fuerza molidora ejercida por los distintos cuerpos molido-  
res al girar es reforzada entonces por la fuerza centrífuga, de  
modo que se consigue un efecto molidor particularmente bueno.

Apartándose del ejemplo de realización, el eje del cuerpo  
rotatorio no necesita absolutamente coincidir con el eje del  
245 tambor de molienda. Especialmente en el caso de una velocidad  
de movimiento de la carga de cuerpos moledores inferior a la  
crítica, es posible disponer excéntricamente el cuerpo rotato-  
rio en el tambor de molienda. Además, el cuerpo rotatorio mismo  
250 no está tampoco ligado a la forma representada en el ejemplo de



267017

realización. En particular pueden preverse brazos de sustentación individuales en lugar de los discos perforados lo representados en el ejemplo de realización, siempre que no lo impidan razones de solidez. La forma y la disposición de las barras revolvedoras 11 dependen del efecto de revolvimiento deseado.

Apartándose del ejemplo de realización, en caso de una velocidad de rotación del tambor de molienda inferior a la crítica, la extracción del producto molido puede también verificarse de la manera corriente, por ejemplo mediante una cámara de extracción o similares, o mediante una corriente de aire.

Naturalmente, el cuerpo rotatorio tiene que estar previsto de modo que entre él y el lado interior del tambor de molienda 1 quede un juego suficiente. En muchos casos, puede ser conveniente elegir mayor que el diámetro de los cuerpos moledores la distancia entre el cuerpo rotatorio y el tambor de molienda. Entonces, entre el cuerpo rotatorio y el tambor de molienda se forma una capa de cuerpos moledores que actúa prácticamente a modo de forro del tambor de molienda.

El accionamiento del cuerpo rotatorio y del tambor de molienda depende esencialmente del sentido de rotación de dichas dos partes. Si el sentido de rotación de ambas partes es el mismo, mientras que difieren los niveles absolutos de las velocidades, no necesita ser accionada más que una sola de estas dos partes, y precisamente la de mayor velocidad, mientras que la otra tiene que ser frenada. La energía que se deriva de la parte que gira más lentamente puede ventajosamente ser devuelta al sistema de accionamiento de la otra parte con fines de ahorro de energía. Esto puede hacerse, por ejemplo, de manera sencilla acoplando la parte del molino que gira más lentamente con un generador para la producción de energía eléctrica. Si los sentidos de rotación del cuerpo rotatorio y del tambor de molienda son contra



287017

rios, entonces, naturalmente, ambas partes del molino tienen que ser accionadas.

285 La forma del tambor de molienda carece de importancia para el procedimiento de la invención. Por lo tanto, no es necesario emplear un tambor cilíndrico, sino que el tambor puede adoptar también otras formas, por ejemplo una forma cónica. También la longitud del tambor, siempre que no lo impidan otras razones, puede ser una longitud cualquiera.

290 Mediante una conveniente elección del nivel absoluto de las velocidades angulares y de la diferencia entre las velocidades angulares del cuerpo rotatorio y del tambor de molienda, el efecto de molienda, es decir el rendimiento del tambor, y el grado de molienda pueden ser variados prácticamente como se quiera, y adaptados así a condiciones variables. Además, el molino según 295 la invención posee un rendimiento máximo considerablemente superior al de un molino de iguales dimensiones y de la construcción hasta aquí conocida. Este rendimiento está limitado prácticamente sólo por la resistencia del cuerpo rotatorio y de la envoltura del tambor. Por estas razones, el objeto de la invención se 300 presta perfectamente para la transformación de instalaciones molidoras ya existentes que tengan que dar un mayor rendimiento.

Esta solicitud que corresponde a la presentada en Alemania el 4 de Mayo de 1960, bajo el número K 40 607 III/50c, se acoge 305 a los beneficios del artículo 51 del vigente Estatuto sobre Propiedad Industrial y del artículo 4º del Convenio de la Unión.

REIVINDICACIONES

=====

1). Molino para la molienda fina de materias naturales o sintéticas, provisto de un tambor de molienda que contiene una carga 310 de cuerpos moledores elegida tan grande que los distintos cuerpos

267017



315 moledores, cuando menos de la mayor parte de la carga de cuerpos  
moledores se encuentran muy cerca unos de otros también durante  
el funcionamiento del molino, caracterizado por el hecho de es-  
tar previsto en el interior del tambor moledor un cuerpo rotato-  
rio cuyo eje de rotación es aproximadamente paralelo al eje del  
tambor de molienda y que está previsto de modo que se extiende  
hasta dentro de la zona de la carga de cuerpos moledores dis-  
puestos muy cerca unos de otros y que influye en la velocidad  
de movimiento de la carga de cuerpos moledores dispuestos muy  
cerca unos de otros y que influye en la velocidad de movimien-  
to de la carga de cuerpos moledores.

325 2). Molino según la reivindicación 1), caracterizado por el he-  
cho de que el cuerpo rotatorio está constituido por elementos  
radiales de sustentación, sujetos a un árbol, como brazos sus-  
tentadores, discos perforados o similares, a cuyos extremos es-  
tán sujetas unas barras revolvedoras de ejes por ejemplo parale-  
los.

330 3). Molino según las reivindicaciones 1) a 2), caracterizado  
por estar dispuesto verticalmente el eje del molino.

4). Molino según una de las anteriores reivindicaciones, carac-  
terizado por el hecho de que el lado interior del tambor de mo-  
lienda está revestido de un material elástico resistente al des-  
gaste, como por ejemplo caucho, goma u otro material sintético  
adecuado.

340 5). Procedimiento para el accionamiento del molino según una  
de las anteriores reivindicaciones, caracterizado por el hecho  
de comunicársele a la carga de cuerpos moledores, mediante una  
conveniente elección de las velocidades angulares del tambor  
de molienda y del cuerpo rotatorio, una velocidad de movimiento  
distinta de la velocidad angular del tambor de molienda.

26 701 7



6). Procedimiento según la reivindicación 5), caracterizado por el hecho de comunicársele a la carga de cuerpos molidores una velocidad superior a la velocidad crítica.

345 7). Procedimiento según una de las reivindicaciones 5) y 6), caracterizado por el hecho de regularse el efecto de molienda (rendimiento, grado de molienda) mediante una conveniente elección del nivel absoluto de las velocidades y/o de la diferencia entre las velocidades angulares del cuerpo rotatorio y del tambor de molienda.

350 8). Procedimiento según una de las reivindicaciones 5) a 7), caracterizado por el hecho de que la energía derivada del árbol de la parte del molino que gira más lentamente es devuelta al sistema de accionamiento de la otra parte.

355 9). MOLINO Y PROCEDIMIENTO PARA LA MOLIENDA FINA DE MATERIAS NATURALES O SINTÉTICAS.

Esta Memoria consta de trece hojas foliadas y mecanografiadas por un solo lado de sus caras.

Madrid, 29 de Abril de 1961

Patent  
 ESCALA VARIABLE  
 MADRID, 29-4-1961

FIG. 2

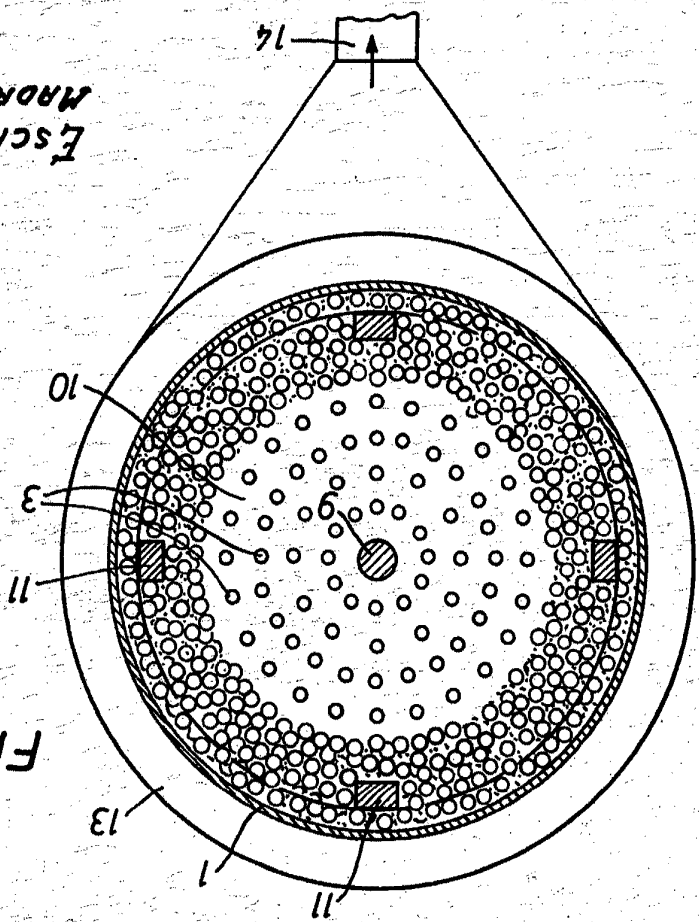
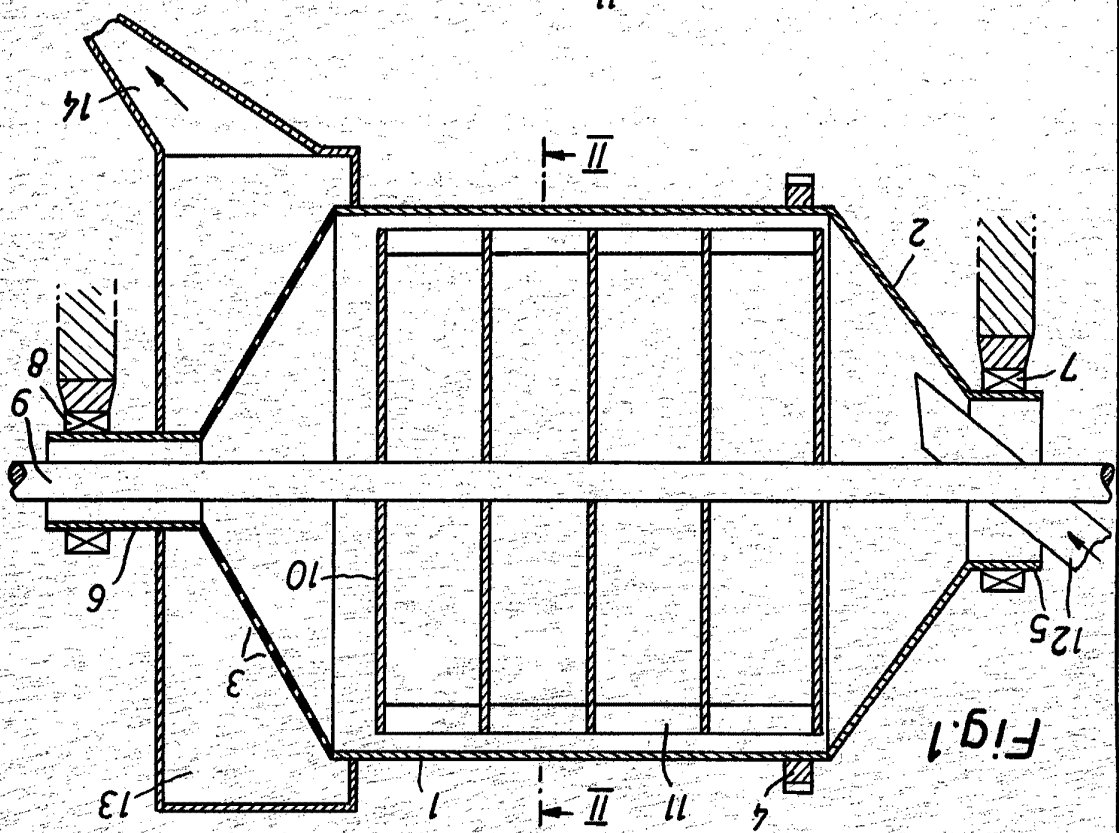


FIG. 1



267017

HOJA UNICA

Klochner-Humboldt-Deutz AG.

