



ES	11	NUMERO	A 1
	21	443.566	
	22	FECHA DE PRESENTACION	
		17-12-75	

P.-61.980

PATENTE DE INVENCION

60	PRIORIDADES:	62	FECHA	63	PAIS
	61	NUMERO			
		534.070	18-12-74		EE.UU.

47	FECHA DE PUBLICIDAD	51	CLASIFICACION INTERNACIONAL	62	PATENTE DE LA QUE ES DIVISIONARIA
			FO1B		

64	TITULO DE LA INVENCION
	"PERFECCIONAMIENTOS INTRODUCIDOS EN UNA HERRAMIENTA NEUMATICA".

71	SOLICITANTE (S)
	WILLIAM F COALE administrador actual del fallecido CHARLES LEAVELL.

	DOMICILIO DEL SOLICITANTE
	104 South Michigan Avenue, Chicago, Illinois 60603, Estados Unidos de América.

72	INVENTOR (ES)
	Charles Leavell

73	TITULAR (ES)

74	REPRESENTANTE
	DON OSCAR DE ELZABURU FERNANDEZ

LFG

**POOR  
QUALITY**

5

10

15

La presente invención se refiere en general a un motor neumático que utiliza para su actividad la energía térmica inducida por compresión, de un gas comprimido de manera esencialmente adiabática por un compresor especializado de modo que la compresión del gas en el mismo se aproxime a la compresión adiabática ideal; y, más concretamente, esta invención se refiere a una combinación de motor y compresor como los citados, en la que el motor tiene la forma de una herramienta percusiva, que puede ser un martillo perforador neumático rompepavimentos, sin vibraciones.

20

25

A lo largo de los últimos años, el solicitante ha venido dedicando mucho tiempo y esfuerzo y ha efectuado muchas invenciones importantes, algunas de las cuales pueden calificarse de inventos clave, de los que abren paso a una nueva era, en relación con la producción de herramientas neumáticas, tales como las perforaciones rompepavimentos, sin vibraciones. (El término "sin vibraciones" aquí empleado se refiere a la completa eliminación de las vibraciones, tanto sensibles como teóricas, de la caja o envolvente en una herramienta que utiliza de modo efecti

vo el elemento percusor de la presente invención.) Cier-  
to número de estas invenciones han sido patentadas, pu-  
diendo hacerse referencia a las siguientes patentes de  
EE.UU.: nº. 2.400.650, concedida el 21 de mayo de 1946;  
5 nº. 2.679.826, concedida el 1º de junio de 1954; nº.  
2.730.073, concedida el 10 de enero de 1956; nº. 2.752.889,  
concedida el 3 de julio de 1956; nº. 2.985.078, concedida  
el 23 de mayo de 1961; nº 3.028.840, concedida el 10 de  
abril de 1962; nº 3.028.841, concedida el 10 de abril de  
10 1962; nº. 3.200.893, concedida el 17 de agosto de 1965;  
nº. 3.214.155, concedida el 26 de octubre de 1965; nº.  
3.255.832, concedida el 14 de junio de 1966; nº. 3.266.581,  
concedida el 16 de agosto de 1966; nº. 3.291.425, concedi-  
da el 13 de diciembre de 1966; y nº. 3.295.614, concedida  
15 el 3 de enero de 1967. Se presenta aquí en especial la pa-  
tente de EE.UU. nº 3.200.893, arriba citada, en la que se  
hace un análisis completo y minucioso de los principios  
que intervienen en la producción de herramientas neumá-  
ticas sin vibraciones del presente solicitante.

20           Aparte de los esfuerzos propios del solicitante,  
de los que en cierto grado son índice las patentes  
arriba enumeradas, la atención mencionada en lo relati-  
vo a vibraciones, en el campo de las herramientas neumá-  
ticas percusivas, se ha venido dirigiendo a la reducción  
25 de la vibración, y no a la eliminación completa de las vi-

braciones, patrocinada por el solicitante en su enfoque fundamental. Por consiguiente, si bien el enfoque propuesto por el solicitante da por resultado un funcionamiento completamente sin vibraciones, los otros  
5 enfoques, de la técnica ya conocida, lo más que han hecho no ha sido sino reducir el grado de la vibración que aparece en la práctica, y que sigue estando a un elevado nivel, realmente indeseable.

En las herramientas percusivas de la técnica ya conocida, tanto vibrantes como sin vibraciones, el  
10 gas activador comprimido (normalmente, aire comprimido) se suministra a la herramienta y se utiliza en ella a una temperatura próxima a la temperatura ambiente. Por lo tanto, se viene produciendo una onerosísima pérdida  
15 de la energía de activación de que potencialmente se dispone, y ello debido al tradicional menosprecio tecnológico de la energía térmica producida en y durante la compresión del gas, mediante proyectos deliberadamente encaminados a evitar la expansión del gas comprimido, en  
20 la herramienta, lo que hace que el sistema sea inherentemente ineficaz.

Como ilustración cuantitativa, informativa de este hecho, hay que llamar la atención sobre el extremo  
25 do contraste, desde hace tanto tiempo existente, entre los resultados de potencia mecánica útil transmitida,

invertida en activación, que respectivamente provienen de aplicar 100 CV de potencia mecánica en un generador eléctrico para su acoplamiento y transmisión mediante cables a unos motores eléctricos, y de aplicar esos mismos 100 CV en un compresor de aire para alimentar mediante conductos o tuberías flexibles a unos motores neumáticos, siendo la potencia mecánica recuperada por los motores eléctricos de unos 90 CV aproximadamente, en contraste con la recuperada por los motores neumáticos, que suele estar entre los 10 y los 20 CV, y a veces por bajo. Y debido al énfasis ilustrativo que aquí se da a los motores neumáticos, en la forma particular de los martillos perforadores neumáticos rompepavimentos, de tipo manual, es interesante hacer notar que, en los sistemas neumáticos de la técnica anterior para la transmisión de potencia mecánica, consistentes en un compresor y unos elementos de conducción o manga flexible que suministran aire comprimido a unos componentes de motor de esta forma particular, la salida de potencia mecánica transmitida neumáticamente resultante de dicha entrada de 100 CV, no excede normalmente de tan sorprendentemente bajo valor de 10 CV, que en no pocos casos (como, por ejemplo, en los de trabajo en el campo con un compresor, manga y herramientas ya viejos y gastados) puede quedar reducido a 8 CV, o incluso a 6 CV.

No es demasiado decir que este orden de 10:1 de disparidad entre los rendimientos globales correspondientes de tales sistemas de transmisión de potencia mecánica, el eléctrico y el neumático, que como se ha visto se aproximan respectivamente al 90% y al 10%, es la razón principal del fracaso, anterior y presente, de tales sistemas neumáticos (no obstante sus grandes ventajas especiales, al eliminar por completo los factores de riesgo de incendios y descargas eléctricas que normalmente acompañan al uso de los sistemas eléctricos, y también al proporcionar componentes de motor singularmente superiores en los aspectos de las relaciones de trabajo de salida/peso, trabajo de salida/tamaño y trabajo de salida/coste) en la sustitución en general de los citados sistemas eléctricos, en el mercado de talleres y factorías para los mismos que, en la actualidad y considerado en volumen mundial de ventas, se está acercando a la cifra de mil quinientos millones de dólares por año.

Como variante y expresión puramente cualitativa de tan sugestiva información, se espera que la eliminación de este orden de relación de 10:1 existente, definidor de la inferioridad de rendimientos de los sistemas neumáticos de transmisión de potencia mecánica respecto a los rendimientos de los sistemas eléctricos de transmisión de potencia mecánica, eliminación resultante de la

5 igualación práctica de tales rendimientos de sistema neumático a los citados rendimientos de sistema eléctrico, merced a los decisivos logros aquí expuestos, dará por resultado (inevitablemente, en vista de las grandes ventajas especiales de tales sistemas neumáticos sobre los citados sistemas eléctricos, mencionadas entre paréntesis en el párrafo precedente) el principio o comienzo de una ampliación y expansión tan grande en el uso mundial de tales sistemas neumáticos en talleres y fábricas, y en otras diversas esferas, realmente mucho más extensas, de aplicación práctica para los mismos, como para justificar por completo la calificación y denominación de tan enorme expansión del uso de la transmisión neumática de potencia como constitutiva de una era neumática por largo tiempo anhelada.

10 Las observaciones que anteceden, relativas al empleo de compresores para producir presiones de gas destinadas, y por tanto adecuadas, a la activación prácticamente útil de los motores neumáticos, ilustrativa y particularmente en la forma de herramientas neumáticas percusivas, y aún más particularmente representadas por los martillos perforadores neumáticos rompedor de pavimentos, sin vibraciones y sostenidos con la mano, y especialmente relativas y categóricas en cuanto a lo bajísimo del rendimiento neumático global de un sistema tipo, compuesto

de un compresor, un motor neumático de una forma prácticamente útil y una tubería flexible que suministre a éste el gas activador, a una presión elevada por encima de la del ambiente por medio del componente de compresor del sistema, y proyectado a propósito y con éxito de acuerdo con el ideal técnico tradicional de evitar la expansión del gas activador en dicho motor componente del sistema, sugieren con toda fuerza la conveniencia, a este punto, de explicar el fundamento de la invención, de explicar más particularmente cómo este ideal, tradicional pero equivocado, principalmente responsable del retraso sufrido por la innovación de tal era neumática durante todo el primer siglo de la historia de la industria de los compresores y las herramientas neumáticas, ha podido nunca llegar a adoptarse como principio dominante de proyecto termodinámico.

En relación con esto es fácil comprender que, por ser los primitivos tipos de compresor pesados y sólo transportables con inconvenientes y dificultades de uno a otro de los distintos lugares particulares de trabajo o de emplazamiento en una área extensa de instalación, el uso de unas mangas o tuberías flexibles relativamente largas para conectar con facilidad las herramientas neumáticas portátiles a tales compresores, movibles con dificultades, uso al que se recurría como alternativa obvia

a tener que experimentar con frecuencia el inconveniente de mover los compresores, se convirtió muy pronto y extensamente en práctica acostumbrada en las áreas de instalaciones en las que se estaban aplicando prácticamente sistemas de compresor, mangas y herramientas neumáticas.

Se vió entonces que la velocidad de transmisión de calor, a través de las paredes de dichas mangas largas y entre el aire comprimido que fluía por ellas y el aire ambiente, bastaba en general para ocasionar la entrega de dicho aire comprimido a la herramienta que se iba a activar por él, e independientemente de su temperatura de entrada por el otro extremo (el distante) de la manga, conectado al compresor, a una temperatura sólo poco distinta de la temperatura de la caja o envolvente, y manteniéndose el interior de la herramienta, por contacto con el aire ambiente, aproximadamente a la temperatura ambiente. Y en estas condiciones se determinó fácilmente que la potencia mecánica necesaria para hacer funcionar el compresor con el fin de suministrar aire comprimido a la herramienta a cualquier presión de activación que se eligiese y, por tanto e inevitablemente, aproximadamente a la temperatura ambiente, y con cualquier gasto o caudal específico (kilogramos por minuto) con el fin de obtener el régimen de trabajo deseado.

do para la herramienta, podía reducirse de modo aprecia-  
ble mediante un proyecto deliberado del compresor en el  
sentido de reducir el proceso de compresión efectivo y  
la compresión isotérmica ideal a la temperatura ambien-  
te.

5

El corolario a la aceptación general de es-  
te objetivo de proyecto era una aceptación general, pa-  
siva y continuada, de la condición descrita de suminis-  
tro del aire comprimido de activación a la herramienta  
aproximadamente a la temperatura ambiente, lo que a su  
vez imponía al proyecto la prohibición, todavía general-  
mente aceptada, de no permitir una sustancial expansión  
del aire comprimido de activación en la herramienta, lo  
cual reduciría la temperatura de este aire, a su paso  
por la herramienta, hasta el punto de producir en ella  
un grado de refrigeración altamente recusable. En años  
recientes, uno de los más destacados fabricantes de com-  
presores y herramientas neumáticas publicó una lista de  
catorce anormalidades de funcionamiento de las herramien-  
tas que, por lo general o a veces, podrían producirse a  
consecuencia de esta refrigeración de la herramienta. Co-  
mo ejemplo, un grado de refrigeración no muy extremado  
daría lugar a la licuefacción del contenido de humedad del  
aire comprimido, y el agua resultante formaría vetas en  
la película de aceite de la superficie interna del cilin-

10

15

20

25

aró de la herramienta, quebrando esta película y dando lugar a un rápido desgaste y pérdida del cierre hermético de mazo o martillo con émbolo en las áreas de superficie cilíndrica así privadas de una eficaz lubricación con aceite; en tanto que una refrigeración en grados más extremados podría llegar a destruir toda acción de lubricación y, por lo tanto, impedir el libre movimiento de deslizamiento de martillo y émbolo, por solidificación de la película de aceite, y, en ciertas condiciones atmosféricas, llegaría a detener por enteró el funcionamiento de la herramienta, por convertirse el contenido de humedad del aire comprimido en un tapón de hielo que bloquearía por completo la lumbrera de escape de la herramienta.

15 Y esta prohibición generalmente aceptada, dirigida contra la expansión del aire comprimido en la herramienta, al impedir la recuperación por sí misma de la principal inversión de energía mecánica, en la acción de comprimir el aire a un menor volumen en el compresor (denominada energía de compresión), limita la energía mecánica obtenida por la herramienta, y tomada del aire comprimido que pasa por ella, reduciéndola a la inversión minoritaria de energía mecánica efectuada por el émbolo o pistón del compresor (denominada energía de bombeo) al  
20 bombear el aire comprimido y expulsarlo del cilindro del  
25

compresor, sin ulterior reducción de su volumen, en oposición a la presión de aire comprimido efectiva a través del receptor y/o la manga o tubería.

5 En términos resumidos, pues, el compromiso  
s secular de la industria de los compresores y herra-  
mientas neumáticas, en el sentido de no aprovechar o  
recuperar la energía de compresión, mucho mayor, en  
la herramienta sino, por el contrario, emplear en és  
ta para su activación sólo la energía de bombeo, mucho  
10 menor, es el principal causante de la supervivencia con-  
tinuada de los bajísimos rendimientos anteriormente in-  
dicados, del orden del 10%, en la transmisión neumática  
de energía mecánica.

15 La presente invención ofrece mejoras sobre las  
herramientas neumáticas sin vibraciones de la técnica ya  
conocida, del propio solicitante, y evita la falta de ren-  
dimiento inherente a todos los sistemas neumáticos de la  
técnica anterior a este invento. Aun cuando la forma de  
realización preferida que aquí se expone es la de un mar-  
20 tillo perforador neumático rompepavimentos, sin vibracio-  
nes, ha de reconocerse que la referencia al martillo rom-  
pepavimentos o a características propias y específicas  
de éste será aplicable en general a todas las herramien-  
tas percusivas sin vibraciones que abarca la presente in-  
25 vención, así como tendrá aplicación con frecuencia al cam

po de los motores neumáticos en general.

En la forma preferida de realización que aquí se expone, el martillo perforador neumático rompepavimentos, sin vibraciones, tiene una caja o envolvente exterior, cilíndrica en general, con una sección recta transversal anular. En el interior de la envolvente, y en posición coaxil con ella, va alojada una barra redonda (vástago) central, así como un miembro percusor o mazo, cilíndrico en general, que tiene una sección recta transversal también anular, situado en posición con movimiento de vaivén a lo largo del vástago o barra redonda. En la superficie interior de la envolvente, en un lugar intermedio entre los extremos de la misma, está situado un saliente o resalto, anular en general. El mazo o miembro percusor resbala a lo largo del resalto durante su movimiento de vaivén. Uno de los extremos del mazo o miembro percusor está destinado a aplicarse a un miembro de trabajo (boca de herramienta o barrena). Junto al extremo del mazo que toma contacto con la boca de herramienta, va situada una parte anular sobresaliente que se aplica a la superficie interior de la envolvente, con asiento deslizante. En el espacio entre la parte sobresaliente y el resalto se forma una cámara de activación de gas comprimido (usualmente, aire). Para introducir el gas comprimido en la cámara de activación se utiliza un

27-1-76

conducto apropiado.

5 En el extremo del vástago o barra redonda, contiguo a la barrena, hay formada una cavidad. El vástago redondo y esta cavidad se extienden ambos entrando en la propia barrena. Una parte de esta cavidad en la barrena, y en la parte del vástago contigua a la barrena, está agrandada con el fin de aceptar un conjunto de válvula, cuya disposición de montaje y resorte de sollicitación se hallan situados en la barrena. Esta parte ampliada o agrandada de la cavidad tiene una abertura de control en la parte inferior del mazo y una abertura de escape o respiradero en la barrena. El conjunto de válvula coopera en interacción con la abertura de control regulando el paso de aire comprimido activador al espacio de debajo del mazo, y el escape de dicho gas activador a la atmósfera. En el otro extremo de la cavidad hay situado un pasaje de aire comprimido. Este pasaje de aire comprimido desemboca en una cámara anular formada en el mazo, que está conectada a la cámara de activación por medio de otro pasaje, en un corto tramo del mazo.

20 Como la barrena queda libre para moverse respecto a la caja o envolvente, es necesario disponer medios para retener la barrena en conjunción con la envolvente. Para lograrlo, se puede utilizar un dispositivo restrictivo, tal como el de unos brazos restrictivos en

cierto modo elásticos que se apliquen a la barrena y pasen por encima del otro extremo de la herramienta.

5                   Mediante una activación apropiada del conjunto de válvula, se introduce un breve impulso o irrupción de aire comprimido, a temperatura superior a la del ambiente, por debajo del mazo, donde se expande impulsando al mazo en el sentido de separarlo o apartarlo de la barrena. Una regulación apropiada de la duración de este impulso de aire comprimido da por resultado que el mazo se vea impulsado hasta el extremo de la envolvente alejado de la barrena, punto en el cual la impulsión o cantidad de movimiento del mazo es neutralizada por la presión del gas comprimido en la cámara de activación. La energía térmica del gas proporciona la energía de expansión. El mazo es luego impelido hacia la herramienta de trabajo por el aire comprimido en la cámara de activación, en tanto que el conjunto de válvula se coloca en la posición apropiada para dar salida al espacio de debajo del mazo hasta la atmósfera, con el fin de dar escape al aire expandido.

10

15

20

De esta manera, se habilita una herramienta neumática sin vibraciones, en la que el mazo actúa contra una fuerza constante producida por el gas comprimido en la cámara de activación al transmitir una fuerza exterior contra la caja o envolvente; y en la que la activación del

25

mazo durante el movimiento en el sentido de apartarse de la barrena (carrera de retorno o ascendente del mazo) puede controlarse con facilidad y exactitud. Además de funcionar sin vibraciones, esta herramienta elimina también virtualmente el ruido de escape, ya que el escape tiene lugar a la presión y temperatura ambientales. En vista del pequenísimo número de piezas que se necesitan para construir este dispositivo; se ha habilitado una herramienta neumática sin vibraciones que no sólo funciona de manera efectiva y fácilmente controlada, sino que resulta también muy práctica a los fines de la fabricación.

La herramienta neumática sin vibraciones arriba descrita opera muy eficazmente utilizando el calor desarrollado durante la compresión del gas para ayudar a propulsar la herramienta, en contraste con el criterio usual de desechar esta energía térmica. En otros términos, mediante una compresión esencialmente adiabática del gas a partir de la presión y temperatura del ambiente, con una expansión esencialmente adiabática y enfriamiento del gas en la herramienta, se consigue una eficaz utilización de la energía térmica. Para lograr estos resultados deseados, es conveniente aislar la herramienta con el fin de permitir la expansión adiabática deseada. Naturalmente, con tal disposición se aumenta la salida de trabajo

de la herramienta y, por tanto, aunque no se disponga de un compresor adiabático, puede ser deseable utilizar un gas comprimido calentado, por ejemplo, mediante el empleo de un calentador ulterior, o poscalentador, con un compresor usual.

5

Con el fin de conseguir la compresión adiabática deseada, se ha dado un paso adelante, muy importante, en la técnica del ramo mediante el desarrollo del compresor adiabático aquí expuesto. Si bien se insistirá principalmente en la utilización de este dispositivo como compresor adiabático, hay que reconocer que el dispositivo funcionará igualmente bien como motor neumático o disposición de expansión adiabática y, por lo tanto, se ha denominado transformador adiabático de volumen de gas. De hecho, es de notar que la propia herramienta neumática sirve de motor neumático o dispositivo de expansión adiabática y, por tanto, es una forma particularizada del transformador adiabático de volumen de gas.

10

15

En la forma preferida del transformador adiabático de volumen de gas que aquí se expone, y que se muestra en su utilización como compresor, hay un pistón u órgano móvil montado con movimiento de vaivén en una envolvente. Una primera parte del pistón está dispuesta para moverse en un área de confinamiento de masa de gas, o cámara de conversión de energía, con el fin de hacer variar el volumen del gas contenido en ella. En la forma preferi

20

25

da de realización aquí expuesta, la cámara de conversión de energía tiene una forma cilíndrica en general con una extremidad hemisférica, que se adapta a la forma de la envolvente; pero, naturalmente, podrían utilizarse también otras varias formas. Se necesita adoptar medidas que impidan la migración o pérdida de calor, con el fin de impedir que se pierda calor de la cámara de conversión de energía durante el funcionamiento del transformador de volumen de gas. Puede usarse cualquier tipo apropiado de enfoque o recurso para impedir la migración de calor, tal como el de funcionar a muy alta velocidad; pero en esta forma preferida de realización, la estructura preventiva de la migración de calor implica la colocación de un material aislante en torno a la primera parte del émbolo o pistón y en la envolvente, en torno a la cámara de conversión de energía.

Se requiere asimismo una disposición de válvulas apropiada para controlar el paso de gas hasta y desde la cámara de conversión de energía. En este ejemplo particular, se utilizan dos válvulas, una de las cuales proporciona un camino de conducción a la atmósfera, en tanto que la otra válvula proporciona un camino de conducción a un depósito de reserva de gas comprimido calentado. Para estas válvulas puede utilizarse un tipo cualquiera apropiado de control, tal como una disposición de

levas; pero en el caso del funcionamiento como compresor se pueden usar unos cuells de sollicitación apropiados para dar el control deseado.

5 Una segunda parte del pistón está dispuesta de modo que tiene un asiento deslizando con la superficie interior de la envolvente. Esta segunda parte es  
10 tá conectada de manera enteriza con la primera parte, y con un vástago impulsor o de accionamiento de pistón, que se extiende en el sentido opuesto a partir de la primera parte del pistón. La segunda parte del pistón proporciona apoyo o sustentación para el pistón, y con  
15 tiene unos aros o retenedores de pistón para transportar lubricante durante el funcionamiento del transformador. Con el fin de reducir en todo lo posible las pérdidas de rozamiento, es conveniente eliminar el empuje lateral experimentado por la segunda parte del pistón. Para conseguir esto, se prevé una estructura de guía apropiada,  
20 tal como una disposición de soporte radial, que sitúe en posición el vástago impulsor del pistón. El pistón se mueve entonces en vaivén por medio de la energía mecánica aplicada al vástago de impulsión: por ejemplo, mediante una disposición de cigüeñal de dos codos. La estructura de guía o soporte radial permite también que la primera parte del pistón se mueva en la cámara de conversión de  
25 energía sin tomar contacto con la superficie que tiene en

su torno, aun cuando esté en muy estrecha proximidad con respecto a ésta.

5                   Mediante el uso de la estructura aquí expues-  
ta, una porción pequeñísima del gas calentado en la cá-  
mara de conversión de energía está en la proximidad de  
10                   los aros del pistón, en el punto de máxima temperatura  
del transformador (esto es, cuando el pistón ha reduci-  
do al máximo el volumen de contenido de gas de la cáma-  
ra de conversión de energía). Esto permite la refrigera-  
ción del gas en las proximidades de los aros del pistón,  
sin afectar a la temperatura del gas en el área activa  
o de máxima temperatura de la cámara de conversión de ener-  
gía. Esto se consigue merced a unos medios de refrigera-  
ción adecuados, tales como un baño o camisa de agua si-  
15                   tuado en la envolvente, que enfríe también los aros del  
pistón en toda la extensión de su movimiento. Esto es  
muy importante, pues de lo contrario las elevadísimas  
temperaturas que pueden alcanzarse en la cámara de con-  
versión de energía son capaces de vaporizar el lubrican-  
20                   te (por ejemplo, el aceite) utilizado en relación con la  
segunda parte del pistón.

                  Por todo ello, se habilita un sistema de herra-  
mienta neumática muy eficaz, o de gran rendimiento. Como  
parte del sistema, se ha introducido un transformador adia-  
25                   bático de volumen de gas, extremadamente eficaz, de manera

que, en su esencia, se ve hecho realidad el sueño, hasta ahora inalcanzable, de obtener un rendimiento de casi el 100% desde la entrada inicial de energía mecánica hasta la salida final de energía mecánica.

5                   Estos y otros objetos, ventajas y rasgos característicos de la presente invención se irán des-  
prendiendo de la descripción que sigue, dada a título  
ilustrativo pero no limitativo, de una forma de reali-  
zación ilustrativa del presente invento y representa-  
10                   da en los dibujos adjuntos, en los cuales:

                  - la figura 1 es una vista en alzado de un sistema de herramienta neumática construido con arreglo a la presente invención;

                  - la figura 2 es una vista en alzado lateral  
15                   por la izquierda de la herramienta neumática de la fig. 1;

                  - la figura 3 es una vista en despiezo ordena-  
do de la herramienta neumática de las figs. 1 y 2, par-  
cialmente en alzado y parcialmente en sección recta;

                  - las figuras 4 a 13 son una serie de vistas  
20                   de la herramienta neumática de las figs. 1 y 2, parte  
en alzado y parte en sección recta, que ilustran la se-  
cuencia de funcionamiento de la herramienta neumática;

                  - la figura 14 es una vista, parcialmente en  
25                   alzado y parcialmente en sección recta, de un sistema

de transformador adiabático de volumen de gas construido con arreglo a la presente invención;

- la figura 15 es una vista en sección recta ampliada de una parte del transformador de la fig. 14, en su forma particular de compresor adiabático;

- la figura 16 es otra vista del compresor de la fig. 15, parte en sección recta y parte en alzado; y

- las figuras 17 a 19 ilustran, parcialmente en sección recta y parcialmente en alzado, el transformador adiabático de volumen de gas realizado en la forma de herramienta neumática.

Con referencia ahora a las figs. 1 a 3 inclusive, se describe e ilustra una herramienta neumática 21 sin vibraciones, construida con arreglo al presente invento. Si bien esta invención no se limita en modo alguno a dicha forma de construcción, la forma preferida de realización de la herramienta neumática 21 aquí expuesta es la de un martillo perforador neumático rompepavimentos. Por tanto, a la herramienta neumática 21 se hará referencia también en lo que sigue, de manera intercambiable y equivalente, como a un martillo perforador neumático rompepavimentos, o simplemente un perforador neumático 21.

El perforador neumático 21 tiene una caja o

5 envolvente exterior 23, a la cual van fijadas unas empuñaduras 25 y 27. La envolvente 23 es de un material cualquiera adecuadamente robusto, que suele ser un metal (usualmente, acero), en tanto que las empuñaduras 25 y 27 requieren también un material robusto, asimismo el acero frecuentemente. Las empuñaduras 25 y 27 van firmemente fijadas a la envolvente 23, para soportar el peso del operario que se apoya sobre ellas durante el funcionamiento. Las empuñaduras 25 y 27 pueden estar  
10 situadas en un lugar apropiado cualquiera de la envolvente 23, pero el lugar representado en la fig. 1 resulta particularmente útil para este tipo de herramienta. Como consecuencia de la eliminación de vibraciones, y de la situación de las empuñaduras 25 y 27, el operario puede inclinarse apoyando el pecho sobre la parte  
15 alta de la herramienta perforadora neumática 21 con el fin de ejercer una mayor fuerza sobre la envolvente 23, con menos esfuerzo que en los dispositivos usuales, en los que las empuñaduras están situadas cerca de la parte alta de la perforadora neumática. Es de notar asimismo que las empuñaduras 25 y 27 tienen, en sus extremos exteriores, unas protuberancias 29 a modo de bolas, ya que se ha visto que este tipo de estructura es más fácil de agarrar por el operario que las empuñaduras usuales.

25 A lo largo del eje central de la envolvente 23,

y en posición coaxial con ésta, se extiende un vástago central o barra redonda 31. La barra redonda 31 incluye una porción 33 de cabeza, que cierra uno de los extremos de la envolvente 23. La porción de cabeza 33 y, por tanto la barra redonda 31, puede estar hecha de una misma pieza con la envolvente 23 o integrada con ella por un método cualquiera adecuado, tal como el de soldo, de manera que no se deforme la envolvente 23. El otro extremo 35 de la barra redonda 31 se extiende hasta más allá del otro extremo de la envolvente 23.

En la barra redonda 31 hay formada una cavidad 37 que se extiende a una distancia prefijada hacia dentro, a partir del extremo 35 de la barra. La cavidad 37 incluye una parte 39 de diámetro relativamente pequeño y una parte 41 que tiene un diámetro algo mayor.

En la parte agrandada 41 de la cavidad 37 va colocado un conjunto de válvula 43. El conjunto de válvula 43 incluye un cuerpo de válvula 45 con un vástago de válvula 47. Al vástago de válvula 47 va fijada una base 51 que lleva conectado un muelle de sollicitación 49. Un miembro de tornillo 53 sirve para montar el conjunto de válvula 43 en la parte 41 de la cavidad 37, extendiéndose el citado muelle 49 de sollicitación por encima de una pata o espiga 54 del miembro 53. Los hilos de rosca 55 del miembro de tornillo 53 concuerdan y se acoplan

con los hilos de rosca 57 correspondientes de la extremidad 35 de la barra redonda 31, Por lo tanto, durante el montaje de la herramienta, el conjunto de válvula 43 puede introducirse en la parte 41 de la cavidad 37 para quedar montado en ella por medio del miembro de tornillo 53.

El cuerpo de válvula 45 se mueve con respecto a una serie de aberturas 59 de ajuste o de control, que selectivamente suministran un gas activador comprimido a un miembro percusor, o mazo 61, y ponen en comunicación con la atmósfera el espacio de debajo del mazo 61. Las aberturas 59 de control o de activación están repartidas en torno a la circunferencia de la barra redonda 31, en un número cualquiera deseado, si bien en esta forma de realización preferida se ha visto que resulta adecuado un total de cuatro aberturas 59 de activación. La parte inferior de las aberturas de activación 59 se halla alineada con la parte alta de un miembro de trabajo (aquí denominado también boca de herramienta, o barrena 63, cuando la herramienta 21 está en la posición operativa ilustrada en las figs. 5 ... 13. La boca de herramienta 63 tiene un cuello 65 que está introducido en la envolvente 23.

La extremidad 35 de la barra redonda 31 se extiende penetrando en la barrena 63. Unas aberturas de es

cape o respiradero 67, correspondientes en general a las aberturas de activación 59, se extienden desde la parte 41 de la cavidad 37 a una cámara 69 practicada en la barrena de trabajo 63. Unos pasajes 71 conectan la cámara 69 a unas condiciones de ambiente, normalmente atmosféricas, Unas ranuras 73 practicadas en un resalto 75 de la barrena de trabajo 63 proporcionan unas partes superiores de los pasajes 71. Otra abertura de respiradero 77 conecta la cavidad 37 con la cámara 69, sirviendo de respiradero, o salida al ambiente, del espacio que hay en torno al vástago o extremo 35 de la barra 31 durante la posición de reposo de la fig. 4, puesto que el movimiento ascendente de la envolvente 23 da por resultado que la barrena 63 bloquee las aberturas de respiradero 67, cortando su comunicación con la cámara 69.

En la condición de reposo o espera, el cuerpo de válvula 45 está solicitado hasta la parte alta de la porción 41 de la cavidad 37, por el muelle 49. Una porción troncocónica 79 del cuerpo de válvula 45 coopera y concuerda con un saliente 81 practicado en la parte alta de la porción 41, limitando la extensión del movimiento del cuerpo de válvula 45 en ese sentido. En esta posición, el espacio comprendido entre la parte alta del cuello 65 de la barrena 63 y la parte baja del mazo 61 se po

ne en comunicación con la atmósfera ambiente por medio de las aberturas 59, a lo largo del vástago de válvula 47 hasta las aberturas 67, y a través de la cámara 69 y de los pasajes 71. Al introducirse el aire comprimido en la parte 39 de la cavidad 37, a través de unos pasajes o aberturas 83, el cuerpo de válvula 45 se mueve, venciendo la fuerza del muelle 49, permitiendo que el aire comprimido pase a través de las aberturas 59 y por debajo del mazo 61, y llegando a impulsar el mazo 61 y apartarlo de la barrena de trabajo 63. Al mismo tiempo, se bloquea el camino de comunicación con la atmósfera anteriormente descrito. De esta manera, el cuerpo de válvula 45 permite selectivamente la introducción de aire comprimido en el espacio contenido debajo del mazo 61, o bien permite el escape o comunicación de ese espacio con el ambiente o la atmósfera.

El mazo 61 es un cuerpo cilíndrico en general, de sección recta anular, y está hecho de un material adecuadamente duro, para golpear sobre la barrena 63. Una cara efectiva de golpeo 85 percute contra una superficie 87 receptora de golpes, que hay en la parte alta del cuello 65 de la barrena 63. La cara de golpeo 85 es la prolongación más exterior de una parte agrandada 89 del mazo 61. Con el fin de aumentar la superficie expuesta al aire comprimido en el instante en que la cara 85 se apoya contra

la superficie 87, la cara 85 puede tener practicadas unas ranuras radiales 91. Además, en la parte inferior interna de la porción 89 hay formada una superficie troncocónica 93, con el fin de tener una superficie  
5        contra la que se apoye el aire comprimido en el momento en que la cara 85 y la superficie 87 están en contacto, así como durante la carrera ascendente o de retorno del mazo 61.

Una cámara 95 del interior del mazo 61 va conectada al gas comprimido, a través de unos pasajes o  
10        aberturas 97. Según se ha visto, son preferibles siete de tales aberturas o pasajes 97, si bien puede utilizarse un número cualquiera adecuado. El gas comprimido introducido por los pasajes o aberturas 97 viene de una  
15        cámara activadora 99 formada entre la parte agrandada 89 del mazo 61 y un resalto sobresaliente 101 formado en la superficie interior de la envolvente 23. La superficie exterior 103 del mazo 61 está destinada a pasar  
20        a través del resalto 101, con asiento deslizante estanco. De igual modo, la superficie exterior 105 de la parte agrandada 89 del mazo 61 está destinada a pasar apoyándose a lo largo de la superficie interior 107 de la envolvente 23, con asiento deslizante estanco. Así se habilita la cámara activadora 99 de volumen variable.  
25        Para asegurarse de que no haya fugas de gas de la cámara

ra activadora 99, pueden usarse unos cierres herméticos apropiados (no representados). El gas comprimido se hace pasar a la cámara de activación 99, desde una fuente apropiada 109 de suministro del mismo, por medio de una tubería 111 que llega a una abertura 113 practicada en la envolvente 23. En esta forma de realización preferida, se proporciona a la herramienta 21 el gas comprimido a una temperatura algo superior a los 93°C, de modo que el gas pueda expandirse y la energía térmica contenida en el gas comprimido pueda utilizarse para propulsar el mazo 61, y de ese modo aumentar grandemente el rendimiento del sistema neumático. La energía térmica contenida en el gas comprimido que viene de la fuente 109 puede desarrollarse por medio de un compresor adiabático del tipo que más adelante se expone, o bien por cualquier otro medio apropiado, tal como un compresor usual, aproximadamente isotérmico, con un poscalentador.

En la extremidad del mazo más alejada de la parte agrandada 89, va situada una abertura 115 que tiene unas porciones troncocónicas 117 y 119 y una porción cilíndrica 121 que las conecta. Cuando el mazo 61 se aproxima a la porción de cabeza 33 de la parte alta de la envolvente 23, la superficie que hay en torno a la porción cilíndrica 121 se aplica a un resalto 123 que hay en la barra redonda 31, en tanto que la superficie de la porción 117 se acerca a

un resalto 125, también dispuesto en la barra redonda 31. El contacto de aplicación entre la superficie de la porción cilíndrica 121 y el resalto 123 es de asiento deslizante estanco, de manera que entre la superficie de la porción 117 y el resalto 125 se forma un espacio estanco a los gases. Esto proporciona una especie de amortiguador de gas o de aire, que impide que el mazo 61 choque contra la envolvente 23 con un contacto de metal con metal.

5

10

El espacio 126 de encima del mazo 61 está, pues, en comunicación con la atmósfera, en todo momento, por medio de unas aberturas 127, de modo que encima del mazo 61 no se desarrolla presión alguna, excepto la del amortiguador de gas formado entre la superficie de la porción troncocónica 117 y el saliente o resalto 125. Lo mismo que antes, puede usarse un número cualquiera apropiado de aberturas 127, pero se ha visto que con cuarenta de tales aberturas se obtiene la magnitud de comunicación con la atmósfera deseada en esta forma de realización. Aun cuando estas cuarenta aberturas no están específicamente indicadas en las figs. 1 ... 3, se dan algunas representaciones esquemáticas de las mismas en las figs. 1 y 2.

15

20

25

La barrena 63 tiene su cuello 65 situado en posición en la envolvente 23, con movimiento de vaivén

en la misma. Cuando se obliga a la envolvente 23 a ir hacia la barrena 63, el resalto 75 de la barrena 63 se apoya contra un miembro elástico 129 conectado a la parte inferior de la envolvente 23. Ahora bien, cuando la barrena 63 es golpeada por el kazo 61, la barrena 63 puede ser propulsada en el sentido de apartarse de la envolvente 23, de modo que el resalto 75 deja de apoyarse contra el miembro elástico 129. En algunos casos, esta separación podría llegar a ser lo bastante grande para que la barrena llegase a separarse por completo de la envolvente 23, dando lugar así a una pérdida de aptitud operativa con posibles consecuencias perjudiciales para la herramienta 21. Asimismo, la barrena 63 llegaría a separarse de la herramienta 21 durante la condición de espera o reposo. Por lo tanto, se utiliza un dispositivo restrictivo 131 o de sujeción para impedir que la barrena 63 se separe o aparte demasiado de la envolvente 23. El miembro restrictivo 131 tiene un par de brazos 130 y 132, en cierto modo elásticos, cada uno de los cuales tiene un miembro de extremidad 133 del tipo de gancho, que asienta en unas ranuras correspondientes 135 de la barrena o boca de herramienta 63. Al ser impulsada la barrena o boca de herramienta 63 y apartada de la envolvente 23 por el choque de un golpe, o bien por haber cesado la fuerza

que el operario ejercía sobre la envolvente 23, los miembros de extremidad 133 se aplican a la superficie 137, por la parte alta de las ranuras 135, limitando la magnitud de la separación entre la barrena y la envolvente.

5                   Con el fin de impedir que la barrena 63 gire durante el funcionamiento, el miembro restrictivo pasa por una estructura 139 dispuesta en la envolvente 23, estructura que retiene los brazos del miembro restrictivo, 130 y 132, impidiendo la rotación. La estructura  
10                   139 incluye un par de aletas o miembros de retención 138 y 140, a lados opuestos de la envolvente 23.

                  Para sujetar el miembro u órgano restrictivo a la parte alta de la envolvente 23 puede utilizarse un dispositivo adecuado de sujeción, tal como la parte 141  
15                   a modo de perno. La parte roscada 141 está conectada de manera enteriza o solidaria con el órgano restrictivo 131. Los hilos de rosca 143 de la parte 141 a modo de perno concuerdan y casan con los hilos de rosca 145 correspondientes practicados en la porción de cabeza 33  
20                   de la barra redonda 31. Para fijar o soltar el miembro restrictivo 131 respecto de la herramienta 21, se abren o extienden los brazos 130 y 132 hasta la posición ilustrada en la fig. 3, y se hace girar el miembro entero 131. Con los brazos elásticos 130 y 132 liberados, para volver  
25                   a la posición de la fig. 1 o la fig. 2, el órgano o miem-

bro restrictivo 131 queda bloqueado en la herramienta 21 y retenido por las aletas 138 y 140 y los costados de las ranuras 135.

5 Si bien la estructura de la herramienta 21 aquí expuesta podría usarse con un gas activador comprimido a la temperatura ambiente, el funcionamiento de la herramienta está basado en la expansión del gas por debajo del mazo 61 y, por tanto, habría de aportarse calor para prevenir el efecto de refrigeración. La  
10 manera más eficaz de efectuar esto, que aumenta también enormemente el rendimiento del sistema, es la de utilizar la energía térmica producida durante la compresión del gas. Por consiguiente, en la forma de realización preferida, la fuente 109 de suministro de gas sería un  
15 compresor esencialmente adiabático. El gas comprimido calentado se transportaría entonces a la herramienta 21, por ejemplo, por medio de un conducto o manga flexible 111 de corta longitud. La manga 111 está formada de preferencia para prevenir la pérdida o migración de calor, por ejemplo, mediante el uso de un tubo interior 147 de  
20 transporte de gas y un tubo exterior 149. El espacio de aire entre ambos proporcionará el aislamiento deseado. Naturalmente, con una manga aislada 111 como ésta, su longitud puede aumentarse hasta un valor cualquiera conveniente.  
25

Una de las principales dificultades con que se tropieza en el caso de un gas activador calentado es la de que pueda vaporizarse el lubricante de la herramienta. En la forma de realización preferida de las  
5  
figs. 1 ... 3, el gas se usa a una temperatura lo bastante baja para impedir la vaporización del aceite u otro lubricante. Asimismo, la herramienta 21 puede hacerse funcionar sin aislamiento, pero en una forma conveniente de la misma se puede utilizar un aislamiento de  
10  
caucho 149. Tal revestimiento de caucho sobre la envolvente 23 impide la pérdida de calor y permite también el uso de una envolvente 23 de paredes más delgadas, debido a la mayor elasticidad proporcionada por el revestimiento de caucho 149.

15  
Con referencia ahora a las figs. 4 ... 13 que se seguirse en detalle el funcionamiento de la herramienta neumática aquí expuesta. Haciendo referencia a la fig. 4, se representa la herramienta en la posición de espera o de reposo. Como puede verse, la barrena de trabajo 63  
20  
está separada de la envolvente 23 por un hueco o intervalo 148, que es la máxima magnitud de separación permitida por el órgano restrictivo 131. Tal como se representa en la figura, las partes extremas 133 de gancho del órgano restrictivo 131 se aplican o enganchan a las superficies superiores 137 de las ranuras 135, limitando  
25

la separación de la boca de herramienta 63 respecto del miembro elástico 129 de la envolvente 23. (A los fines de las vistas de las figs. 4 ... 13, el órgano restrictivo 131 se ilustra sólo en detalle fragmentario.) A este punto, la cámara 95 está por debajo del pasaje 83, de modo que no existe apoyo de gas comprimido contra el cuerpo de válvula 45. Por tanto, el muelle 49 mantiene el cuerpo de válvula 45 a la distancia máxima de separación o apartamiento respecto de la barrena de trabajo 63 (con el tramo o sección 79 a tope con el resalto 81).

En la fig. 5, la herramienta 21 está puesta en estado operativo por la fuerza que ejerce un operario contra la envolvente 23, en el sentido de poner el miembro elástico 129 en contacto con la barrena o boca de herramienta 63. En esta posición, la cámara 95 del mazo 61 está alineada con el pasaje 83, de manera que el aire comprimido procedente de la cámara de activación 99 se transporta a la cavidad 37, y obliga al cuerpo de válvula 45 a ir a la posición representada, venciendo la fuerza del muelle de sollicitación 49. En esta posición, el cuerpo de válvula 45 bloquea las aberturas 59, cerrando su comunicación con la atmósfera, y permite al gas comprimido entrar por debajo del mazo 61. El efecto inicial del mazo 61 durante la carrera ascendente o de retorno es favorecido por las ranuras 91 y la superficie troncocónica 93.

Las aberturas 127 sirven, naturalmente, para dar escape o comunicación del espacio 126 de encima del mazo 61 al ambiente o la atmósfera en todo momento, de modo que no haya en ese espacio compresión alguna del aire que frene al mazo en su carrera de retorno, salvo el pequeño cojín de aire situado al final de la carrera de retorno.

La fig. 6 ilustra el mazo 61 una vez propulsado hacia arriba, de manera que la cámara 95 ya no está en asociación con el pasaje 83. Así, no se transporta ya más aire o gas comprimido a la cavidad 37. La longitud de la cámara 95 se determina cuidadosamente, y está basada en la velocidad del mazo 61 en la carrera de retorno, de modo que el impulso o tapón de aire comprimido aplicado a la superficie 85 relativamente grande de la parte inferior del mazo 61 suministra justamente la energía suficiente para llevar el mazo a la posición del extremo de la carrera de retorno, venciendo la fuerza ejercida por el gas comprimido en la cámara 99 contra una superficie 150 de la parte agrandada 89 del mazo 61. Al acabarse de separar la cámara 95 del pasaje 83, el cuerpo de válvula 45 está todavía en la posición de la fig. 5.

En la fig. 7, el mazo 61 se está acercando al final de la carrera de retorno (posición o parte alta de la carrera) y se está decelerando con arreglo a un cambio

5 inminente del sentido de la impulsión o cantidad de movimiento, El cuerpo de válvula 45 se ha movido ahora a la posición en que cierra por completo las aberturas 59, de modo que el único gas o aire que hay debajo del mazo 61 es el del impulso inicial de gas comprimido que se introdujo en el comienzo de la carrera de retorno. Este impulso de gas se está expandiendo hasta propulsar el mazo 61, y la energía térmica contenida en el gas comprimido es la que proporciona la energía de expansión, con el fin de permitir que el gas salga por el escape a la temperatura y presión ambiente, lo que elimina el ruido de escape y al propio tiempo proporciona un funcionamiento muy eficaz.

10 La vista de la fig. 8 ilustra el mazo 61 en la posición extrema o superior de la carrera de retorno. El impulso de aire comprimido que se introdujo por debajo del mazo se ha expandido y enfriado ahora hasta alcanzar aproximadamente el valor de estos parámetros de presión y temperatura para las condiciones del ambiente (o atmosféricas).

15 En el caso de que el impulso de aire comprimido proporcione demasiada energía, el amortiguador de gas comprendido entre la superficie del área troncocónica 117 y el saliente o resalto 125 impedirá todo contacto directo entre el mazo 61 y la envolvente 23. A este punto, el muelle 49 ha

20 obligado al cuerpo de válvula 45 a subir ligeramente por

25

encima de las aberturas 59, de modo que el espacio de  
debajo del mazo 61 queda ahora en comunicación con las  
condiciones atmosféricas o del ambiente, por un camino  
o circuito que pasa por las aberturas 59, sigue a lo  
5 largo del vástago de válvula 47, va por las aberturas  
67 a la cámara 69, y de ésta a la atmósfera por medio  
de los pasajes 71. Por lo tanto, al comenzar el mazo  
su carrera descendente o de percusión, bajo la fuerza  
ejercida por el aire comprimido en la cámara de activa-  
10 ción 99, no habrá compresión del gas bajo el mazo, pues  
este espacio se halla en comunicación con la atmósfera  
para dar escape hasta ésta al gas expandido. La carrera  
descendente o de percusión del mazo 61 expulsará el ai-  
re del espacio que hay debajo de él, pero al expandirse  
15 el aire o gas en el espacio y enfriarse a las condicio-  
nes atmosféricas, el gas al escapar estará ya a las con-  
diciones de la atmósfera, o próximo a ellas.

Durante los estados iniciales de la carrera  
de percusión, el cuerpo de válvula 45 continúa obligado  
20 en el sentido de apartarse de la barrena de trabajo 63,  
por la acción del muelle 49, hasta llegar a la extensión  
más alejada de este movimiento, indicada en la fig. 9. A  
este punto, las aberturas 59 están completamente abiertas,  
dando plena comunicación con la atmósfera al espacio de  
25 debajo del mazo 61, como antes se ha descrito. Desde la

posición representada en la fig. 8 hasta la indicada en la fig. 10, el mazo 61 es propulsado, en la carrera de percusión, por el gas comprimido en la cámara de activación 99 y, en el caso de un martillo perforador neumático, por la fuerza de la gravedad. En la posición de la fig. 10, los pasajes 97 han llegado a la posición de transporte de gas con respecto a la cámara de activación 99, pero la cámara 95 no ha entrado todavía en conjunción con las aberturas 83, de modo que el cuerpo de válvula 45 permanece en la posición extrema, bajo la fuerza del muelle 49.

La continuación del movimiento hasta la posición de la fig. 11 da por resultado que la cámara 95 empiece a entrar en confluencia con las aberturas 83, dejando pasar gas comprimido a la cavidad 37. Ahora bien, la relación indicada acaba sólo de alcanzarse, de modo que la presión en la cavidad 37 no ha subido lo suficiente para desplazar el cuerpo de válvula 45 venciendo la fuerza del muelle 49. Para cuando se alcance la posición de la fig. 12, que es el punto en el cual el mazo 61 entra en contacto de percusión con la barrena 63, la cámara 95 se ha puesto en conjunción con las aberturas 83, con el fin de impulsar el cuerpo de válvula 45 venciendo la fuerza del muelle 49. Ahora bien, como el transporte de aire comprimido a la cavidad 37 y, por tanto,

5                    contra el cuerpo de válvula 45, no ha hecho que se cierren las aberturas 59, estas aberturas seguirán sirviendo de respiradero para poner el área de debajo del mazo 61 en comunicación con la atmósfera e impedir así toda aminoración o reducción de la energía transportada desde el mazo 61 a la barrena 63. Ahora bien, al cabo de un breve tiempo, como se ilustra en la fig. 13, el aire comprimido en la cavidad 37 ha dado lugar a que el cuerpo de válvula 45 se mueva, cerrando las aberturas 59 en su función de respiradero y abriéndolas para la introducción de aire comprimido activador. Como el mazo 61 ha golpeado a la barrena 63 y está dispuesto para repetir el ciclo de funcionamiento que acaba de describirse, es fácil ver que se ha mantenido una fuerza constante contra el mazo 61, por parte del gas comprimido en la cámara de activación 99, el cual transmite la fuerza procedente de la envolvente 23 cuando a esta envolvente se le ha aplicado una fuerza lo bastante grande para mantener el miembro elástico 129 de la envolvente 23 en contacto con la barrena de trabajo 63. Se consigue una propulsión activante o de transmisión de energía aplicando el mismo gas comprimido a presión constante a una superficie más grande de la parte inferior del mazo 61, y permitiendo a dicho gas que se expanda hasta propulsar el mazo contra la fuerza constante producida por el gas contenido en la cámara de activa-

10

15

20

25

ción 99. Por todo ello, se habilita una herramienta neumáticamente activada sin vibraciones, de gran rendimiento y convenientemente sencilla de construcción y manejo.

5 En la descripción de la herramienta neumática 21 se ha señalado que es posible lograr una mayor salida de trabajo si la energía térmica contenida en el gas comprimido se utiliza también para propulsar el mazo. Esto es particularmente cierto cuando el funcionamiento de la herramienta neumática se considera en unión del funcionamiento del sistema como un todo, en el cual el rendimiento del sistema se reduce grandemente a consecuencia de desecharse el calor de compresión en los procedimientos de compresión isotérmica hasta ahora intentados que suelen utilizarse. Por consiguiente, es posible realizar un sistema mucho más eficaz si el calor de compresión se transporta a la herramienta neumática y se utiliza en ella. Para lograr este enfoque altamente eficaz, según la presente invención, se ha producido un compresor adiabático verdaderamente revolucionario cuyos principios son igualmente aplicables a un flujo inverso de energía, del que la versión adiabática de la herramienta neumática aquí expuesta es un ejemplo. Por lo tanto, la descripción del compresor adiabático aquí expuesto es aplicable en general al concepto, mucho más amplio, de un transformador adiabático de volumen de gas (esto es, un dispositi

10

15

20

25

vo en el que se consigue una transmisión de energía esencialmente adiabática, sea en forma de compresor, sea en la de un motor neumático).

5           Con referencia a las figs. 14, 15 y 16, puede verse en ellas una forma preferida de realización de un transformador adiabático 201 de volumen de gas. En las figs. 15 y 16, el transformador 201 se representa en su uso especializado como compresor adiabático, aun cuando los principios son igualmente aplicables a la versión generalizada de la fig. 14.

10           El transformador adiabático 201 de volumen de gas tiene una caja o envolvente exterior 203. La envolvente 203 puede estar hecha de un material adecuado cualquiera que tenga la resistencia estructural necesaria, tal como el acero. La envolvente 203 tiene una sección recta anular, una parte 205 que se extiende en forma cilíndrica en general y, en uno de los extremos de ésta, una parte extrema 207 de forma hemisférica en general. Ha de reconocerse que, si bien en la forma de realización preferida se utiliza la forma descrita para la caja o envolvente 203, esta invención podría ponerse en práctica también con envolventes de formas modificadas, e incluso completamente distintas.

20           En la envolvente 203 hay formada una cavidad interna 209. La cavidad 209 tiene la misma configuración

25

general que la envolvente 203. Una porción 211 de la  
cavidad 209, en la extremidad hemisférica de la cavi-  
dad, constituye un espacio contenedor de masa de gas,  
o una cámara de conversión de energía (que es la cáma-  
5 ra de compresión en el ejemplo específico del compresor  
adiabático). La cámara de conversión de energía 211  
está circundada y abarcada por el material aislante 213  
de cámara. El material aislante 213 puede ser un aisla-  
10 miento de un tipo cualquiera adecuado capaz de resistir  
las presiones y temperaturas, relativamente altas, a las  
cuales se verá sometido en la cámara 211 de conversión  
de energía. En esta forma de realización preferida se ha  
utilizado un material aislante 213 de tipo cerámico. Tam-  
15 bién puede impedirse la migración o pérdida de calor de  
otra manera cualquiera adecuada, tal como por medio de  
una activación muy rápida del aparato.

En la cavidad 209 hay situado un elemento mó-  
vil o pistón 215, dispuesto con movimiento de vaivén lon-  
gitudinal en ella. El pistón 215 tiene una primera parte  
20 217 introducible en la cámara 211 de conversión de ener-  
gía, una segunda parte 219 a partir de la cual se extien-  
de la parte primera 217, y un vástago 221 de pistón que  
se extiende desde el otro lado de la parte 219. Todas las  
partes del pistón 215 se hallan conectadas de manera ente-  
25 riza, formando una estructura unitaria coaxil con la en-

volviente 203.

La parte 217 del pistón 215 está conformada de modo que asienta en la cámara de conversión de energía 211 que hay en la extremidad hemisférica en general de la cavidad 209. De hecho, esta parte 217 define en realidad la cámara de conversión de energía cuando está en la posición inferior de la carrera, ilustrada en la fig. 16. La cámara 211 de conversión de energía puede definirse como la parte de la cavidad 209 que se halla entre la extremidad hemisférica de la cavidad y la parte alta de la porción 219 del pistón 215, menos el espacio desplazado por la porción 217 del pistón. Esta definición se hace, naturalmente, cuando el pistón 215 está en la posición de límite o parte inferior de la carrera (representada en la fig. 16). Como puede verse, existe un espacio adicional en torno a la circunferencia de la parte 217, entre el punto 223 y la parte 219 del pistón, pero como este espacio es muy pequeño y el gas contenido en él no constituye una porción apreciable del volumen de gas hasta que el pistón 215 llega a la posición de punto superior de la carrera, fácilmente podría despreciarse al definir la cámara 211 de conversión de energía. Ahora bien, dado que el volumen de gas de este espacio va adquiriendo importancia, durante la carrera de compresión, en la posición de punto superior de la ca-

rrera, es preciso incluirlo como parte de la cámara 211 de conversión de energía.

5 La parte 217 del pistón 215 tiene un núcleo central 225 de un material de gran resistencia, tal como el acero. El núcleo 225 de la parte 217 del pistón 215 tiene, en su extremidad hemisférica en general, un miembro 227 que hace de tapón. El miembro de tapón 227 está provisto de hilos de rosca 229 que se acoplan a unos hilos de rosca correspondientes del cuerpo del núcleo 225. El tapón 227 tiene por objeto permitir la retirada de material de la parte interna del núcleo 225 con el fin de formar una abertura 231 que se extiende 10 entrando también en la parte 219. De esta manera, el pistón puede aligerarse de peso sin tener que taladrar el vástago 221, lo que tendería a debilitar dicho vástago. 15 Después de formada la abertura 231, se vuelve a atornillar el miembro de tapón 227 en la otra parte del núcleo 225 hasta formar un núcleo enterizo para la parte 217.

20 En torno a la superficie exterior del núcleo 225 va colocado un material 233 aislante de pistón, en la misma extensión que el material aislante 213, con el fin de impedir toda pérdida de calor desde la cámara de conversión de energía a través del pistón 215. El material aislante 233 sería un tipo cualquiera apropiado de 25 aislamiento, tal como un material cerámico adecuado. El

aislamiento 233 puede fijarse con mayor firmeza al núcleo 225 mediante la provisión de unos salientes 235 en torno a los cuales se formaría el material aislante 233 con el fin de proporcionar una conexión más firme entre este material aislante y el núcleo 225.

5

Como puede verse, las dimensiones exteriores de la parte 217 se hacen ligeramente menores que las dimensiones de la cavidad 209, de modo que entre la parte 217 de pistón y la pared interna de la envolvente 203 existirá un volumen de gas pequeño, aun cuando el pistón 215 esté en la posición superior o punto alto de carrera, ilustrada en la fig. 15. La distancia de separación entre la superficie exterior de la parte 217 de émbolo o pistón y la superficie interior de la envolvente 203 es muy pequeña, del orden de algunas centésimas de milímetro. Esta pequeña distancia de separación, combinada con una rigurosa alineación axial del pistón, como se describe más adelante, es suficiente para impedir que los materiales aislantes 213 y 233 se apoyen uno contra el otro, lo que podría dañar o perjudicar las cualidades aislantes y ser causa de que se acumule material aislante en la cámara de conversión de energía a consecuencia del roce o abrasión.

10

15

20

La parte 219 del pistón 215 está destinada a moverse en la cavidad 209, con asiento deslizante estan-

25

co. En torno a la periferia de la parte 219 hay situa-  
dos unos aros de cierre hermético 237 o de pistón que  
se aplican a la superficie interior de la envolvente  
203 que forma la cavidad 209. En contacto de aplicación  
5 con ellos hay un medio o agente adecuado lubricante y  
de cierre hermético, tal como el aceite, para lubricar  
el acoplamiento deslizante entre la parte 219 del pis-  
tón 215 y la superficie interior de la envolvente 203,  
así como para cerrar herméticamente la cámara de conver-  
10 sión de energía 211 con el fin de impedir que escapen  
los gases de su interior. El medio lubricante y de cie-  
rre hermético (aceite) se introducirá en la cavidad 209  
de un modo cualquiera conveniente de tipo usual, y será  
transportado por los aros de pistón 237. La presión del  
15 gas en la cámara 211 de conversión de energía impedirá  
que el aceite suba por encima del último aro 239 de pis-  
tón.

Las partes 217 y 219 del pistón 215 se harían  
de ordinario de una misma pieza, aun cuando podría acep-  
20 tarse una conexión permanente adecuada cualquiera de estas  
partes. El vástago 221 también podría estar hecho de una  
pieza con la parte 219, pero también podría ir conectado  
de otro modo cualquiera que ofreciese una interconexión  
sólida y permanente.

25 El vástago 221 conduce a un carter de cigüeñal,

en el que es posible, sea transmitir energía mecánica al pistón 215, sea extraerla del mismo. En esta forma específica de realización de un compresor adiabático de gran rendimiento, puede usarse una transmisión de cigüeñal de doble codo (no representada), para mover el pistón 215 hacia arriba en el sentido de comprimir el gas en la cámara 211 de compresión, o de conversión de energía. La energía es transmitida desde la transmisión de cigüeñal de doble codo por medio de unas bielas 240 y 242, lo bastante robustas para permitir el funcionamiento a gran velocidad, si así conviene. Las bielas 240 y 242 van conectadas al árbol 221, a través de una pieza de conexión, por medio de unos cojinetes apropiados, tales como unos cojinetes de rodadura a base de bolas o de agujas. El miembro 244 va fijado al vástago 221 por un método cualquiera apropiado, siendo conveniente, a los fines del montaje, una fijación desmontable, tal como una interconexión roscada.

En vista de lo estrecho de las tolerancias entre la parte 217 del pistón 215 y la superficie interna de la envolvente 203, es necesario que el pistón se halle confinado con un movimiento coaxil extremadamente preciso entre el pistón 215 y la envolvente 203. Un movimiento coaxil tan preciso puede lograrse utilizando una guía apropiada para el árbol 221, tal como una estructu-

ra de soporte radial 243, ilustrada en la fig. 14. El soporte radial 243 puede ser de tres o de cuatro brazos, según convenga. Un anillo interior 245 de la estructura de soporte radial 243 proporciona un asiento deslizante estanco con el vástago 221, y debe estar situado en posición con gran exactitud para asegurar la concentricidad o coaxialidad del movimiento del pistón 215 respecto a la envolvente 203.

Más allá del extremo de los materiales aislantes 215 y 233 hay colocada una camisa de refrigeración o baño 247, que se extiende alejándose del extremo 207 hemisférico en general de la envolvente.

La temperatura a la cual se vaporizará el medio lubricante y de cierre hermético que se aplica a los aros de pistón 237 es con frecuencia considerablemente menor que las temperaturas, relativamente altas, alcanzadas en la cámara 211 de conversión de energía. Por ejemplo, sería probable que el lubricante (aceite) tuviese una temperatura de vaporización próxima a los 204°C, en tanto que la temperatura en la cámara 211 de conversión de energía (a plena compresión o en la parte alta de la carrera) podría llegar hasta los 3315°C. Naturalmente, las temperaturas en la cámara 211 de conversión de energía podrían llegar mucho más arriba, pero, como ejemplo práctico, la de 3315°C ilustra claramente el problema. La camisa de re

5 frigeración 247 mantiene una temperatura relativamente  
baja en las proximidades de los aros de pistón 237,  
así como en una porción del gas contenido en la cámara  
211 de conversión de energía cuando el pistón 215 está  
10 en la parte alta de su carrera, como se ilustra en las  
figs. 14 y 15. Un rasgo característico muy importante  
de esta invención, sobre el que nunca se podrá insistir  
demasiado, es la disposición mediante la cual los aros  
de pistón 237 han sido desplazados de las proximidades  
de las extremadamente altas temperaturas alcanzadas en  
la cámara 211 de conversión de energía, así como la dis-  
posición para refrigerar el volumen de gas de la cámara  
de conversión de energía, contiguo a los aros de pistón  
237.

15 La camisa de refrigeración o baño 247 puede si-  
tuarse, sea en torno a la envolvente 203, sea en la mis-  
ma envolvente, como se ilustra en esta forma preferida de  
realización. En esta camisa de refrigeración se usará nor-  
malmente agua como refrigerante, aun cuando podrían usar-  
se igualmente con éxito otros medios refrigerantes líqui-  
dos o gaseosos.  
20

Si bien esta descripción se ha desarrollado en  
términos bastante generalizados, que se refieren a un  
transformador adiabático de volumen de gas, se ha hecho  
25 referencia a la forma específica de realización preferi-

da, aquí expuesta, de un compresor adiabático. Así, pueden emplearse los conjuntos de válvula particulares 251 y 253 con sollicitación por resorte, en lugar de la disposición 254 más generalizada de la fig. 14, que sería una disposición de levas, aun cuando tal disposición de levas podría usarse también para la realización específica de un compresor adiabático. En el conjunto de válvula 251 hay un muelle de compresión 255 conectado a un vástago de válvula 257. El otro extremo del vástago de válvula 257 va conectado a una cabeza de asiento de válvula 259, forzada a ir contra un asiento de válvula 261 por un muelle de compresión 255. El vástago de válvula 257 pasa a través de un cuerpo 263 de válvula, fijado a una pestañita 265 apropiadamente roscada de la envolvente 203. Entre el cuerpo de válvula 263 y la cabeza de válvula 259 hay formada una cámara de válvula 267. Una abertura 269 pone la cámara de válvula 267 en comunicación con la atmósfera. Al levantarse la cabeza de válvula 259 apartándose del asiento de válvula 261, el espacio que queda entre la cabeza de válvula 259 y el asiento de válvula 261, la cámara de válvula 267 y la abertura 269 constituyen un conducto que lleva desde la cámara 211 de conversión de energía a la atmósfera.

El conjunto de válvula 253 tiene un muelle tensor 271 fijado a un vástago de válvula 273, el cual lleva

en su otro extremo una cabeza de válvula 275. La cabeza 275 se aplica a un asiento de válvula 277, cerrando herméticamente la cámara 211 de conversión de energía respecto de una cámara de válvula 279. Una tubería 281 conduce desde la cámara de válvula 279 a un depósito 280, en el que se almacena gas a una presión y temperatura relativamente altas. El depósito 280, de preferencia, está aislado como por una capa de aislamiento 282. Aun cuando se represente de forma esférica, el depósito 280 puede tener, naturalmente, otra forma cualquiera apropiada. Asimismo, la tubería de conducción 281 está, de preferencia, aislada para impedir la pérdida de energía térmica.

Cuando la cabeza de válvula 275 está separada del asiento de válvula 277, el espacio comprendido entre la cabeza de válvula 275 y el asiento de válvula 277, la cámara de válvula 279 y la tubería 281 constituyen un trayecto de circulación entre la cámara 211 de conversión de energía y el depósito 280 de almacenaje de gas. Como en el caso del conjunto de válvula 251, el conjunto de válvula 253 tiene un cuerpo de válvula 283 a través del cual pasa el vástago de válvula 273. El cuerpo de válvula 283 está conectado a una pestaña roscada 284 apropiada en la envolvente 203. En los casos tanto del muelle de compresión 255 como del muelle de tensión 271, el mue

lle se halla fijado al cuerpo de válvula respectivo. En el caso del muelle de tensión 271, el muelle está conectado al cuerpo de válvula 283 por medio de unas abrazaderas 285, en tanto que en el caso del muelle de compresión 255, el muelle se encuentra conectado al cuerpo de válvula 263 por medio de unas abrazaderas 287.

5

10

15

20

25

En la posición de punto o límite inferior de carrera ilustrada en la fig. 16, la cabeza de válvula 275 se aplica firmemente al asiento de válvula 277. La cabeza de válvula 259 está forzada a ir contra el asiento de válvula 261 por el muelle de compresión 255, relativamente débil. Aun cuando la cabeza de válvula 259 ha ya sido separada del asiento de válvula 261 por la acción del vacío producido en la cámara de conversión de energía durante la carrera de descenso, el muelle de compresión 255 relativamente débil basta para mover la cabeza de válvula 259 llevándola a la posición representada en la fig. 16, en el punto o límite inferior de la carrera. Esto es así porque en la posición del punto inferior de carrera la presión en la cámara 211 de conversión de energía ha alcanzado el nivel de la atmosférica, debido al trayecto de circulación que recorre la abertura 269, la cámara de válvula 267 y el espacio comprendido entre la cabeza de válvula 259 y el asiento de válvula 261. Por

otra parte, la cabeza de válvula 275 está mantenida en su posición de cierre contra el asiento de válvula 277 por la presión del gas de la cámara de válvula 279, que pasa por la tubería 281, así como por la acción del vacío creado en la cámara 211 de conversión de energía durante la carrera descendente.

Al subir el pistón 215, se comprime el gas contenido en la cámara 211 de conversión de energía, de modo que aumentan su presión y temperatura. La mayor presión que entonces se ejerce contra la cabeza de válvula 259 mantiene al conjunto de válvula 251 en la posición de cerrado, de manera que la cámara 211 de conversión de energía está herméticamente cerrada respecto a la atmósfera. El asiento de válvula 253 permanece en la posición de cierre, pues la fuerza debida a la presión del gas contenido en la cámara 211 contra la superficie interior de la cabeza de válvula 275 no es lo bastante grande para superar la fuerza combinada debida a la presión del gas en la cámara de válvula 279 contra la superficie de la cabeza de válvula 275 de esa cámara, y la del muelle de tensión 271.

Al llegar el pistón 215 a la posición del límite superior de carrera, ilustrada en la fig. 15, la presión y la temperatura del gas en la cámara 211 de conversión de energía alcanzan los niveles deseados para el gas

que se va a transmitir por la tubería 281. A este punto, la alta presión del gas contenido en la cámara 211, y que se apoya contra la superficie interior de la cabeza de válvula 275, es lo bastante grande para abrir la válvula, como se ha indicado en el dibujo, permitiendo que el gas de la cámara 211 de conversión de energía pase por la tubería 281 hasta el depósito de almacenaje. En cuanto el gas de la cámara 211 de conversión de energía haya sido transferido por medio de la tubería 281 hasta el depósito de almacenaje 280, la cabeza de válvula 275 se moverá hasta la posición de cierre contra el asiento de válvula 277. A este punto, el sistema queda dispuesto para la carrera descendente del pistón 215. Durante la carrera descendente, la cabeza de válvula 259 se moverá, pasando a la posición de abierta y apartándose del asiento de válvula 261, como antes se ha explicado. Al propio tiempo, la cabeza de válvula 275 estará firmemente mantenida contra el asiento de válvula 277 por la presión del gas existente en la cámara de válvula 279 y la fuerza del muelle 271, reforzándose aún más la fuerza del cierre hermético por la acción del vacío formado en la cámara de compresión 211 o de conversión de energía. Por lo tanto, el gas, de presión y temperatura relativamente altas, del depósito de almacenaje conectado a la tubería 281, no podrá escapar y entrar en la cámara 211 de conversión de energía.

En la posición del punto inferior de carrera, la cabeza de válvula 259 se moverá pasando a la posición de cierre, y se volverá a iniciar la secuencia de funcionamiento anteriormente descrita.

5                    Como antes se ha dicho, uno de los rasgos ca-  
racterísticos significativos de esta invención, que ha-  
ce que el sistema sea operativo, reside en las medidas  
adoptadas para tener la seguridad de que el medio lu-  
bricante y de cierre hermético (aceite) en contacto con  
10 los aros de pistón 237 no es vaporizado por el calor en-  
generado durante la compresión del gas. Esto se consi-  
gue mediante dos recursos o acciones: (1ª) la de aumen-  
tar la separación física entre los aros de pistón 237 y  
el área en que el gas alcanza su temperatura más alta  
15 (esto es, junto a la parte hemisférica de la cavidad 209);  
y (2ª) la de enfriar el gas que está más próximo a los  
aros de pistón 237. Esto último se consigue haciendo que  
el aislamiento 213 de la envolvente 203 y el aislamiento  
233 de la parte 217 del pistón 215 terminen en el punto A,  
20 mientras el gas se extiende hasta el punto B. Así, el gas  
contenido en el volumen de la cámara 211 de conversión de  
energía comprendido entre los puntos A y B está sometido  
a la influencia refrigerante de la camisa de refrigeración  
247, tanto a través de la envolvente 203 como de la parte  
25 de pistón 219. Suponiendo que la temperatura en el punto

A sea igual a la temperatura de la parte hemisférica de la cámara 211 de conversión de energía, entre los puntos A y B es preciso conseguir un gradiente de temperatura que reduzca la temperatura del gas en el punto B de modo que esté por bajo de la temperatura de vaporización del medio lubricante y de cierre hermético. Debido a lo delgadísimo de la película de gas que hay en este volumen, el efecto refrigerante de la camisa de agua 247 es más que suficiente para proporcionar el gradiente de temperatura deseado. Es de notar que, en la práctica, la temperatura del punto A será probablemente algo inferior a la temperatura máxima de la cámara 211 de conversión de energía, pero como el método indicado de proteger el medio lubricante y de cierre hermético contra las altas temperaturas es suficiente aún en el caso más desfavorable, el hecho de que las condiciones efectivas en un momento dado pudieran dar lugar a un menor gradiente de temperatura entre los puntos A y B refuerza la importancia de este enfoque.

Si bien la forma de realización preferida aquí expuesta es la de un compresor adiabático, hay que reconocer que el transformador adiabático de volumen de gas podría utilizarse con igual fortuna para proporcionar potencia mecánica, a la manera de un motor neumático. En tal disposición, el gas, a una presión y temperatura rela

tivamente altas, se introduciría en la cámara 211 de conversión de energía, por medio del conjunto de válvula 253, con el fin de accionar o propulsar el pistón en la carrera descendente. Durante esta carrera de descenso del pistón, el conjunto de válvula 251 se hallaría en la posición de cierre. En la carrera de retorno del pistón, que sería la ascendente, el conjunto de válvula 251 estaría abierto, mientras que el conjunto de válvula 253 estaría cerrado. Como es obvio, las disposiciones de muelle representadas en las figs. 15 y 16 no serían las adecuadas a tal objeto, y habría de utilizarse un control por levas del tipo indicado en forma generalizada en la fig. 14, o algún otro tipo de control apropiado.

Otro concepto de interés y muy importante implicado en la doble naturaleza del transformador adiabático de volumen de gas es el de que, utilizando el transformador como compresor para accionar el transformador usado como motor neumático, es posible obtener rendimientos, en la práctica, lo bastante próximos al rendimiento máximo teórico del 100% como para hacer muy deseable tal sistema neumático de transmisión de fuerza motriz. En relación con esto, es de notar que la herramienta perforadora neumática de pavimentos aquí descrita puede considerarse como una forma particular de realización del transformador adiab

bático de volumen de gas, utilizada como motor neumático. Por consiguiente, el uso del compresor adiabático aquí expuesto con el martillo perforador neumático rompavimentos aquí descrito proporciona un sistema neumático de gran rendimiento, así como la eliminación de vibraciones y otras características deseables de la herramienta perforadora rompavimentos anteriormente expuestas.

Con referencia ahora a las figs. 17 ... 19, se ilustra en ellas, en forma bastante esquematizada, una herramienta neumática en la que se hace patente el uso del transformador adiabático de volumen de gas para la transmisión de energía en sentido opuesto al implicado en la compresión (esto es, como motor neumático). En la forma de realización de las figs. 1 ... 13 se utiliza una temperatura relativamente baja para el gas calentado comprimido. Como la temperatura está por bajo de la temperatura de vaporización del lubricante, no hay necesidad de aislar el lubricante separándolo del gas activador. En cambio, en la forma de realización de las fig. 17 ... 19 intervienen temperaturas mucho más elevadas, de modo que es necesario proteger el lubricante.

La herramienta 301 de las figs. 17 ... 19 tiene una envolvente exterior 303, de un material tal como el aluminio, que constituye un depósito de refuerzo. El

depósito de refuerzo 303 contiene un gas a presión elevada, pero esencialmente a la temperatura ambiente. El uso de este depósito de refuerzo para mantener aplicada una fuerza de presión constante se describe con detalle en la patente de EE.UU. número 3.266.581 de Cooley y col.

Hay una envolvente interior 305, provista de una capa aislante 307 y que lleva en su interior un órgano móvil o pistón 309. El pistón 309 tiene una parte 311 del mismo que sirve de miembro percusor o mazo. La otra parte 313 del pistón 309 lleva unos aros de pistón o de cierre hermético 315 destinados a tomar contacto, con asiento deslizante, con la envolvente interior 305. Los aros de pistón 315 transportan un lubricante, tal como aceite, que forma una película desde la parte alta de la envolvente 305 hasta la parte inferior de la porción 313 del pistón 309, en la posición ilustrada en la fig. 17. El mazo 311 tiene un diámetro algo menor que el de la parte 313 y, por tanto, no toma contacto con la envolvente 305.

El mazo 311 golpea contra una sufridera 317, que bien puede ser una parte de la barrena o bien un miembro aparte impulsado para golpear a la barrena o boca de herramienta. Un primer conducto 319 permite la introducción de gas comprimido caliente (aire), en tanto que un

segundo conducto 321 proporciona comunicación de escape o salida a la atmósfera del espacio comprendido entre el mazo 311 y la sufridera 317. Unos sistemas de válvulas apropiados (no representados) controlarían la apertura y el cierre de estos conductos. Es de notar que la presión del gas introducido por el conducto 319 tiene mayor magnitud que la presión constante del gas aplicado a la superficie superior del pistón 309 desde el depósito 303 de refuerzo, de modo que el émbolo o pistón puede hacerse subir venciendo la fuerza constante.

A los fines de este estudio, se supondrá que el aire comprimido introducido por el conducto 319 tiene una presión absoluta de  $16,34 \text{ kg/cm}^2$  y una temperatura de  $283,3^{\circ}\text{C}$ . El aire ambiente se supondrá a una presión absoluta de 1034 milibares y una temperatura de  $21^{\circ}\text{C}$ .

En la posición indicada en la fig. 17, se introduce un impulso de aire comprimido, a través del conducto 319. Este impulso tendrá una duración tal que la energía contenida en él se haya calculado para subir el pistón 309 a la posición indicada en la fig. 19, durante su expansión, venciendo la fuerza constante del gas comprimido que viene del depósito de refuerzo 303. Al introducirse el gas comprimido y calentado en la envolvente 305, la temperatura del mazo o elemento percusor 311 subirá

a 66°C. Como la película de aceite sólo llega a la parte inferior de la porción 313 del pistón 309, no se halla expuesta a los 283,3°C del gas comprimido entrante, sino sólo a una temperatura de 68,3°C.

5 Al expandirse el gas y subir el pistón 309 a la posición representada en la fig. 18, el gas se enfría también. El descenso de temperatura y de presión se indica, para la parte inferior del mazo 311, en la fig. 19. En la posición de la fig. 18, la parte inferior del mazo 311 se halla al nivel del límite más bajo de la película de aceite (esto es, en el punto de la parte inferior de la porción 313 en la fig. 17). Por la gráfica de la fig. 19 puede verse que la temperatura máxima a la cual quedaría expuesta la película de aceite sería la de 10 90°C. En todos los demás puntos por encima de éste, el aceite se hallaría expuesto a temperaturas más bajas, de modo que no se plantearía problema alguno de vaporización.

15 La continuación de la expansión y el enfriamiento del impulso de gas introducido por el conducto 319 hace subir el pistón 309 hasta la posición representada en la fig. 19. A este punto, el conducto 321 se abre hacia la atmósfera, permitiendo el escape del espacio de debajo del mazo durante su movimiento de descenso. Como el 20 impulsó de aire se expande y enfría hasta alcanzar las con

25

diciones de ambiente, el escape se producirá a este nivel de presión y temperatura. Por lo tanto, es fácil darse cuenta de cómo se ha producido el funcionamiento inverso del transformador adiabático de volumen de gas y, como puede verse, toda la energía del gas comprimido calentado se ha transmitido al pistón 309, el cual se halla ahora preparado para liberar esa energía suministrando un golpe a la barrena, bajo la fuerza constante del gas comprimido procedente del depósito de refuerzo 303. Por consiguiente, se ha puesto de manifiesto un sistema adiabático de gran rendimiento, en el cual es posible utilizar el transformador de volumen de gas en ambos extremos del sistema. Naturalmente, el dispositivo ilustrado en las figs. 17 ... 19 es más bien esquemático, pero es fácil reconocer que los principios aquí expuestos pueden adaptarse fácilmente a muchas áreas.

Se sobrentiende asimismo que pueden hacerse muchos cambios, modificaciones y variaciones en las disposiciones, el funcionamiento y los detalles de construcción de la forma de realización aquí expuesta, sin por ello apartarse del espíritu ni salirse del ámbito de la invención.

1

- REIVINDICACIONES -

5

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 que se recogen en las reivindicaciones siguientes:

10

15

20

25

1ª.- Perfeccionamientos introducidos en una herramienta neumática en la que se eliminan sustancialmente la transmisión no deseada de vibraciones y el ruido de escape, que comprende una caja exterior en la que no se desean vibraciones y a la que se aplica una fuerza de accionamiento; un martillo percusor vibrante susceptible de moverse en vaivén en dicha caja exterior, siendo producido el movimiento en vaivén de dicho martillo por expansión intermitente sustancialmente adiabática de un gas que tiene valores de presión y de temperatura mayores que los valores de presión y temperatura ambiente a fin de hacer que dicho martillo actúe contra dicha fuerza de accionamiento; medios transmisores de fuerza para transferir dicha fuerza de accionamiento a dicho martillo sin transferir las vibraciones de dicho martillo a dicha caja; y medios de válvula para admitir selectivamente porciones discretas de dicho gas para que dicho martillo actúe contra dicha

1 fuerza de accionamiento, determinando dichos medios de  
válvula que cada una de dichas porciones de gas admitidas  
por dichos medios de válvula para que actúe dicho marti-  
llo sea una cantidad de gas que se expandirá a presión  
5 y temperatura sustancialmente ambiente, al tiempo que di-  
cho martillo actúa hasta su máximo desplazamiento contra  
dicha fuerza de accionamiento.

2<sup>a</sup>.- Perfeccionamientos de acuerdo con la rei-  
vindicación 1<sup>a</sup>, según los cuales dichos medios transmi-  
10 sores de fuerza comprenden una cámara de activación en la  
que se introduce dicho gas a una presión constante en ex-  
ceso de la presión atmosférica y una temperatura superior  
a la temperatura ambiente, para transmitir dicha fuerza  
de accionamiento como una fuerza sustancialmente constan-  
15 te desde dicha caja a dicho martillo; y una primera super-  
ficie de presión asociada con dicho martillo, viniendo  
determinada la magnitud de dicha fuerza sustancialmente  
constante aplicada a dicho martillo por la presión de di-  
cho gas en dicha cámara de activación y dicha primera su-  
20 perficie de presión.

3<sup>a</sup>.- Perfeccionamientos de acuerdo con la rei-  
vindicación 2<sup>a</sup>, según los cuales dicha cámara de activa-  
ción está formada entre dicho martillo y dicha caja, con  
superficies opuestas situadas, respectivamente, en dicha  
25 caja y en dicho martillo para proporcionar la transmisión

1 de dicha fuerza sustancialmente constante desde dicha caja a dicho martillo.

5 4ª.- Perfeccionamientos de acuerdo con la reivindicación 2ª, según los cuales dichos medios de válvula comprenden una barra redonda coaxial con dicha caja exterior, sobre la cual pasa dicho martillo; y un conjunto de válvula en dicha barra redonda, controlando dicho conjunto de válvula la introducción de dicho gas hasta una segunda superficie de presión debajo de dicho martillo durante un período de tiempo predeterminado, siendo dicha segunda superficie de presión mayor que dicha primera superficie de presión, de modo que dicho martillo es impulsado contra dicha fuerza sustancialmente constante aplicada a él para efectuar la carrera ascendente de dicho martillo, al tiempo que se expande el gas introducido debajo de dicha segunda superficie durante dicho tiempo predeterminado a presión y temperatura sustancialmente atmosféricas, controlando también dicho conjunto de válvula la ventilación del espacio situado debajo de dicho martillo para evacuar este espacio durante la carrera descendente de dicho martillo.

20 5ª.- Perfeccionamientos de acuerdo con la reivindicación 4ª, según los cuales la herramienta neumática es un martillo rompepavimentos; una barrena de trabajo para romper pavimento es golpeada por dicho martillo, estan-

1 do dicha barrena de trabajo montada para movimiento con respecto a dicha caja exterior; y unos medios restrictivos están previstos para impedir la separación de dicha barrena de trabajo respecto de dicha caja.

5 6ª.- Perfeccionamientos de acuerdo con la reivindicación 5ª, según los cuales dicho conjunto de válvula está situado en una cavidad de dicha barra redonda y comprende un cuerpo de válvula montado para movimiento de vaivén en dicha cavidad y destinado a controlar el flujo  
10 de gas a y desde el espacio de debajo de dicho martillo; un camino de flujo de gas para dejar pasar dicho gas comprimido a dicha cavidad y, por tanto, hasta apoyarse contra dicho cuerpo de válvula, en momentos seleccionados; y un muelle de sollicitación para empujar dicho cuerpo de  
15 válvula en el sentido opuesto a aquél en que es impulsado por dicho gas comprimido en dicha cavidad, pero con una fuerza menor.

20 7ª.- Perfeccionamientos de acuerdo con la reivindicación 6ª, según los cuales dicho camino de flujo de gas comprende una abertura desde dicha cavidad al exterior de dicha barra redonda; una cámara de control que se extiende, una distancia deseada a lo largo de la superficie interior de dicho martillo y destinada a quedar en comunicación periódica con dicha abertura a medida que se  
25 mueve en vaivén dicho martillo; y un paso a través de di-

1. cho martillo hasta dicha cámara de activación, viniendo  
establecido dicho período de tiempo predeterminado duran-  
te el cual es introducido dicho gas debajo de dicho mar-  
tillo, por la duración de la comunicación entre dicha cá-  
5 mara de control y dicha abertura.

8ª.- Perfeccionamientos de acuerdo con la rei-  
vindicación 7ª, según los cuales el posicionamiento de  
dicha abertura y las fuerzas opuestas en superficies  
opuestas que forman dicha cámara de accionamiento propor-  
cionan medios de seguridad para impedir el funcionamien-  
to del martillo rompempavimentos a menos que se aplique a  
10 dicha caja exterior una fuerza de accionamiento de magni-  
tud suficiente para vencer la fuerza entre dicha caja y  
dicha barrena de trabajo producida por la presión de di-  
cho gas en dicha cámara de activación.

9ª.- Perfeccionamientos de acuerdo con la rei-  
vindicación 1ª, según los cuales la herramienta neumática  
comprende además un medio aislante situado alrededor de  
al menos una parte de dicha caja exterior para impedir  
20 pérdida de calor desde ella.

10ª.- Perfeccionamientos de acuerdo con la rei-  
vindicación 1ª, según los cuales la herramienta neumáti-  
ca comprende además medios de comunicación con la atmós-  
fera para mantener el espacio por encima de dicho marti-  
llo a la presión ambiente.

25

1. 11ª.- Perfeccionamientos de acuerdo con la reivindicación 1ª, según los cuales una fuente de dicho gas es un compresor sustancialmente adiabático.

5 12ª.- PERFECCIONAMIENTOS INTRODUCIDOS EN UNA HERRAMIENTA NEUMÁTICA.

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.

10 Esta Memoria consta de sesenta y nueve hojas escritas a máquina por una sola cara.

Madrid, 02.07.1977

15 P.A. *Ortiz de Elzaburu*  
For. Fed.

20

25

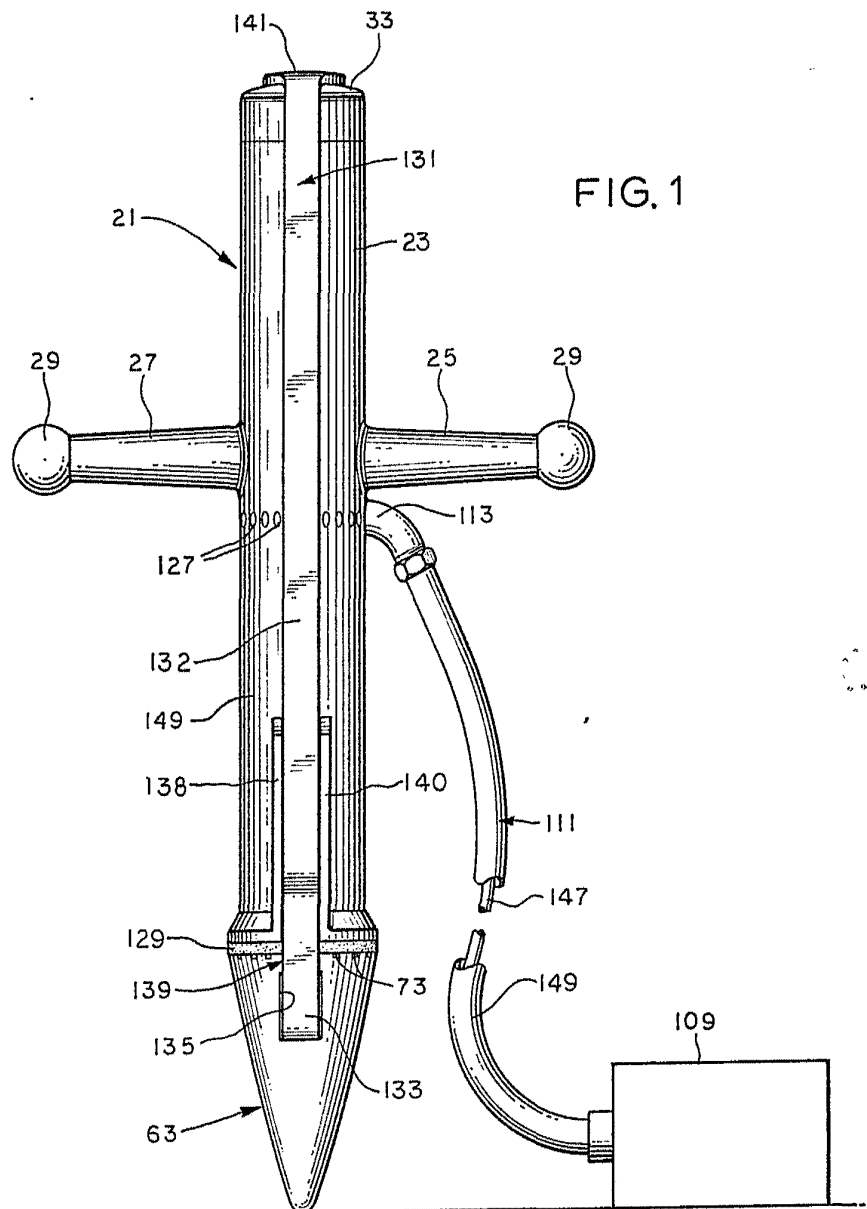
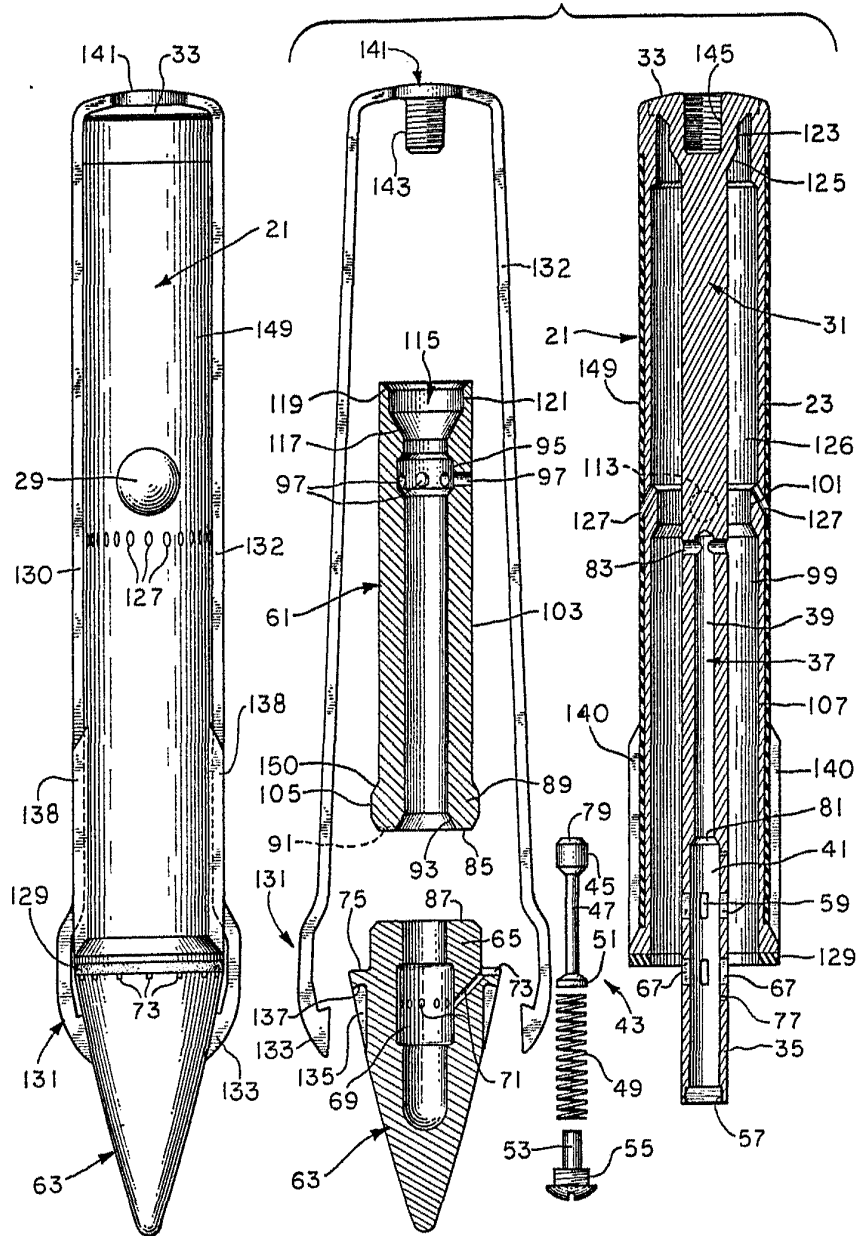


FIG. 1

Oscar de la Cruz  
Por Poder.

FIG. 2

FIG. 3



Oscar de Elizaburu  
For Poder.

FIG. 4

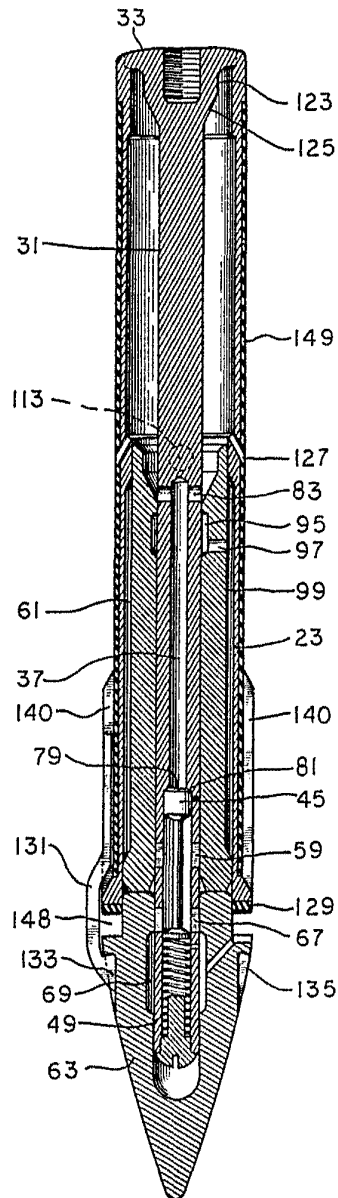
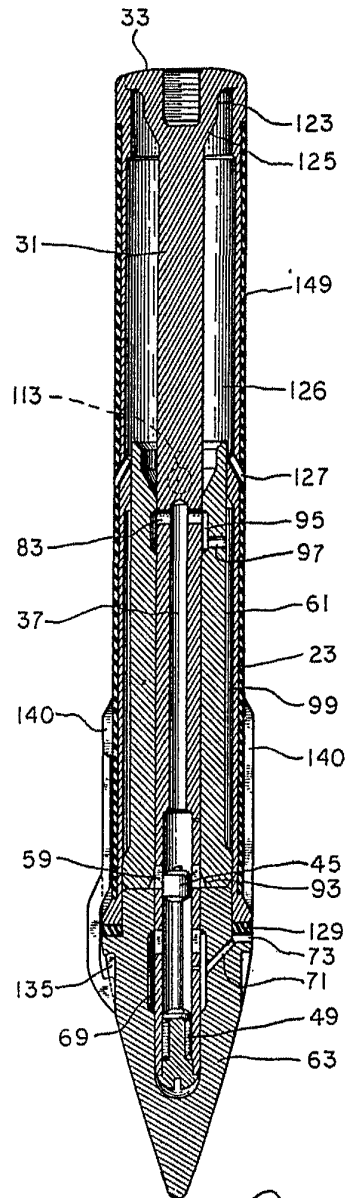
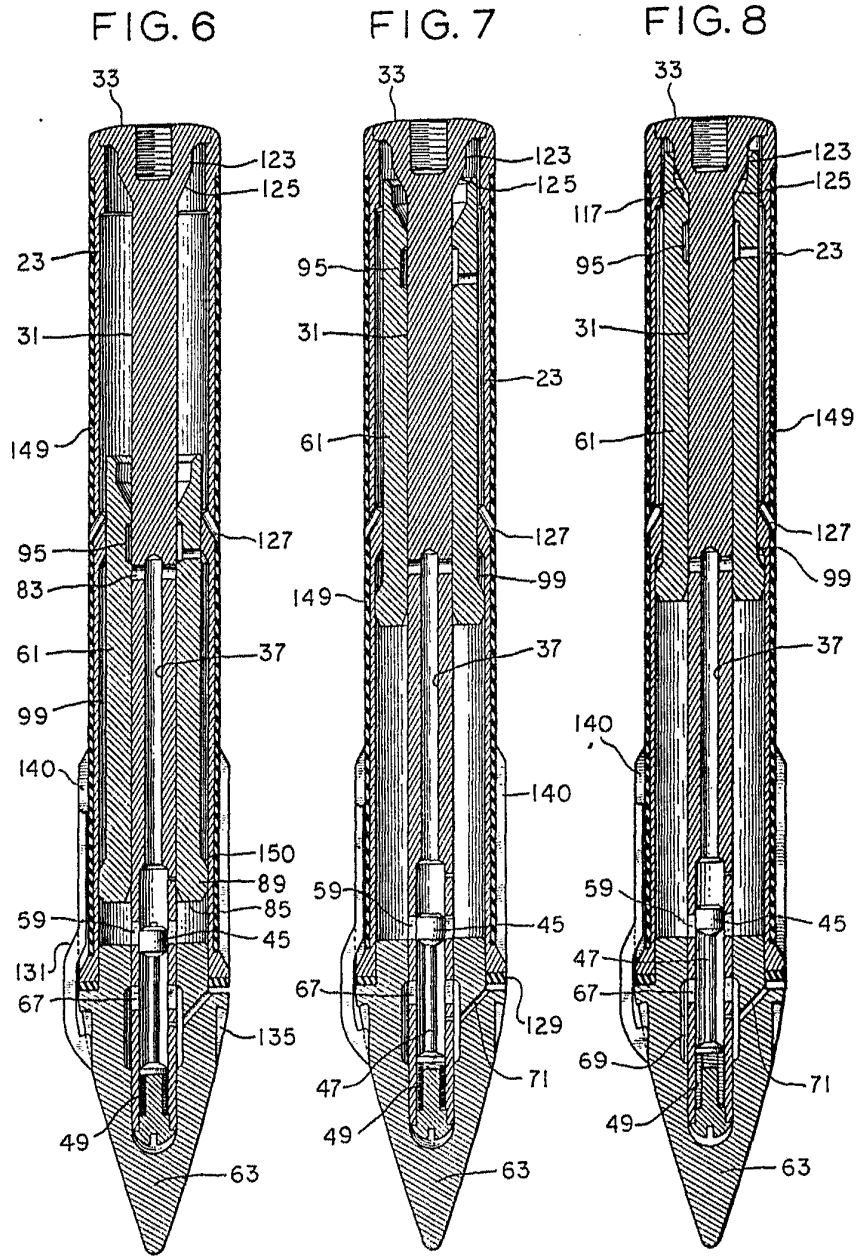


FIG. 5

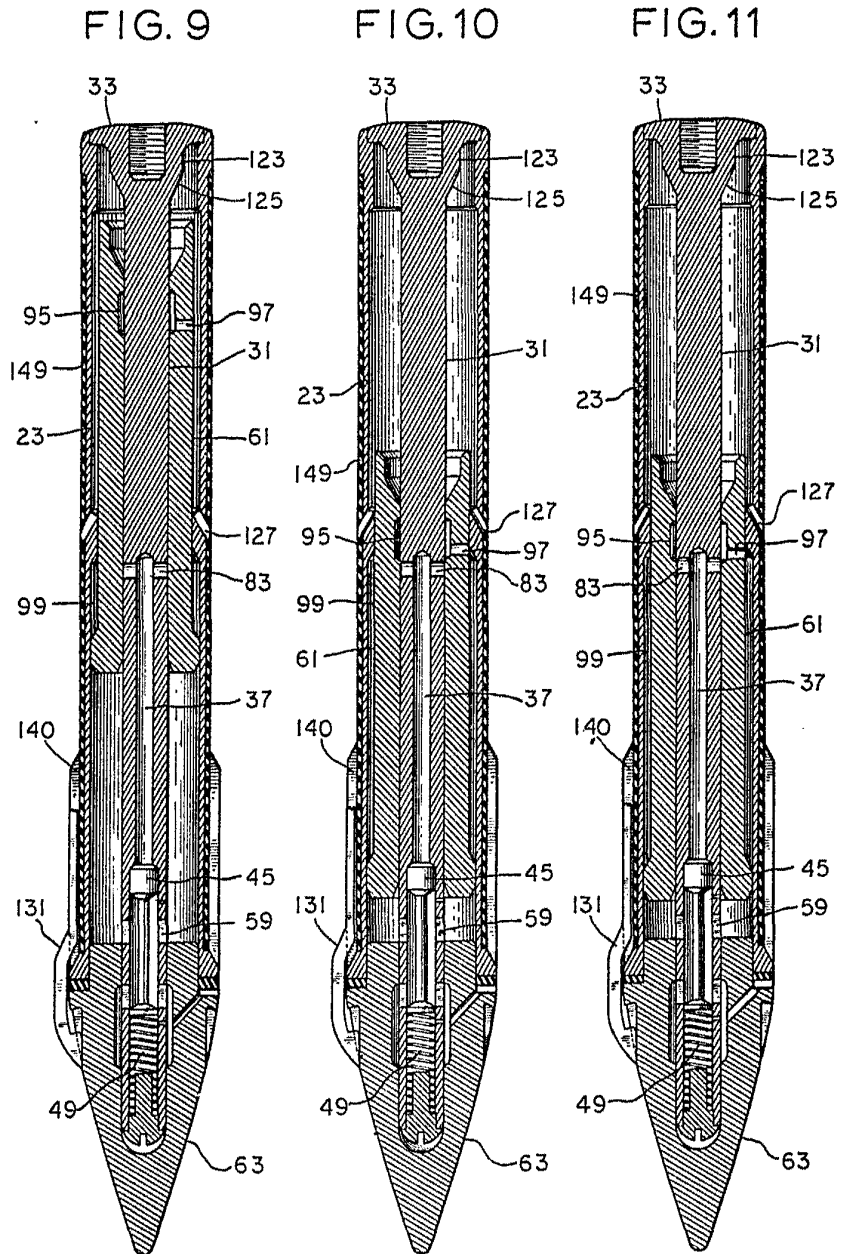


Oscar de Elizauri  
Por Poder.

WILLIAM F COALE administrador actual del fallecido  
CHARLES LEAVELL IV/X



Oscar de Elizaburu  
Por Poder.



Oscar de Vizcarra  
Por Poder.

FIG. 12

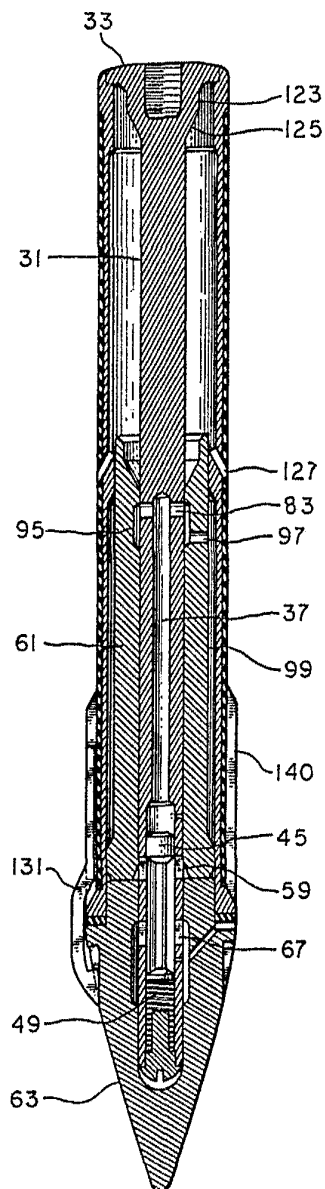
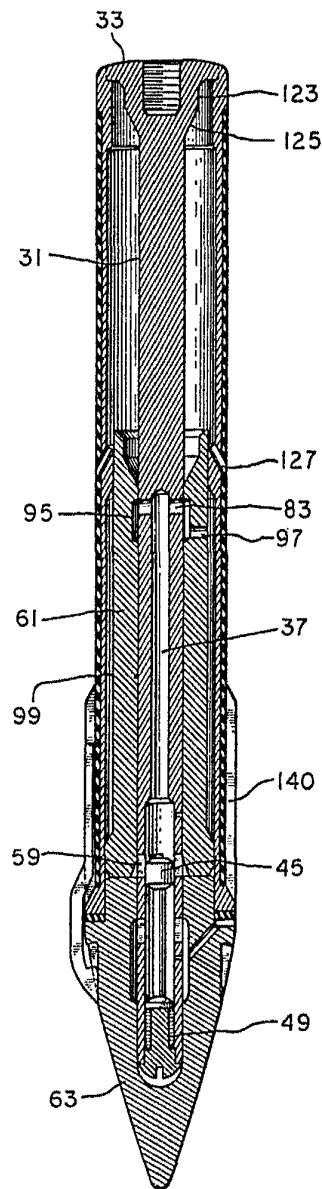


FIG. 13



Oscar G. Elzaburu  
Per [Signature]

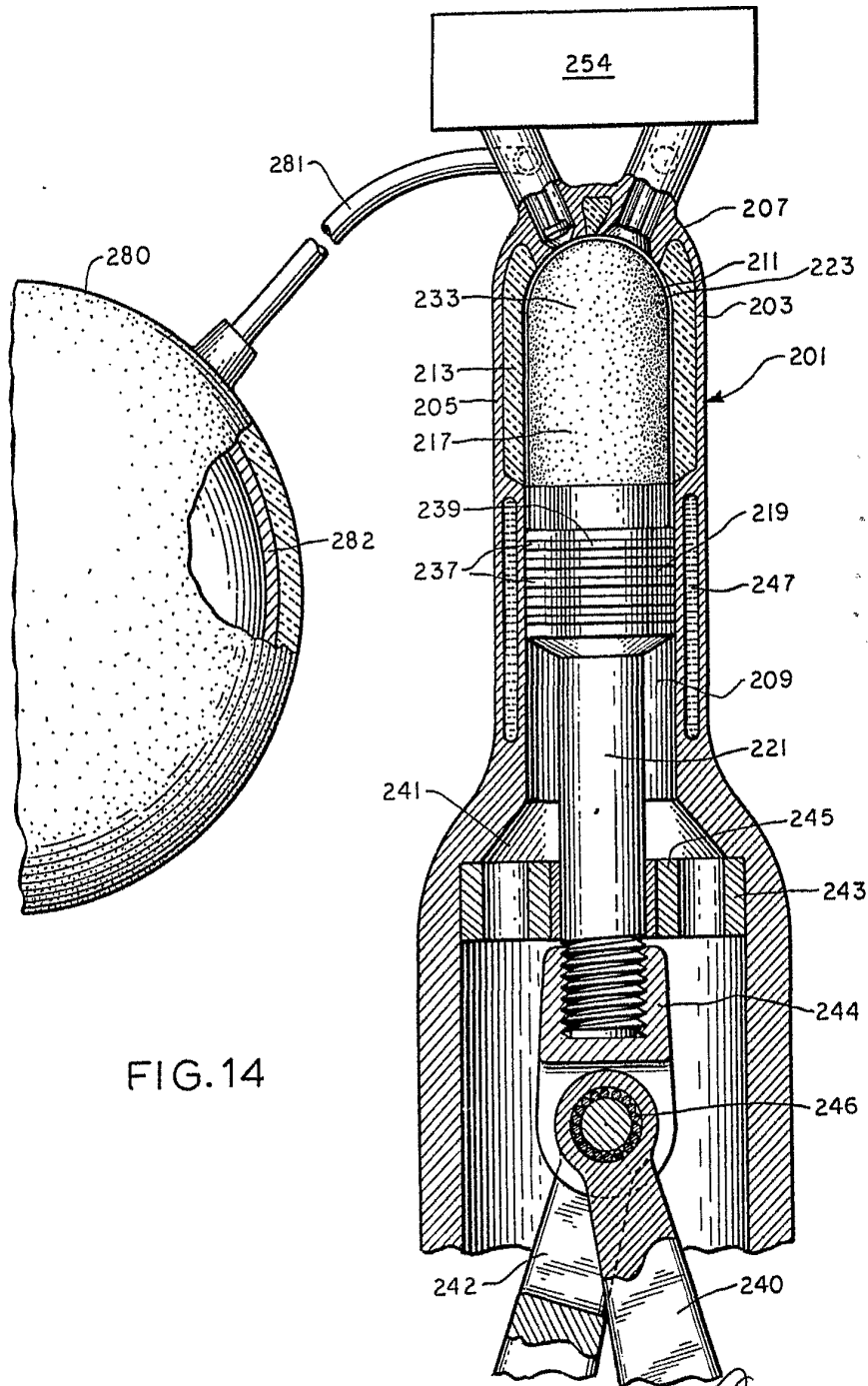
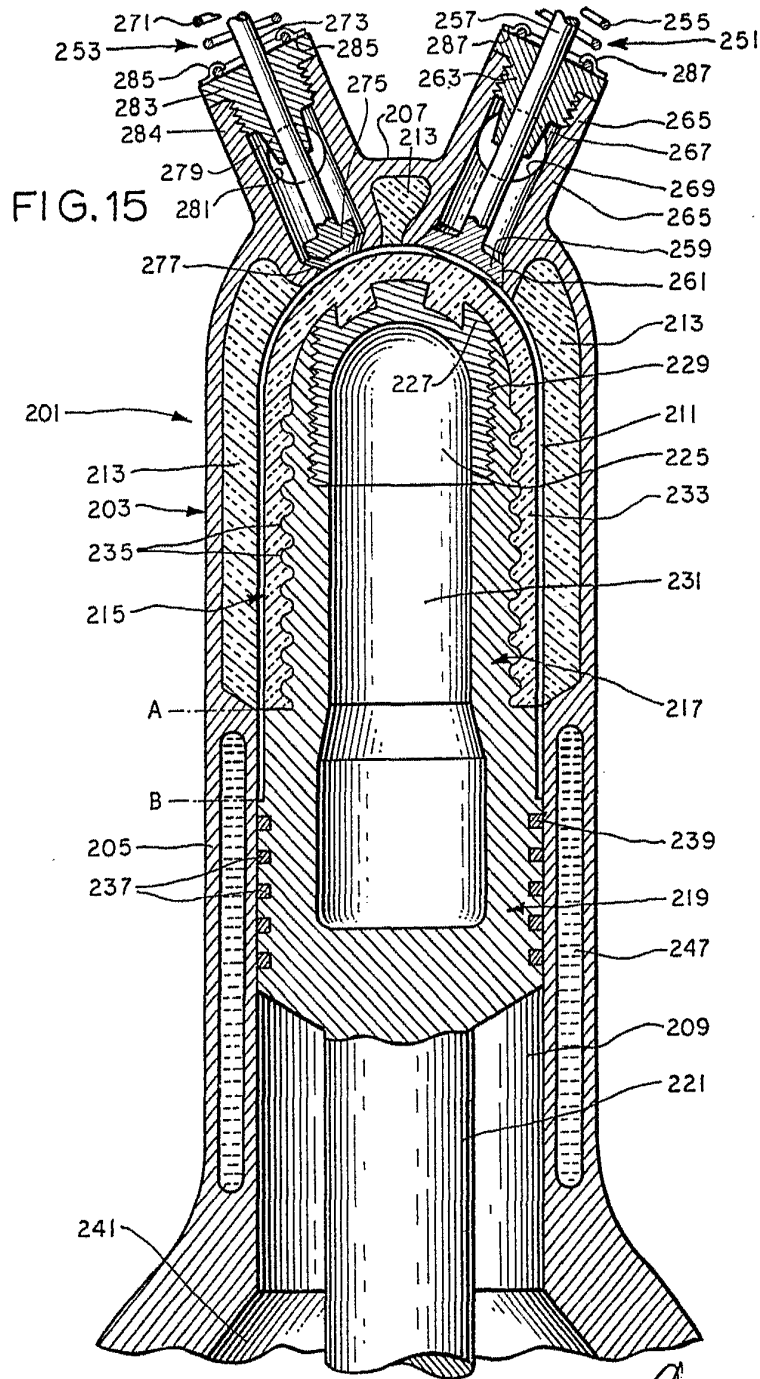


FIG. 14

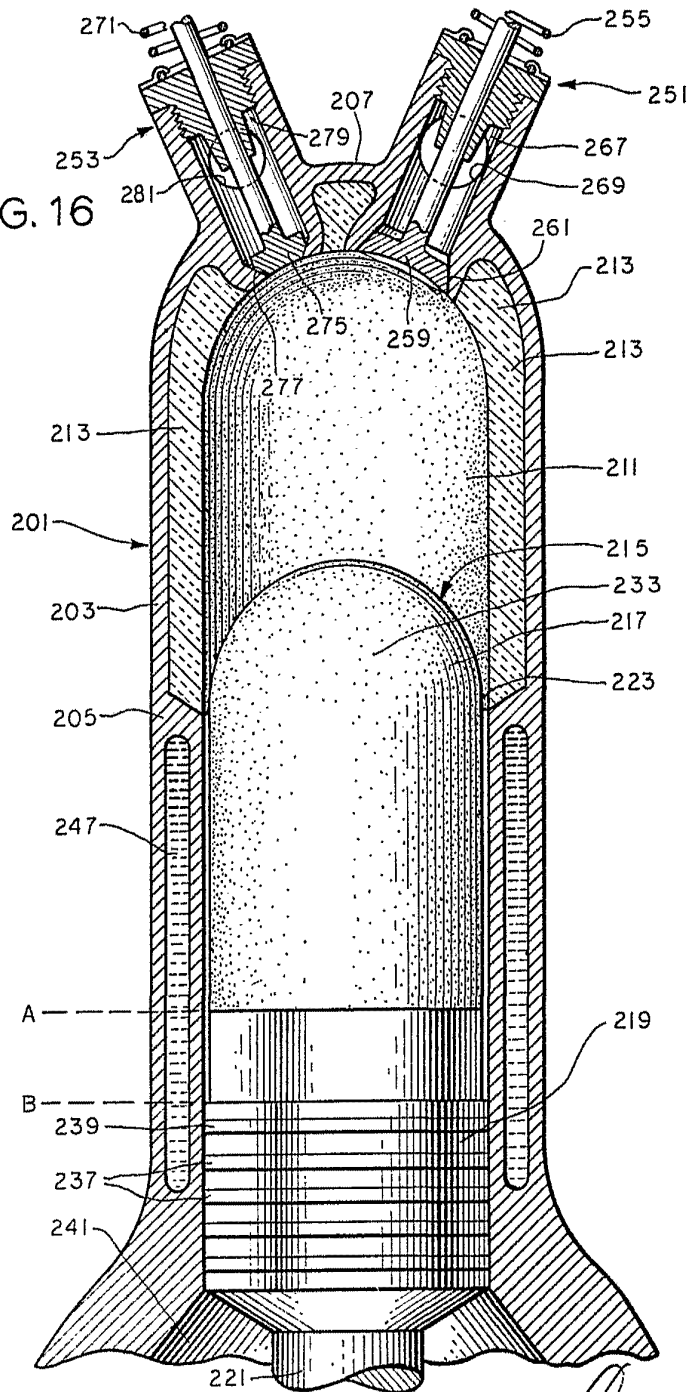
Oscar de Elizaburu  
Por Poder.

WILLIAM F COALE administrador actual del fallecido  
CHARLES LEAVELL VIII/X

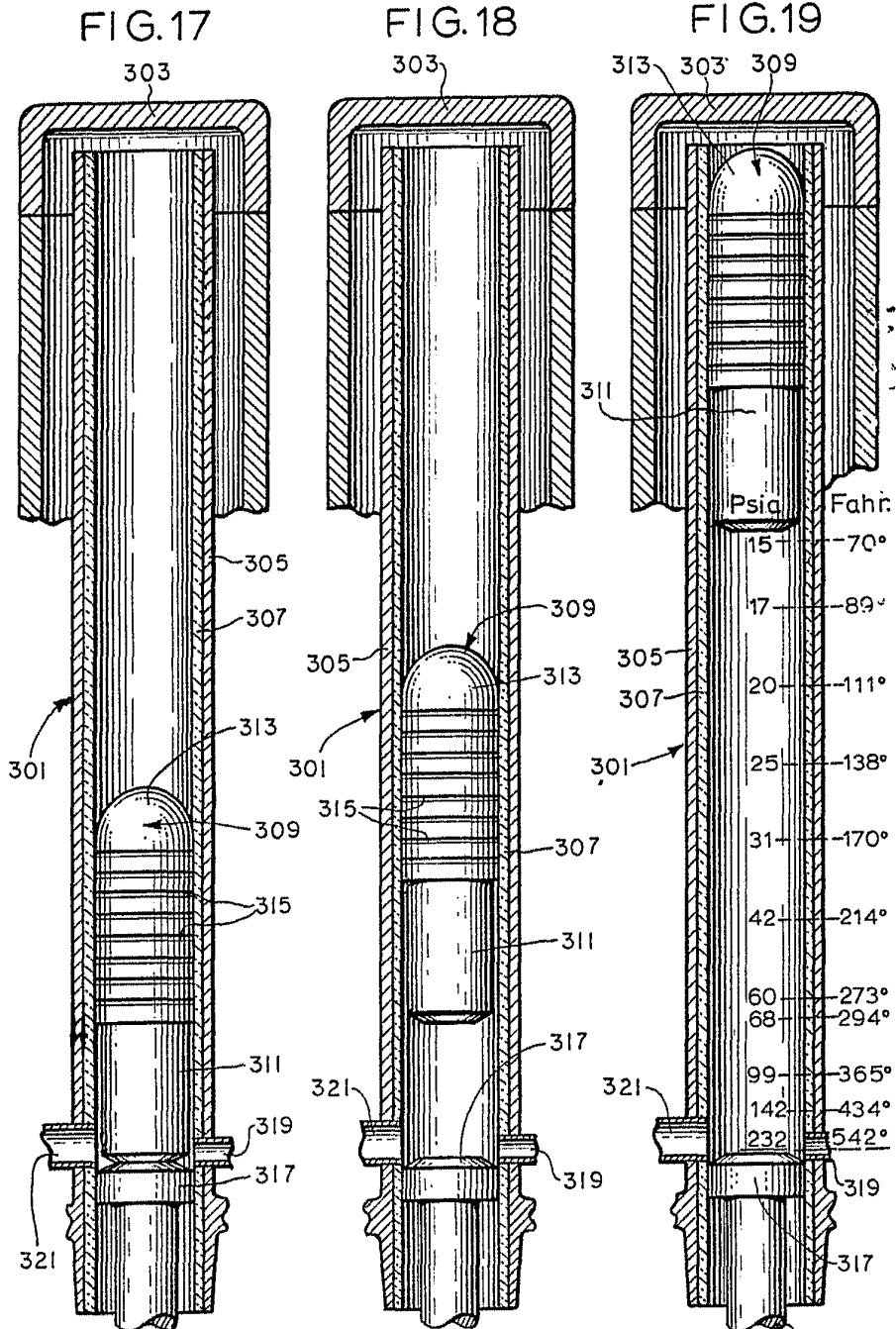


Oscar de Elizaburu  
Por Poder.

FIG. 16



Oscar de Elzaburu  
Por Padre



Oscar de Eizaburti.  
Por leer