

MINISTERIO DE INDUSTRIA
REGISTRO DE LA PROPIEDAD INDUSTRIAL



DIVISIONAL III

PATENTE DE INVENCION

| | | |
|-------|-----------------------|--------|
| 10 ES | 11 NUMERO | 10 A I |
| 21 | | |
| 22 | FECHA DE PRESENTACION | |
| | 5 octubre 1.978 | |

5 MAR. 1979

Concedido el Registro de acuerdo con los datos que figuran en la presente descripción y según el contenido de la Memoria adjunta.

| | | |
|-----------------|------------|----------------|
| 30 PRIORIDADES: | 32 FECHA | 33 PAIS |
| 31 NUMERO | | |
| 753.347 | 22.12.1976 | Estados Unidos |

| | | |
|------------------------|--------------------------------|--------------------------------------|
| 47 FECHA DE PUBLICIDAD | 51 CLASIFICACION INTERNACIONAL | 62 PATENTE DE LA QUE ES DIVISIONARIA |
| | F02B 75/22 | 465.305 del 21.12.1977 |

| |
|--|
| 64 TITULO DE LA INVENCION |
| METODO PARA REALIZAR UN BLOQUE DE CILINDROS DE HIERRO FUNDIDO. |

| |
|---------------------|
| 71 SOLICITANTE (S) |
| FORD MOTOR COMPANY. |

| |
|--|
| DOMICILIO DEL SOLICITANTE |
| The American Road - Dearborn, Michigan - ESTADOS UNIDOS. |

| |
|---|
| 72 INVENTOR (ES) |
| Robert Paul Ernest, de nacionalidad estadounidense. |

| |
|-----------------------|
| 73 TITULAR (ES) |
| El mismo solicitante. |

| |
|------------------------------|
| 74 REPRESENTANTE |
| DON BERNARDO UNGRIA GOIBURU. |

EXTRACTO DE LA DESCRIPCION

1 Se describe un motor de combustión interna del tipo
V-8, que tiene una culata de aluminio fundida en molde semi
permanente por inyección bajo presión reducida, y un bloque de
cilindros fundido en hierro por el método de fundición por va
5 porización. El bloque de cilindros y la culata tienen paredes
de espesor controlado en toda su extensión para reducir lo más
posible la relación entre peso del metal y volumen trabajado
del motor. El bloque utiliza paredes de cilindro de cuerpo de
cilindros fundidas integralmente y no soportadas salvo en las
10 extremidades del cuerpo de cilindros y en una conexión que une
los cuerpos de cilindro adyacentes; los cuerpos de cilindros
están mantenidos bajo una compresión de nivel predeterminado
para eliminar los fallos debidos a la fatiga y suprimir los
ruidos. El bloque se realiza mediante fundición en arena y la
15 culata se forma totalmente con un molde de tres piezas y un con
junto de bloque de arena, salvo un conducto que se perfora des
pués de la fundición. La reducción de peso del motor alcanza,
por lo menos, un 20% con relación a los motores comparables de
tipo convencional; se mejoran el par y la potencia aunque la
20 capacidad del sistema de refrigeración haya sido reducida a un
valor inferior a la mitad de la capacidad de un sistema de re
frigeración convencional.

ANTECEDENTES DEL INVENTO

25 Durante numerosos años, un procedimiento corriente
consistía en construir el cárter de los cilindros de la mayo
ría de los motores alternos por lo menos en dos piezas, un blo
que de cilindros y una culata, efectuándose la fundición de ca
da pieza con un material ferroso y dando a cada pieza una con
figuración pesada y resistente para facilitar un amplio margen
30 de protección contra el agrietamiento térmico y sin tener se

1 riamente en cuenta el peso del motor y la disipación de energ
gía. Recientemente se ha producido una tendencia a utilizar el
aluminio como material de fundición, ya sea para la culata, ya
sea para el bloque de cilindros, o incluso para ambas piezas.
5 Esta tendencia es el resultado natural del deseo de mejorar la
economía de combustible de los vehículos utilizando procedim
mientos que reducen el peso. El ahorro de peso obtenido mediant
te la utilización de aluminio es evidente y tentador. La utiliz
ación de aluminio ha conducido a realizar algunos cambios en
10 el método de construcción de la culata, pero el diseño y la
configuración mecánica de la culata han cambiado poco como res
ultado del cambio de material. Los componentes de aluminio
pueden fundirse utilizando cualquiera de varios modos diferent
tes, los cuales tienen cada uno sus ventajas e inconvenientes.
15 El procedimiento convencional más antiguo consistía en utiliz
ar una técnica típica de fundición en arena; la fundición en
arena limita la selección de aleaciones de aluminio a aquellas
aleaciones que desarrollan partículas de precipitación adecuad
amente dispersas a una velocidad de enfriamiento o de solidif
20 ficación más reducida, característica de la fundición en arena.
Algunos fundidores han utilizado técnicas de fundición por iny
yección a alta presión, o técnicas de moldeo permanente que perm
iten la utilización de aleaciones de aluminio más perfeccionad
as; sin embargo, los núcleos de arena no pueden utilizarse
25 con estos métodos y, por tanto, se limita la libertad de diseñ
o de los conductos internos. Además, cada uno de estos métodos
exige una cantidad de metal igual, por lo menos, a 1,5 veces y
que puede alcanzar tres veces la cantidad de metal fundido que
corresponde a la pieza fundida terminada. Normalmente, la fund
30 dición por inyección a presión elevada exige una operación cos

1 tosa de impregnación de la pieza fundida resultante.

Cualquiera que sea el método de fundición o el diseño mecánico, ni el espesor de la pared ni la disposición de las paredes de las piezas fundidas han sido reducidos aprecia-
5 blemente debido al cambio del hierro por el aluminio y, por tanto, siguen constituyendo un inconveniente común. Los motores utilizando componentes en los cuales se utiliza aluminio, no han presentado una mejora satisfactoria en potencia, rendimiento y reducción de las emisiones.

10

RESUMEN DEL INVENTO

El objeto principal del invento consiste en proporcionar, por lo menos, una reducción del 20% del peso de un motor de combustión interna sin producir un incremento del coste de diseño. Es conveniente proporcionar un motor alternativo de peso reducido teniendo una masa estructural reducida en comparación con los componentes del motor utilizando el mismo material,
15 incluso en comparación con motores de la técnica anterior utilizando ya material de peso más ligero, que permite obtener un mayor rendimiento del motor y una mejor utilización del material. En este aspecto, un objeto específico del invento consiste en situar, por lo menos, las paredes del cilindro del cárter del motor en un estado continuo de compresión longitudinal, siendo esta carga de compresión típicamente superior a 175 kg/cm² (2500 libras/pulgada²). Esta carga facilita la utilización
20 de paredes más finas y de peso ligero. Además, la utilización de un diseño del tipo de plataforma abierta para formar la mayoría de los conductos de refrigeración facilita el control preciso y la definición de dichas paredes finas.

Las características de diseño específicas relacionadas con la consecución de una utilización mejorada del material
30

1 incluyen: (a) la utilización de cuerpos de cilindros de espesor
reducido para el grupo de cilindros, estando dichos cuerpos de
cilindros no soportados a lo largo de sus costados, salvo una
conexión entre cuerpos de cilindros consecutivos, estando man
5 tenidos los cuerpos de cilindros en estado de compresión; (b)
el incremento del tamaño de las cabezas de tornillo que sujetan
dicha culata y dicho bloque de cilindros conjuntamente, impar
tiendo así una carga más fuerte sin romper la culata fundida;
y (c) situar de otra forma los tornillos con una separación
10 más importante, equivalente a la separación entre las paredes
divisorias transversales alineadas con la junta entre cuerpos
de cilindro consecutivos; esta disposición permite obtener una
distribución uniforme de la carga de compresión a través de la
plataforma abierta para impedir una deformación localizada en
15 caso de utilización de una junta poco costosa que sirve como
junta de estanqueidad entre la culata y el bloque de cilindros.

Otro objeto principal del invento consiste en conse
guir un motor alternativo de peso reducido utilizando métodos de
fundición mejorados que dan lugar a una reducción del coste,
20 una mayor productividad, una fabricación más sencilla y a la
obtención de piezas fundidas de mejor calidad con menor porosi
dad. La fabricación de la culata y del bloque de cilindros se
efectúa sin emplear núcleos de camisa de agua; esto es posible
gracias al diseño de plataforma abierta de los modelos de fundi
25 ción que permiten que cualquier núcleo necesario se extienda a
partir de la superficie de plataforma abierta, con un espesor
extremadamente reducido.

Las características específicas relacionadas con el
método mejorado de fabricación de la culata incluyen: (a) la
30 eliminación de los núcleos de camisa de agua reduciendo los ca

1 -nales de agua, a los que están descubiertos a través de la su
perficie de plataforma abierta que puede ser alcanzada por el
molde, tener dicho molde tres piezas que pueden ser utilizadas
con un solo grupo de núcleos de arena para definir todas las
5 superficies de la culata y todos los orificios necesarios en
una operación de fundición por inyección a presión reducida de
aleación de aluminio, (b) el control de la técnica de fundición
por inyección bajo presión reducida con el objeto de reducir
la oxidación y de modo que se necesite una cantidad de metal
10 fundido igual solamente a 1,1-1,2 veces la cantidad de metal
fundido que corresponde a la pieza terminada, (c) la realiza
ción de todos los conductos de refrigeración totalmente cerra
dos utilizando una operación de pos-perforación realizada des
pués de la fundición, siendo todos estos taladros unos taladros
15 rectos destinados a definir cilindros sencillos. Una caracte
rísticas específicas relacionadas con un método mejorado de
realización del bloque, incluyen: (a) la utilización de modelos
del tipo de vaporización para definir un bloque, estando dicho
bloque hecho de hierro fundido y preparándose el modelo en dos
20 o tres piezas predeterminadas que se unen durante su implanta
ción en un molde de arena para fundición de metal, (b) los mode
los están constituidos por material celular capaz de vaporizar
se que tiene canales de enfriamiento de plataforma abierta que
pueden llenarse con arena seca no aglomerada utilizando el pro
25 cedimiento de fluidización de arena o el procedimiento de vi
bración de arena o ambos procedimientos, y (c) las paredes de
los modelos tienen todas un espesor sustancialmente no supe
rior a 3,048-3,81 mm (0,12-0,15 pulgadas) salvo en las super
ficies de estanqueidad o de montaje.

30 Otro objeto más del invento consiste en proporcionar

1 un motor alterno de peso reducido que tiene un control mejora
do sobre la disipación de energía en el cárter del motor; esta
mejora se debe no solamente a la eliminación de la camisa de
enfriamiento por agua típica, sino también a la utilización de
5 un sistema de refrigeración que se adapta con las característi
cas variables de los materiales por medio de una velocidad de
circulación de refrigeración variable, que permite conseguir
un estado predeterminado de temperatura programada en el motor.
Las características relacionadas con la disipación controlada
10 de la energía consisten en: (a) la utilización de orificios de
escape más cortos y de superficies transversales más amplias
en los orificios de escape, (b) la utilización de material de
densidad reducida altamente conductor en la culata conjuntamen
te con una elevada velocidad de circulación del fluido de re
15 frigeración a través de ella, y la utilización de un material
de densidad más elevada, con un coeficiente de conductividad
térmica más bajo para el bloque de cilindros, conjuntamente
con una menor velocidad de circulación del fluido de refrigera
ción en éste, (c) el control de la relación peso de hierro fun
20 dido/volumen trabajado en un valor predeterminado, (d) el man
tenimiento del espesor de pared en un valor relativamente re
ducido y predeterminado, no solamente en los cuerpos cilíndri
cos que definen dichos cilindros, sino también en las demás
paredes del cárter, incluyendo las que cooperan para definir
25 dichos conductos de refrigeración.

RESUMEN DE LOS DIBUJOS

La figura 1 es una vista en alzado y en sección de
un motor de combustión interna que utiliza los principios del
invento;

30 la figura 2 es una vista en perspectiva y en despie

1 ce que ilustra los componentes de la figura 1;

la figura 3 es una vista en planta de la construcción del bloque de cilindros del cárter del motor de la figura 1;

5 la figura 4 es una ilustración esquemática de las corrientes de fluido que definen la circulación de refrigeración del sistema de enfriamiento utilizado en la construcción de la figura 1;

10 la figura 5 es una vista en planta de un conjunto de cilindros para la construcción de la figura 1, con la junta de culata situada sobre él;

la figura 6 es una ilustración esquemática de un conjunto de cilindros de un bloque de cilindros característico de la técnica anterior;

15 la figura 7 es una ilustración esquemática compuesta de varias formas de masa que representan sus diferentes resistencias a la compresión;

la figura 8 es una vista en sección ampliada tomada sustancialmente a lo largo de la línea 8-8 de la figura 3;

20 la figura 9 es una ilustración gráfica de los datos que representan la deformación del agujero respecto al ángulo del cigüeñal del motor;

la figura 10 es una vista en secuencia esquemática del método de fundición del bloque de cilindros según el invento;

25 las figuras 11 y 12 ilustran respectivamente diferentes vistas de extremidad en alzado de la configuración del bloque de cilindros según el invento;

la figura 13 es una vista por la parte inferior del bloque de cilindros de la figura 11;

30 la figura 14 es una vista en sección ampliada, tomada

1 a lo largo de la línea 14-14 de la figura 11;

la figura 15 es una vista en sección ampliada, tomada sustancialmente a lo largo de la línea 15-15 de la figura 12;

5 la figura 16 es una vista en sección tomada sustancialmente a lo largo de la línea 16-16 de la figura 13;

la figura 17 es una tabla de cálculos de peso para diferentes componentes de un motor de la técnica anterior y de un motor de acuerdo con el invento;

10 la figura 18 es una vista en sección de un molde típico para fundición de arena previsto para la realización de una culata de metal ferroso o de aluminio, de acuerdo con los principios de la técnica anterior;

15 la figura 19 es una vista en sección, en despiece, de los elementos de moldeo utilizados para definir la culata según el invento; los elementos incluyen tres moldes y un conjunto de núcleos de arena;

20 la figura 20 es una vista en perspectiva y en despiece de una culata construida de acuerdo con la técnica anterior (similar a la que se representa en la figura 18) estando aquí la culata abierta en varios planos;

la figura 21 es una vista similar a la figura 20, pero que ilustra una culata construida de acuerdo con los principios del invento;

25 la figura 22 es una vista compuesta que ilustra los varios grupos de núcleos de arena utilizados en la técnica anterior para producir el tipo de sistema de camisa de agua utilizado en la culata de la figura 25;

30 la figura 23 es una vista en alzado de un aparato de fundición por inyección bajo presión reducida, empleado para la realización de la culata según el invento;

1 las figuras 24, 25 y 26 son, respectivamente, una
vista en planta, una vista en alzado lateral y una vista de la
parte inferior de una culata según el invento;

la figura 27 es una vista en perspectiva parcial de
5 una válvula y de un asiento de válvula de culata, que se ilus
tran parcialmente en sección transversal y que incorporan al
unos aspectos del presente invento;

las figuras 28, 29 y 30 son ilustraciones gráficas
de ciertas características de superficie de desgaste para la
10 construcción de la figura 27;

la figura 31 es una vista en sección y en perspectiva
de una parte del cabezal según el invento;

la figura 32 es una vista en alzado y en sección del
recubrimiento utilizado como parte de la construcción de la cu
15 lata según el invento;

la figura 33 es una vista compuesta de los volúmenes
ocupados por los conductos de admisión y de escape, correspon
diendo uno de ellos a la técnica anterior y los otros al presen
te invento;

20 las figuras 34 y 35 ilustran unas vistas de extremi
dad y de la parte superior de la construcción del recubrimien
to de la figura 32;

la figura 36 es una vista que permite comparar las
superficies de sección transversal típica de los orificios de
25 escape de la técnica anterior y del presente invento;

la figura 37 es una vista en perspectiva de un cuer
po que representa el intervalo de aire entre el recubrimiento
y la pared del orificio; y

las figuras 38, 39 y 40 son ilustraciones gráficas
30 de algunas características de funcionamiento del motor, que

1 corresponden a un motor realizado de acuerdo con el presente
invento.

DESCRIPCION DETALLADA

Aparato:

5 Examinando ahora las figuras 1 y 2, se ve que el mo
tor según el invento tiene una estructura constituida por un
bloque de cilindros fundido del tipo en V, identificado por A,
una culata fundida del tipo I, identificada por B, montada en
cada grupo de cilindros A-1, un colector de escape de doble
10 pared C montado en cada una de las culatas, y un colector de
admisión fundido del tipo de calentamiento rápido, D, soporta
do entre las dos culatas B; el motor incluye además unos com
ponentes de tipo convencional, tales como un carburador E, un
conjunto de admisión de aire F, y unos pistones G montados en
15 el interior de cada uno de los cilindros del bloque y conecta
dos con un cigueñal por medio de bielas de conexión típica (no
representadas). Como se representa más claramente en la vista
de despiece de la figura 2, se utiliza una junta metálica H en
tre cada una de las culatas y el bloque de cilindros, unos
20 forros de orificio de escape I están montados en una posición
especial en el interior de cada una de las culatas, y se uti
lizan pernos tensores J para mantener la construcción especial
de cilindros y cuerpo de cilindros bajo compresión.

 El bloque de cilindros tiene unas primeras porciones
25 de pared constituidas por segmentos de pared externos 10 y seg
mentos de pared internos 11 que definen conjuntamente, por lo
menos, una serie de cuerpos de cilindro de pared uniformemen
te delgada, que están conectados cada uno, tangencialmente,
en 19, en un orden consecutivo con el siguiente cuerpo de ci
30 lindro adyacente. Dichos cuerpos de cilindro tienen cada uno

1 una superficie interna 9 que define un cilindro en el cual fun
ciona un pistón. Las segundas porciones de pared constituidas
por los segmentos de pared externos 12 y los segmentos de pared
internos 13 definen una serie de cuerpos de cilindros de pared
5 de espesor reducido conectados integralmente, que se superponen
y se intersecan mutuamente, pero que se interrumpen en la zona
de superposición, de tal manera que la superficie interna 8 de
dichas segundas porciones de pared definen una superficie opues
ta complementaria de la superficie externa 7 de las primeras
10 porciones de pared. Las primeras y segundas porciones de pared
están separadas uniformemente para definir entre ellas un sur
co 14 que está cerrado de fundición en la extremidad 16.

Las primeras y segundas porciones de pared (tanto en
el bloque de cilindros como en la culata) definen lo que se
15 llamará más adelante grupos de cilindros dotados de un circui
to de refrigeración por agua que los rodea. Dos grupos de ci
lindros están dispuestos con una configuración en forma de V
y están conectados por paredes o tabiques transversales 23
(véase figura 2) y por unas paredes de extremidad 21 y 22, sien
do mutuamente paralelos dichos tabiques y dichas paredes de
20 extremidad y estando conectados con la segunda porción de pared
de dichos grupos de cilindros a lo largo de planos que inclu
yen, generalmente, los puntos de tangencia entre las primeras
porciones de pared. La pieza de fundición del bloque de cilin
25 dros incluye también unas bases de apoyo 26 que se extienden
bajo la forma de pestañas a lo largo de la parte inferior de
las paredes de extremidad y de los tabiques, estando interrump
pida la forma plana de las pestañas transversales por una su
perficie de cojinete de cigüeñal, tal como en 25. Unas placas
30 de refuerzo 24 se extienden hacia el exterior a partir de cada

1 pared de extremidad 21 y 22, respectivamente. Unas superficies
cilíndricas 18, definidas por las protuberancias 17, están si-
tuadas hacia el interior a partir de cada uno de los segmentos
de pared 13. Dichas superficies cilíndricas 18 constituyen un
5 soporte para los vástagos de accionamiento que forman parte
del conjunto de balancines empujavalvulas de la cabeza. La por-
ción de pared 28 definida a lo largo de la pared de extremidad
21, proporciona el metal de base para la fijación.

Cada una de las culatas B constituye un elemento de
10 cierre para los surcos 14-15 y los grupos de cilindros del blo-
que de cilindros, acoplándose solamente con las zonas termina-
les de cada una de dichas primeras y segundas porciones de pa-
red, por medio de la junta H. Cada culata tiene unas primera y
segundas porciones de pared similares a las del bloque, que se
15 identifican aquí como segmentos de pared internos 30 y segmen-
tos externos 31 que forman dichas primeras porciones de pared,
y segmentos de pared internos 32 y segmentos de pared externos
32, que forman dichas segundas porciones de pared. La separa-
ción entre las primeras y segundas porciones de pared de la cu-
20 lata definen unos surcos poco profundos 34 y 35 destinados a
alinearse y a comunicar con los surcos 14 y 15 del bloque de
cilindros, como lo permiten los orificios formados en la junta
K.

La masa de la culata está orientada sustancialmente
25 con una configuración triangular en sección transversal. El
triángulo tiene un lado erecto en 36a y otro lado erecto en
36b, conteniendo el lado lateral o base 37 la pared superior
38 para completar la definición de cada uno de los cilindros.
Los lados erectos de la masa de la culata están provistos de
30 pestañas, las cuales a su vez presentan unas protuberancias 39;

1 los lados 36a-36b presentan igualmente unos orificios de guía
do cilíndricos para los vástagos de las válvulas de admisión y
de escape. Las protuberancias 39 soportan unas barras de cone
xión 44 que actúan sobre el conjunto de balancines empujaválvu
5 las 43 conectados con cada uno de los vástagos de válvula 41.
Las paredes de extremidad 53 y 55 completan la configuración
de la masa de la culata. Las paredes o superficies 45 definen
un conducto de escape que se extiende desde el asiento del ori
ficio de entrada de escape 46 hasta un orificio de salida de es
cape 47. Las paredes 49 definen un conducto de admisión dotado
10 de un asiento de válvula de admisión 51 y de una entrada de ad
misión 50. Ambos asientos de conductos de admisión y de escape
tienen sus líneas centrales alineadas con los vástagos de las
válvulas asociadas y forman un ángulo respecto a la línea cen
tral del cilindro, que es aproximadamente de 20° (véase ángulo
15 52).

El bloque de cilindros tiene, por lo menos, sus pri
meras porciones de pared formadas bajo la forma de cuerpos de
cilindro de espesor reducido (aproximadamente 3,81 mm de espe
sor -0,15 pulgadas), que no están soportados a lo largo de sus
20 costados, salvo una conexión que une los cuerpos de cilindro
consecutivos. Los cuerpos de cilindro están sometidos a un esta
do de compresión (por lo menos superior a 175 kg/cm^2 -2.500 li
bras/pulgada²) por medio de unos pernos tensores J que atravie
san las segundas porciones de pared. Las cabezas de los pernos
25 están ensanchadas y se apoyan contra el lado superior de la cu
lata; las extremidades roscadas de los pernos se sitúan en la
pieza de fundición del bloque de cilindros en su base. Los vás
tagos de los pernos se sitúan de modo que estén dentro o en un
30 punto adyacente al plano de los tabiques, y en un plano que in

1 cluye dichos puntos de tangencia entre los cuerpos de cilindro;
los vástagos de los pernos están igualmente situados sustancial
mente a 90° los unos de los otros alrededor de cualquier cuerpo
de cilindro. El emplazamiento del vástago de los pernos facili
5 ta la aplicación de una presión elevada más uniforme a la junta
entre la culata y el bloque de cilindros sin que se produzca
una deformación localizada, con el objeto de asegurar una estan
queidad más eficaz.

Cada uno de los colectores C es de construcción del
10 tipo de doble pared; una primera pared tiene una entrada 57
proporcionada al diámetro del orificio 47 del conducto de esca
pe. Otra porción de pared 58 está separada por una distancia
59 de la primera pared para crear un intervalo de aire aislan
te predeterminado. Los gases de escape penetran en la cámara de
15 turbulencia principal del colector y se desplazan hacia el ori
ficio de salida posterior 61, el cual, por medio de un primer
conducto (no representado) comunica con la atmósfera externa.
Unos soportes adecuados 62 aseguran la orientación generalmen
te vertical del colector de escape, estando dichos soportes ce
20 nectados con una tapa de culata del motor.

El colector de admisión D está hecho de fundición de
aluminio del tipo descrito más arriba y del tipo descrito más
adelante; los conductos de admisión están dispuestos de modo
que pasen encima de un laberinto de conductos calientes 207
25 que contienen los gases de escape procedentes del sistema de
escape. Una primera serie de conductos hace comunicar cada uno
de los orificios del carburador con los cilindros 1, 4, 6 y 7
del motor (véase figura 3) mientras que otro conducto hace co
municar uno de los orificios del carburador con los cilindros
30 2, 3, 5 y 8. El conducto 64 conduce a los ramales 65, 66, 67 y

1 68 (véase figura 2) que comunican con dichos orificios de en-
trada de los cilindros 1, 4, 6 y 7. El otro conducto 69 comuni-
ca con los ramales 70, 71, 72 y 74 (que están conectados respec-
tivamente con los cilindros 2, 3, 5 y 8). La pieza de fundición
5 está dotada de protuberancias 75 que soportan unos pernos ros-
cados destinados a conectar el colector de admisión con los
orificios roscados formados en cada una de las culatas.

Uno de los aspectos más críticos para reducir el pe-
so del motor según el invento que se describe aquí, es la defi-
nición de los conductos de enfriamiento (surcos 14-15-34-35)
10 para asegurar que el fluido de refrigeración penetrará en una
extremidad del bloque de cilindros, pasará a lo largo de un la-
do de cada uno de los cilindros de un conjunto de cilindros
alineados (véase figura 3) y a continuación se dirigirá hacia
15 arriba en la culata y volverá a través, no solamente de un la-
do de cada cilindro de un grupo alineado en la culata, inmedia-
tamente encima de los del bloque, sino también a través de un
conducto taladrado; finalmente, el fluido saldrá por la extre-
midad de la culata en el mismo lado por el cual ha penetrado.
20 Se trata de una circulación en serie a través tanto del bloque
de cilindros como de la culata; a lo largo de este circuito
la cantidad de fluido derivada es reducida o nula. La veloci-
dad de la circulación se controla en dos niveles diferentes,
siendo uno un nivel de velocidad relativamente lenta en el blo-
que de cilindros, según lo permite la superficie de estrangula-
25 miento de los conductos definidos en él, mientras que el otro
nivel es un nivel de circulación a velocidad elevada en la cu-
lata, controlada no solamente por el orificio de entrada 76
de las ranuras formadas en la junta (la cual separa el bloque
30 de cilindros de la culata) sino también por la zona de estran-

1 . gulamiento de los conductos formados en la culata. Como resulta
do de ello, el contenido de fluido total del sistema puede ser
igual a la quinta parte del contenido de los sistemas de refri
5 . geración convencionales, permitiendo sin embargo un control
más eficaz de la disipación del calor producido por el motor
sin afectar la resistencia estructural de los componentes del
mismo. Como se representa en la figura 4, los conductos desti
nados al fluido que atraviesa el bloque de cilindros, están
en número de dos, y cada uno de ellos (surcos 14-15) constitu
10 ye un circuito semicilíndrico 81-82 alrededor de cada uno de
los cilindros (con una altura de aproximadamente 10,795 cm
-4,25 pulgadas); se unen en la extremidad alejada del bloque
de cilindros y continúan hacia arriba en la culata. En la cula
ta, existen tres conductos, dos de los cuales forman igualmen
15 te unos circuitos semicilíndricos 83-84 (constituídos por los
surcos 34-35) a lo largo de los costados de los cilindros, y
un tercer conducto (conducto 17) que es un simple agujero ci
líndrico en el sentido longitudinal de la culata, pero que es
tá separado por encima y entre cada uno de los conductos de
20 escape, creando un cilindro de fluido 85.

Los núcleos de las camisas de agua de la técnica an
terior se eliminan reduciendo los canales de agua a los que
quedan al descubierto a través de la superficie abierta que
puede ser alcanzada por el molde de fundición de la culata o
25 por arena seca no aglomerada cuando se realiza la fundición
del bloque. La eliminación del núcleo de camisa de agua es fa
cilitada por un conducto de agua situado en una posición más
crítica; este último se forma perforando un agujero recto a
través de la culata de aluminio en un emplazamiento situado
30 entre los conductos de gases de escape y los cilindros de guía

1 do de válvula.

La separación 78 entre cada una de las primeras y se
gundas porciones de pared ya sea en la culata, ya sea en el
bloque de cilindros, se regula de tal manera que la anchura de
5 los circuitos de fluido no sea superior a 12,7 mm (0,50 pulga
da). El fluido situado en los emplazamientos 79, donde se unen
los circuitos semicilíndricos, tendría tendencia a crear un
cierto grado de turbulencia, indeseable, particularmente en la
culata donde el fluido a gran velocidad cambia bruscamente de
10 dirección. Se han previsto pequeños orificios 80 en la junta
para comunicar con las curvas más internas de dichos circui
tos, realizando así una función de limitación de la turbulencia.

Se ha comprobado mediante extensos experimentos, que
la combinación de hierro fundido y de una circulación relativa
15 mente lenta, en el bloque de cilindros, disipa y controla el
calor liberado en éste para mantener una temperatura de pared
más adecuada a una temperatura de pared ligeramente superior
en la culata. La elevada velocidad de circulación en los conduc
tos de fluido de la culata está adaptada para ser utilizada
20 conjuntamente con un material de alta conductividad térmica,
tal como una aleación de aluminio. La disipación del calor es
extremadamente eficaz para mantener la temperatura de las pa
redes en un valor medio de aproximadamente 193,3°C o menos
(380°F o menos).

25 Resistencia a la deformación

En la figura 6, se representa una vista en planta de
un bloque convencional 86 de cilindros alineados, utilizado en
la técnica anterior. Los cilindros 87 están rodeados por un
cuerpo de fundición unitario que proporciona una masa conside
30 rable alrededor de la totalidad de cada cilindro. De manera tí

1 pica este bloque no se somete a una compresión; la culata está
simplemente sujeta de manera fija en el bloque de cilindros y
el grado de compresión que puede ser ejercido sobre cualquier
parte de las paredes del bloque de cilindros es insignificante.

5 Si deseamos estudiar el tipo de carga mecánica que se produce
en un bloque de cilindros de la técnica anterior, se considera
rá que el bloque está dividido a lo largo de la línea 88a y tam
bién que unos pernos de la técnica anterior están situados a
rosca, de manera típica, en la parte superior del bloque de ci
10 lindros en unos emplazamientos tales como 88b, aplicando a los
cuerpos de cilindros una carga de tensión pero no de compre
sión (el hierro fundido presenta una resistencia a la tensión
reducida). La parte superior de cada pared de cuerpo de cilin
dro es una pared de soporte de carga, y los pernos cortos no
15 aplican ninguna compresión notable sobre las paredes principa
les del cuerpo de cilindro. Para obtener una deformación del
cuerpo de cilindro es, simplemente, necesario aplicar una fuer
za transversal contra la parte superior de la pared del cuerpo
de cilindro, con el objeto de crear un par de fuerza que da lu
20 gar a una deformación local progresiva. La deformación puede
alcanzar 0,05 mm (0,002 pulgada). Se ha comprobado experimen
talmente que utilizando una construcción de pared de espesor
reducido cerrada o tubular, sometiendo las extremidades opues
tas del tubo a una fuerza de compresión elevada, se aumenta la
25 resistencia a la fatiga y la capacidad de carga lateral de es
ta estructura se mejora considerablemente la resistencia a la
deformación (ovalado), y se suprime el ruido a través de la
pared como resultado del elevado nivel de fuerza de compresión
y de la configuración geométrica general de las superficies.

30 Una comparación de la deformación a la cual está sometida una

1 pared de cuerpo de cilindro soportada de acuerdo con la técnica anterior y de acuerdo con el presente invento se representa en la figura 11. Por ejemplo, en el puesto 3, el cuerpo de cilindro de la técnica anterior presenta un ovalado no inferior a 0,045 mm (0,0018 pulgada), mientras que la estructura del invento presenta una deformación de solamente $\pm 0,0177$ mm ($\pm 0,0007$ pulgada). El aparato de comprobación efectuaba la medición de la distorsión de base en cuatro emplazamientos, uno en la parte superior del cilindro que se consideraba como línea de base, y otros tres puestos separados cada uno del plano de base por las respectivas distancias diferentes de 19,05 mm; 38,1 mm y 50,8 mm (0,75; 1,5 y 2,0 pulgadas). Las curvas de deformación del agujero del cilindro durante el funcionamiento del motor en el caso de un bloque de cilindros de un motor construido como en la figura 6, se representan en 105, 106 y 107, por cada uno de los diferentes puestos de medición. Las curvas de deformación del orificio de cilindro de un bloque de cilindros sometido a una compresión de acuerdo con el invento, se representan en 108, 109 y 110. Se observará la deformación considerablemente más importante del orificio de cilindro del tipo de la técnica anterior en cada emplazamiento.

El punto donde se aplica la fuerza de compresión en las extremidades del cuerpo de cilindro ha sido optimizado. Los pernos de fijación J están contruidos en dos piezas soldadas conjuntamente para facilitar la formación de la rosca y la formación de la cabeza. Como se representa en la figura 7, la cabeza 90 del perno situado más hacia el interior se apoya contra una superficie 91 de la culata B a una altura determinada y tiene una superficie de apoyo de aproximadamente $316,12 \text{ mm}^2$ ($0,49 \text{ pulgada}^2$) con el objeto de aplicar una fuerza de compresión

1 sión de aproximadamente 1.260 kg/cm^2 (18.000 libras/pulgada²).
La extremidad opuesta 93 del perno 92 se enrosca en el conjunto
macizo 94 de hierro fundido del bloque de cilindros. De la mis
ma manera, el perno 89 tiene una cabeza 95 que se apoya contra
5 la superficie 96 de la culata a una altura diferente, y la ex
tremidad 97 se enrosca en una masa 98 también a una altura di
ferente del bloque de cilindros. La línea central 99 de cada
uno de los pernos está generalmente alineada con la periferia
más interna o más externa 100 de las primeras porciones de pa
red. Las líneas centrales de los pernos están ubicadas en la
10 curva más interna 101 de la segunda porción de pared, y están
situadas en unos planos adyacentes al plano de las paredes de
tabique. Los pernos están separados 90° alrededor de la perife
ria de cada cuerpo de cilindro.

15 La junta H está aprisionada entre la culata y el blo
que de cilindros y está constituida por una delgada matriz de
acero inoxidable en la cual está empotrado un aglomerante a
base de asbestos, teniendo la junta un espesor de aproximada
mente $0,152 \text{ mm}$ (0,006 pulgada). El valor de la fuerza de com
20 presión aplicada a los segmentos de pared 10-11-12-13, es apro
ximadamente de 210 kg/cm^2 (3.000 libras/pulgada²) y debe ser
por lo menos igual a 175 kg/cm^2 (2.500 libras/pulgada²). La
aplicación repetida de fuerzas de presión elevadas y reducidas
a la pared interna del cilindro a diferentes alturas da lugar
25 a un perfil de aplicación de fuerzas que no solamente varía
con el tiempo sino también a lo largo del elemento estructural.
Para que pueda producirse una deformación, la carga lateral
debe superar, en primer lugar, la carga estática, y es solamen
te en este momento cuando podrá empezar a producirse la defor
30 mación. En un sentido, los pernos según el invento pasan a ser

1 el soporte o la pared de apoyo, mientras que los cuerpos de
cilindro no soportan carga. La mayor parte de la carga lateral
es producida por fuerzas de presión generadas en el cuerpo de
cilindro en la quinta parte superior de su volumen (en el esta
5 do de volumen comprimido) y, por tanto, están orientadas hacia
las partes superiores de los cuerpos de cilindro. Los pernos
cortos no pueden soportar esta carga lateral debido a la falta
de compresión y porque su base roscada puede desplazarse con
la deformación.

10 Construyendo las paredes cilíndricas de la manera
ilustrada en 7(b), utilizando una cadena de tubos conectados
dos a dos, se aumenta la resistencia mecánica y la resistencia
a la fatiga y a la transmisión de los ruidos. Comparando la
construcción 7(b) con la de un motor dotado de paredes estruc
15 turadas como en 7(c), se obtienen los datos de la figura 11.

Método de Fabricación del bloque de cilindros del motor:

Examinando en primer lugar la figura 9, la ilustra
ción esquemática que se representa en ella representa las ope
raciones básicas de la construcción de un bloque de cilindros
20 de paredes finas conectados dos a dos y autoestables por medio
del método de fundición que utiliza modelos vaporizables. El
método de construcción del bloque de cilindros incluye, esencial
mente, cinco operaciones. En primer lugar, se forma un modelo
consumible 112, que tiene una configuración idéntica a la del
25 bloque de cilindros que ha de ser fundido, estando dicho mode
lo constituido por un material, tal como el poliestireno, el
cual, al entrar en contacto con el hierro fundido se consumirá
y se vaporizará bajo la forma de un gas, penetrando el gas a
través del material de moldeo circundante. De acuerdo con el
30 presente invento, el modelo de poliestireno 112 se construye

1 por lo menos en dos piezas, definiendo una pieza 112a los aros
superiores terminales de las primeras y segundas porciones de
pared de cada uno de los grupos de cilindros, mientras que la
otra parte 112b define el resto del modelo. La parte anular su
5 perior 112a es ensanchada con relación a las paredes del cuer
po de cilindro para obtener una superficie de estanqueidad de
la junta más importante. El modelo puede también dividirse en
más de dos piezas para facilitar su manipulación y su fabrica
ción. Las piezas que constituyen el modelo se unen a continua
10 ción en sus superficies de acoplamiento por medio de un adhesi
vo adecuado que se consumirá al mismo tiempo que el poliestire
no. El modelo incluirá igualmente un sistema de bebederos con
sumible (no representado en perspectiva).

Las piezas del modelo de poliestireno pueden formar
15 se por medio de un sistema de presión de vapor adecuado, con
lo cual unos gránulos convencionales de poliestireno se soplan
en un molde que presentan la forma del bloque de cilindros o
del modelo que ha de ser fundido; bajo la influencia del vapor
caliente los gránulos se unen, los unos con los otros, y toman
20 la configuración del molde.

2. Después de formar el modelo de poliestireno 112,
éste se reviste con un material de recubrimiento que sirve co
mo rigidificador y agente de fijación de las dimensiones de la
superficie externa de la pieza fundida, siendo dicho revesti
25 miento de tipo no consumible y actuando como superficie del
molde durante la fundición. El revestimiento puede aplicarse
por inmersión.

3. Después de terminar la fabricación del modelo,
éste presentará un laberinto de conductos internos. El modelo
30 se coloca y se cuelga en el interior de una caja de moldear

1 113 en la cual se inyecta arena seca no aglomerada 114 de quí
mica especial. Para facilitar la compactación adecuada de la
arena en todos los intersticios y conductos del modelo, la ca
ja de moldear estará dotada de un fondo 115 provisto de una
5 multitud de orificios a través de los cuales es posible aplicar
el vacío para atraer los granos de arena seca no aglomerados
hacia abajo a partir del punto de introducción. Además, es po
sible aplicar vibraciones a los costados de la caja de moldear
por medio de un aparato 116. La vibración será transmitida a
10 través de los granos de arena seca para cambiar su posición y
obtener un conjunto perfectamente compactado en las regiones
interiores de la caja de moldear 113 y en las regiones inferio
res del modelo. La arena que se añade a las regiones inferiores
se mantendrá en una suspensión de aire o en estado fluidizado
15 durante la inyección. Es posible inyectar aire a presión eleva
da por las boquillas 117 en las regiones tales como la parte
central del bloque de cilindros y las porciones internas del
cuerpo del modelo.

4. Se introduce metal fundido en el bebedero 118 del
20 sistema de modelo y a continuación el modelo es consumido que
mándose y dejando que el metal fundido se esparza hacia abajo
y llene todo el espacio ocupado anteriormente por el modelo
de material celular.

5. Después de la solidificación de la pieza fundida,
25 se retira la caja de moldear y se elimina la arena del interior
y del exterior del modelo.

El bloque de cilindros fundido terminado, estará
constituido esencialmente por dichas primeras y segundas por
ciones de pared que definen, no solamente, las paredes cilín
30 dricas de la cámara de combustión, sino también un par de con

1 ductos de fluido continuos alrededor de cada uno de los grupos
de cilindros. La pieza fundida presentará una pluralidad de pa
redes verticales transversales (en este caso en número de 5)
dos de las cuales son paredes de extremidad; la pieza fundida
5 presentará unas tiras y placas orientadas longitudinalmente
que sirven para reforzar dichas primeras y segundas porciones
de pared y actuar como cierres para los surcos definidos entre
dichas primeras y segundas porciones de pared. La pieza fundi
da tendrá unas paredes suplementarias en forma de pestañas o
10 de apéndices destinados a una variedad de aplicaciones, que in
cluyen cojinetes para el cigueñal, guías cilíndricas para los
balancines de accionamiento, conductos de entrada de fluido,
superficies de empernado para el bloque de cilindros, y protu
berancias destinadas a proporcionar metal macizo para puestos
15 de fijación.

Se observará que las secciones de pared de los ele
mentos principales están controladas dentro de límites estre
chos para proporcionar una relación entre peso de metal fundi
do y desplazamiento del motor, no superior a 1:3. A este efec
20 to, la anchura uniforme de cada una de las primeras porciones
de pared (10-11) es como máximo de 4,572 mm aproximadamente
(0,18 pulgada), y el espesor de pared uniforme de las segundas
porciones de pared (12-13) es aproximadamente de 3,81 mm (0,1
pulgada) como máximo. El espesor uniforme de las secciones de
25 pared verticales intermedias (23) es aproximadamente de 5,08
mm (0,20 pulgada) y el espesor de la pared de extremidad verti
cal (21-22) es aproximadamente de 6,35 mm (0,25 pulgada). Las
tiras o paredes longitudinales 16 que aseguran el cierre de los
surcos y constituyen un tabique entre las primeras y segundas
30 porciones de pared adyacentes, se controlan de modo que su es

1 pesor sea de aproximadamente 6,35-7,62 mm (0,25-0,30 pulgada),
(véase figura 7). La conexión 19 entre cuerpos de cilindro ad
yacentes de las primeras porciones de pared se controla de mo
do que su espesor sea por lo menos de 7,112 mm (0,28 pulgada).

5 Los rieles de guiado de cárter de aceite 26, que es
tán situados en la base de cada una de las paredes verticales,
tienen un espesor de aproximadamente 6,35 mm (0,25 pulgada)
para facilitar una masa de metal suficiente para roscar los per
nos.

10 El resultado neto del control del espesor de la pa
redes utilizando la técnica de fundición por vaporización, se
ilustra en la tabla de la figura 16. Se comparan los cálculos
de peso de un bloque de cilindros de un motor V-8 típico de la
producción de 1975 con un bloque de cilindros de un motor com
15 parable (capaz de generar una potencia equivalente) con una
configuración de tipo V-8 utilizando los conceptos del presen
te invento. El bloque de cilindros convencional de la produc
ción de 1975 está hecho de hierro fundido, exactamente como el
bloque de cilindros según el invento. Se obtiene una reducción
20 de peso de 18,12 kg (40 libras) para el bloque de cilindros
del motor según el invento utilizando materiales c omparables
pero organizando de otra manera las secciones de pared y el
diseño de las mismas.

Método de Fabricación de la Culata:

25 El procedimiento típico de la técnica anterior para
obtener una reducción de peso mediante la fabricación de una
culata de aleación de aluminio, se ilustra en la figura 17.
El método de la técnica anterior es desventajoso porque limita
el tipo de aleación de aluminio que puede ser utilizado. La
30 fundición en arena necesita una semicaja superior de arena ver

1 de de moldeo 125 y una semicaja inferior de arena verde de mol
deo 126 que definen sustancialmente toda la superficie externa
de la culata 127. Los conductos internos están definidos prin
cipalmente por tres núcleos de arena. Un núcleo de arena 128
5 para el orificio de escape, un núcleo de arena 129 para el ori
ficio de admisión y un núcleo de arena en dos piezas para la
camisa de agua (130a y 130b). Por consiguiente, se necesitan
cinco elementos de arena de moldeo para completar la configura
ción del molde. Esto es desafortunado porque la resistencia al
10 desgaste de las aleaciones que pueden utilizarse con la velo
cidad de enfriamiento de la arena no es tan importante como se
desea. Por tanto, es preciso utilizar generalmente elementos
de inserción individuales para guía de válvula, elementos de
inserción para asientos de válvula de escape y de admisión,
15 elementos de inserción de arandelas de asiento de válvula, de
arandela de cabeza de perno, y elementos de inserción de ser
pentín de calefacción en estos puestos de desgaste. Estos ele
mentos de inserción aumentan sustancialmente el coste de la cu
lata terminada. Además, el peso de una pieza de fundición de
20 aluminio de este tipo no está optimizado debido a la falta de
un control más preciso de los espesores de pared y en razón del
mayor contenido de fluido de refrigeración. La fundición en
arena es el procedimiento utilizado corrientemente en la téc
nica anterior porque permite obtener formas desde sencillas has
25 ta complejas mediante alimentación por gravedad, pero sin em
bargo este procedimiento da lugar a una producción de volumen
reducido. El coste variable de la técnica de fundición en are
na es relativamente elevado debido al precio de la mano de
obra.; el volumen de metal utilizado es igual por lo menos a
30 1,56 veces el volumen del metal de la pieza fundida terminada

1 y los desechos relativamente importantes.

El método de la técnica anterior da lugar a una pieza de fundición que presenta secciones de pared de espesor más importante, tales como 214-215-216-217-218, necesarias para los conductos de agua complicados 210, 211, 212 y 213. El espesor de las secciones de pared debe ser más importante para soportar las fuerzas debidas a una variación más amplia de las condiciones térmicas en la culata. Esta amplia variación se debe al sobre-enfriamiento producido por la excesiva capacidad de la camisa de agua, y a un enfriamiento insuficiente debido a la imposibilidad de ubicar los núcleos de camisa de agua en los puntos exactos donde deben estar. El efecto de las secciones de pared de espesor suplementario que se necesitan para contener los conductos de refrigeración complejos de las culatas de la técnica anterior podrán entenderse más claramente examinando el conjunto de núcleo aglomerado con resina que se utiliza para definir estos conductos, conjuntamente con las porciones de cilindro y los conductos de admisión-escape (véase figura 20). El conjunto de núcleo está constituido por tres partes: una pieza superior 220 de camisa de agua, un núcleo 221 de admisión-escape y una pieza inferior de camisa de agua 222. El volumen de los conductos de admisión-escape depende de los elementos 223 y 224, respectivamente; el perímetro 225 completa la semicaja superior y la semicaja inferior de moldeo con arena. Se observarán los importantes canales transversales y los cambios de altura del circuito de circulación del fluido en cualquiera de los conductos de camisa de agua, según se definen por medio de las piezas 220 y 222. Todos estos conductos complicados deben estar rodeados por secciones de pared igualmente complicada, las cuales no solamente aumentan el peso sino

1 que impiden la consecución de una temperatura de pared uniforme durante el funcionamiento del motor.

Si se deseara utilizar variantes de técnicas de fundición, por ejemplo, técnicas de fundición con molde permanente, conocidas hoy en día como técnica anterior, la utilización de núcleos de arena sería imposible; esto haría que la técnica no podría ser utilizada para realizar culatas o bloques. Además, las técnicas de fundición con molde permanente exigen un peso de metal fundido igual a 2 ó 3 veces el peso de la pieza fundida terminada.

El procedimiento según el presente invento consiste en utilizar elementos de molde semipermanentes y en emplear metal fundido a baja presión. El método consiste en (véanse figuras 18 y 20):

15 (a) Definir tres elementos de molde semipermanente (131-132-133) los cuales, cuando están cerrados forman esencialmente una configuración de sección triangular hueca, que representa la pieza fundida. Cada uno de los elementos de molde está adaptado para definir un grupo de porciones de cilindro en la estructura de culata y una serie de conductos de escape 134. Cada elemento de molde define algunas paredes laterales (135-136) de la culata y una de las paredes superior o inferior (137-138). Además, se utiliza un solo grupo de núcleos de arena 139 para definir los conductos de admisión de dicha culata. Se obtiene así la máxima reducción de precio debido a la eliminación de los núcleos de camisa de agua 130a-130b y del grupo de núcleos de arena de escape 128 de la figura 23. Una semicaja superior metálica 131 se utiliza en lugar de la semicaja superior de arena verde de moldeo y se utiliza una semicaja inferior metálica 133 en lugar de la semicaja inferior

1 de arena verde de moldeo. El método puede ser adaptado para
utilizar todos los tipos de aleaciones de aluminio incluso las
que presentan un elevado contenido de silicio; el método según
el invento puede ser utilizado para la fundición de formas tan
5 to sencillas como complejas, y el grado de oxidación de la alea
ción de aluminio en la superficie del metal fundido se reduce,
lo que disminuye la cantidad de material desechado y aumenta
la capacidad de producción hasta un nivel superior al nivel que
puede ser obtenido con cualquier otro procedimiento de fundi
10 ción. La cantidad de metal fundido que se necesita es solamen
te igual a 1,1/1,2 veces el peso de la pieza fundida terminada,
lo que reduce así considerablemente los desperdicios de metal.
Esta técnica permite utilizar instalaciones más seguras y más
limpias, porque el metal fundido no queda al descubierto y no
15 se vierte desde el espacio libre; por el contrario el metal
fundido se introduce en el molde a partir del horno situado de
bajo de la máquina de moldeo.

En las figuras 21 y 22, se ilustran la máquina de
moldeo completa, así como el dispositivo de alimentación con
20 metal fundido. El aparato de fundición por inyección a presión
reducida consiste en un conjunto de moldeo A que soporta los
elementos metálicos de fundición por inyección 141-142 y el
conjunto de núcleos de arena. Dicho conjunto está soportado
sobre un horno B que tiene un depósito 143 revestido con un ma
25 terial aislante adecuado 144 y que puede ser llenado a través
de una tapa de llenado bajo presión 145. El metal fundido se
mantiene a la temperatura adecuada utilizando una bobina de
inducción 146 que rodea un canal de inducción 147 en forma de
V, a través del cual el metal fundido circula y vuelve al de
30 pósito principal. La extracción del metal a partir del depósi

1 to puede hacerse a través de una sección de obturador amovible
148.

Los moldes del conjunto de moldeo se desplazan auto
máticamente hasta su posición de trabajo y a partir de la mis
5 ma, por medio de un mecanismo hidráulico de elevación 149 sopor
tado por un montante 150, por otro mecanismo hidráulico 151
que sirve para introducir el grupo de núcleos de arena y por
otro sistema hidráulico que sirve para desplazar otros moldes.

Cuando el conjunto de molde ha sido desplazado auto
10 máticamente a una posición en la cual está preparado para reci
br el metal fundido, este último se introduce bajo presión en
la cavidad 152 prevista para el metal fundido, por medio de un
tubo de bebedero 153 que se extiende entre la zona inferior
del depósito de metal fundido y la cavidad del molde. El metal
15 penetra en el tubo de bebedero mediante la aplicación de una
presión al metal fundido contenido en el depósito. Esta presión
se mantiene en el depósito y sobre el metal contenido en la ca
vidad del molde hasta que el metal se solidifique en la entra
da. Durante el proceso de solidificación que progresa desde la
20 parte superior hasta la parte inferior, una cantidad suplemen
taria de metal penetra en el molde para impedir la contracción
y la porosidad. Esto contrasta con el procedimiento de alimen
tación por gravedad, en el cual la solidificación se produce
desde la parte inferior hasta la parte superior. En el procedi
25 miento de alimentación por gravedad, para compensar la contrac
ción, numerosos kilos suplementarios de metal fundido están
contenidos en los bebedores encima de la pieza fundida para
alimentarla durante la solidificación. Este metal suplementario
se solidifica también y ha de ser retirado y fundido de nuevo.

30 En la máquina de baja presión de la figura 22, las

1 fuerzas de sujeción de los elementos de molde no son elevadas.
La fuerza de presión baja aplicada al metal son de usualmente
de 0,2 a 0,3 atmósferas, es decir considerablemente inferiores
a las que se necesitan en un proceso de fundición por inyección
5 bajo presión elevada normalmente incluida entre 500 y 700 at
mósferas. Debido a que la presión aplicada al metal fundido tie
ne un valor relativamente bajo, es posible utilizar un grupo de
núcleos de arena para los conductos de admisión. Se obtiene
así una considerable flexibilidad de diseño en comparación con
10 las técnicas de fundición por inyección a presión elevada, u
otras técnicas.

El método según el invento facilita varias ven
tajas, entre las cuales la más importante es la cantidad redu
cida de metal fundido oxidado que penetra en el molde. Ya que
15 el metal fundido es empujado en el interior del molde desde la
parte inferior del horno, el metal oxidado permanece en la par
te superior del horno y no ha de ser eliminado como en un pro
cedimiento de fundición por gravedad. En segundo lugar viene
la pequeña cantidad de metal que ha de ser fundida de nuevo.
20 No es preciso desplazar alrededor del operario cucharas de me
tal fundido. Una máquina de moldeo bajo presión reducida ocupa
considerablemente menos espacio en el suelo y proporciona más
flexibilidad respecto a la disposición de fabricación. La pro
ductividad obtenida con el aparato de la figura 22 puede ser
25 aproximadamente de 30 piezas por hora y por máquina. La máqui
na puede funcionar con una cantidad de desperdicios de metal
de aproximadamente 3%.

La culata de cilindros fundida que resulta de
este método se representa en las figuras 20, 23, 24 y 25. Aun
30 que la pieza fundida tenga una forma complicada, se entenderá

1 más fácilmente su constitución considerando que está formada
por dos porciones de pared lateral 155-156 y una porción de pa
red inferior 157 que definen conjuntamente una configuración
algo triangular en el sentido de la longitud de la culata. Ade
5 más una pared en forma de pestaña 158 se extienden hacia el ex
terior a partir de una de las paredes laterales. Unas protube
rancias 159 y unas masas metálicas 160 auxiliares están previs
tas para diversos accesorios, tales como unos cilindros desti
nados a recibir los pernos de compresión y a actuar como guías
10 para los vástagos de las válvulas de admisión y escape o a ac
tuar como adaptadores para las barras de accionamiento de los
conjuntos de balancines empujaválvulas. Una pared periférica
161 se extiende a lo largo de un lado de cada una de las cula
tas, para constituir un dispositivo de refuerzo suplementario
15 contra la deformación durante el funcionamiento.

Las primeras porciones de pared (162-163) y las
segundas porciones de pared (164-165) que definen las porcio
nes de cilindros 166 tienen un espesor de pared adaptado al es
pesor de sus contrapartidas en el bloque de cilindros. Sin em
20 bargo, esta masa equivalente permite obtener una mayor conducti
vidad térmica. Los surcos 167 definidos entre ellos están dis
puestos para actuar como dos circuitos de circulación de flui
do en la culata; cada circuito tiene un espesor uniforme no su
perior a 12,7 mm (0,50 pulgada), salvo en sus curvas internas
25 donde existe una masa suplementaria que rodea y rigidifica la
pared que recibe los tornillos de compresión que la atraviesan.
No se utiliza ningún elemento de inserción de asiento de vál
vula de escape ni tampoco ningún elemento de inserción de guía
de vá vula. Las primeras porciones de pared presentan un espe
30 sor uniforme de valor importante. Si estas paredes estuviesen

1 hechas de hierro fundido, se recalentarían y constituirían una
superficie de pre-encendido.

Resistencia al desgaste:

5 Examinando ahora la figura 26, se ve que repre
senta una vista en perspectiva esquemática del tipo de superfi
cies que están sometidas a un desgaste considerable porque son
adyacentes al punto donde se genera la mayor cantidad de calor.
Se trata de la zona de asiento de válvula 170 y de las superfi
cies 171 en contacto con el vástago de válvula 172. Ya que la
10 culata está constituida por un material relativamente no resis
tente, es decir aluminio, es importante que estas superficies
de desgaste críticas sean ampliadas para obtener una vida útil
del motor adecuada. Durante el desarrollo del invento se ha
comprobado que constituyendo la culata de aleación de aluminio
15 355, el coste de las piezas de fundición puede ser reducido y
su calidad puede ser mejorada realizando una aleación por me
dio de radiación laser en una región de espesor reducido en es
tas superficies de desgaste. Se concentra un haz de energía
extremadamente potente, obtenido en particular a partir de una
20 fuente de radiaciones laser, sobre la zona cuya resistencia al
desgaste ha de ser aumentada, y se desplaza este haz de ener
gía sobre esta superficie, de modo que el nivel de energía en
la superficie de separación (entre el haz y el material de la
aleación) sea por lo menos de 10.000 vatios por cm^2 , y se des
25 plaza el haz a una velocidad suficientemente reducida para, no
solamente calentar rápidamente el material afectado, sino tam
bién permitir que la zona calentada se enfríe rápidamente sim
plemente al ser suprimida la acción del haz de radiaciones la
ser mientras se desplaza a través de la superficie que ha de
30 ser tratada. Para facilitar una difusión de aleación en el in

1 terior de la superficie, puede utilizarse un revestimiento pre
vivo de ingredientes de aleación o puede introducirse un alam
bre de aleación en el haz de alta energía, de modo que se funda
simultáneamente con el material de base. En cualquier caso, la
5 turbulencia del calentamiento rápido mezcla eficazmente el me
tal de base fundido y los ingredientes de aleación situados pre
viamente sobre el metal de base bajo la forma de un revestimien
to previo o que se añaden bajo la forma de un alambre. Después
de la solidificación, la zona afectada por el calor presenta
10 una aleación extremadamente rica que no está simplemente suje
ta bajo la forma de una capa independiente, sino que se presen
ta bajo la forma de una mezcla íntima de ingredientes de alea
ción que forma parte del metal de base. Se ha comprobado por
medio de los datos de experimentación, que una aleación de alu
15 minio 355 (con un contenido de silicio inferior al de la alea
ción 390) es más eficaz para facilitar la resistencia al des
gaste en los cilindros de guía de válvula y en las zonas de
asiento de válvula de admisión y de aplicación de fuerza de
las válvulas, que cualquier otra combinación conocida de mate
20 riales utilizados con una culata de aluminio fundida por inyec
ción a presión reducida.

La información que explica este fenómeno se re
presenta en tres ilustraciones gráficas respectivas. Examinan
do en primer lugar la figura 27, se ve que la información de
25 depresión del asiento de válvula de admisión ha sido generada
haciendo funcionar un motor en condiciones de temperatura a
las cuales está sometida en un motor. Para realizar esta prue
ba, se han utilizado tres modos de realización diferentes, y
cada operación duró de 180 a 300 horas. Un motor con un despla
30 zamiento de 4.948 cm^3 (302 pulgadas³) se equipó con una culata

1 de hierro fundido o con una de dos culatas de aluminio de acuerdo con el invento. Una culata de aluminio estaba dotada de una aleación de aluminio 390 que había sido sometida a un tratamiento de aleación por medio de radiaciones laser en la superficie
5 elegida y provista de un "roto-coil"; la otra culata de aluminio estaba hecha de aleación de aluminio 355 sometida a un tratamiento de aleación por radiaciones laser (igualmente con un "roto-coil"). La zona sombreada representa la superficie de la cara de la válvula. En los casos en los cuales se utilizó un
10 procedimiento de aleación por radiaciones laser, es importante indicar que este tratamiento se había aplicado solamente a la superficie de asiento de la válvula y no a la superficie de la cara de la válvula.

Se comprobó que la culata constituida por una pieza
15 de hierro fundido con un elemento de inserción en dos piezas (característica de la técnica anterior) presentaba una depresión de asiento típica de aproximadamente $1,8$ o $1,9 \times 10^{-3}$. Como se representa en la figura 35, con un desgaste comparable, las culatas de aluminio duraban 300 horas con un desgaste ligeramente superior a 3×10^{-3} en el caso de la aleación 390, y
20 300 horas con un desgaste de aproximadamente 2×10^{-3} en el caso de la aleación 355.

Como se representa en la figura 28, se midió el desgaste del vástago de válvula de escape y se representó gráficamente conjuntamente con el desgaste de la guía de válvula de
25 escape. Para los tres tipos de culata comprobados, el desgaste del vástago de válvula y el desgaste de guía de válvula de las culatas de aluminio, ha sido solamente ligeramente superior al desgaste observado en la culata hecha de hierro fundido; la diferencia no era sustancialmente importante en el caso del modo
30

1 de realización de culatas con aluminio 355 sometido a un trata
miento de aleación por radiaciones laser, pero sin embargo el
modo de realización de culata hecha de aluminio 390 sometida a
un tratamiento de aleación por radiaciones laser presentó una
5 mayor diferencia.

En la figura 29 se ha representado gráficamente el
desgaste del vástago de válvula de admisión y el desgaste de
guía de válvula de admisión. Solamente la guía de válvula había
sido sometida a un tratamiento de aleación por radiaciones la
10 ser, mientras que el vástago de válvula de admisión no había
sido sometido a este tratamiento. La guía, la cual había sido
sometida a un tratamiento de aleación por radiaciones laser
presentó, en un modo de realización experimental, un grado in
deseable de desgaste, pero en los otros modos de realización
15 se obtuvo una reducción superior del desgaste en comparación
con el hierro fundido.

Construcción de los orificios de escape y control térmico:

Debido a la elevada conductividad térmica del mate
rial de aleación a base de aluminio, que constituye dicha cu
20 lata, es importante que se asegure el aislamiento de los orifi
cios de escape; el calor de los gases de escape debe mantener
se a una temperatura suficientemente elevada para continuar la
combustión latente de las emisiones con el objeto de reducir
el contenido nocivo de las emisiones de gases a la extremidad
25 de salida del sistema de escape. El problema de las emisiones
sería agravado por la extracción rápida del calor de los gases
de escape a través del material a base de aluminio. Una solu
ción a este problema consiste en (a) utilizar un forro 180 de
orificio de escape sujeto en una extremidad y libre en la otra
30 (b) hacer que el conducto de orificio de escape 181 presente

1 un diseño sustancialmente recto en toda su extensión, y (c) au
mentar la superficie de garganta 182 del orificio de escape sin
afectar la integridad estructural de la culata. El forro 180
del orificio de escape está hecho con un material que tiene la
5 forma que se representa en las figuras 30, 31, 33 y 34. El es
pesor de la pared del forro metálico es aproximadamente de
0,76 mm (0,03 pulgada); el forro tiene una pestaña 184 soldada
en la extremidad de salida 181a; la pestaña está aprisionada
entre el margen 185 orientado hacia el exterior de la culata
10 alrededor del orificio de salida y la boca del colector que se
adapta en ella. La estructura del forro que se extiende hacia
el interior está situada en una proyección geométrica del ori
ficio de salida del conducto de escape (proyección perpendicu
lar al plano del orificio de salida). Esto facilita la introduc
15 ción y necesita que el conducto tenga un diseño más recto. El
ángulo incluido entre los planos del orificio de entrada del
conducto de escape y el orificio de salida es, aproximadamente
de 60°. La separación entre la superficie interna del orificio
de escape y el forro se controla principalmente por medio de
20 unas protuberancias 186 que entran en contacto con la pared del
orificio de escape 181 solamente en un punto o en una línea
de contacto. La extremidad interna 181b del forro de orificio
de escape se mantiene libremente sin entrar en contacto con el
interior del conducto de escape. El forro tiene una depresión
25 181b y un orificio 188 para permitir el paso del vástago de
válvula.

La superficie de garganta 182 del orificio de escape
ha sido aumentada en comparación con la técnica anterior. Esto
puede observarse más fácilmente comparando la estructura de la
30 parte (a) de la estructura de la figura 32 (técnica anterior)

1 con la estructura de la parte (c) del invento. El orificio de
escape de la técnica anterior tiene un terminal o porción ex
trema 189 semirectangular, cuya superficie es inferior por lo
menos en un 20% a la superficie circular 190 de la zona de cir
5 culación del invento. La figura 35 permite comparar estas super
ficies. Los volúmenes 199 de los orificios de entrada en cada
una de estas figuras comparativas no varían sustancialmente,
ya que se trata de una zona sometida a una temperatura relati
vamente reducida, y cada uno de ellos se obtiene utilizando un
10 conjunto de núcleos de arena comparable al que se utiliza en
la técnica anterior. La estructura de la parte (b) de la figura
32 ilustra el volumen del orificio de escape cuando el forro
no está en su sitio; se observará la mayor superficie de gar
ganta 198.

15 El intervalo de aire o espacio 190 entre el forro y
el interior del conducto de escape 181 es relativamente reduci
do como puede verse en la figura 34, en la cual se representa
solamente el volumen del intervalo de aire. El valor uniforme
de esta separación es de aproximadamente 0,381 mm (0,045 pul
20 gada).

Utilizando los principios del invento que se descri
ben aquí, tanto para el bloque de cilindros como para la culata
y utilizando igualmente un colector de admisión hecho de alea
ción de aluminio, colectores de escape de doble pared, conjun
25 tamente con pistones de aluminio y un cigüeñal y una bomba de
agua convencionales, el ahorro total en el peso del motor puede
ser de aproximadamente 58,89 kg (130 libras) como se indica en
la figura 16. La reducción de peso debida al menor volumen de
fluido de refrigeración permite obtener una reducción total de
30 peso de aproximadamente 62,5 kg (138 libras).

1 El rendimiento del motor aumenta como se indica por
los datos que se representan gráficamente en las figuras 37, 38
y 39. La figura 37, que representa la potencia en función de la
velocidad del motor, la curva 200 se refiere a un motor cons_
5 truido de acuerdo con la técnica anterior, mientras que la cur_
va 201 se refiere al motor construido de acuerdo con el presen_
te invento.

En la figura 28 se ha representado la economía de
combustible por cada unidad de potencia en función de la velo_
10 cidad del motor. En este caso igualmente se pone en evidencia
la mayor economía obtenida gracias a la combinación de las ca_
racterísticas del invento; la curva 202 se refiere a la técni_
ca anterior y la curva 203 se refiere al presente invento.

El rendimiento térmico máximo (en porcentaje) se ha
15 representado en función de la velocidad del motor en la figura
29. El motor utilizando los principios del invento (curva 204)
tiene un rendimiento térmico máximo más elevado que el motor
de la técnica anterior (curva 205).

TRADUCCION DE LAS INSTRUCCIONES DE LOS DIBUJOS ORIGINALES

20 Figura 6

a.- Técnica anterior

Figura 8

b.- Puesto

c.- Deformación del orificio - Pulgadas

25 d.- Angulo de cigüeñal - Grados

Figura 16

e.- Reducción típica del peso del motor (libras)

f.- Componente

g.- Técnica anterior típica

30 h.- Principio del invento

- 1 i.- Bloque de cilindros
j.- Culata de cilindros (2)
k.- Colector de admisión
l.- Bomba de agua
- 5 m.- Colector de escape/Reactor (2)
n.- Pistones (8)
o.- Cigüeñal
p.- Total
q.- Economía de peso total
- 10 r.- Agua contenida en bloque de cilindros y culatas
s.- Reducción total de peso de agua
- 1 libra = 0,453 kg

Figura 25

- A.- Guía de válvula
- 15 B.- Culata de cilindros
C.- Vástago de válvula
D.- Válvula

Figura 26

- E.- Hierro fundido y dispositivo de fijación en dos
20 piezas
F.- Aluminio 390 sometido a tratamiento de aleación
por radiaciones laser y dotado de "roto-coil"
G.- Aluminio 355 sometido a tratamiento de aleación
por radiaciones laser y dotado de "roto-coil"
- 25 H.- 180 horas - Asiento de válvula de admisión

Figura 27

- I.- Cromado fuerte
- J.- Vástago
- K.- Guía
- 30 L.- Hierro fundido

- 1 M.- Aluminio 355 sometido a tratamiento de aleación
por radiaciones laser
- N.- Aluminio 390 sometido a tratamiento de aleación
por radiaciones laser
- 5 O.- 300 horas - Desgaste del vástago de escape y de
la guía.

Figura 28

- P.- Hierro fundido y dispositivo de fijación en dos
piezas
- 10 Q.- Aluminio 355 sometido a tratamiento por radiacio-
nes laser
- R.- Orificio de aluminio 355
- S.- Desgaste del vástago de admisión y de la guía

Figura 36

- U.- Potencia en caballos de vapor
- 15 V.- Velocidad del motor

Figura 37

- W.- Combustible/potencia en caballos de vapor

Figura 38

- X.- Rendimiento térmico máximo en porcentaje
- 20 V.- Velocidad del motor

En resumen, la patente de invención que se solicita
deberá recaer sobre las siguientes:

REIVINDICACIONES

- 25 1. Método para realizar un bloque de cilindros de hie-
rro fundido para motor de combustión interna, que consiste en:

- (a) formar un modelo de bloque de cilindros que con-
siste totalmente en un material que se consume y se evapora al
entrar en contacto con el hierro fundido, teniendo dicho modelo
unas primeras porciones de pared que definen por lo menos una
30 serie de cuerpos de cilindro de pared de espesor reducido unifor-

1 me, estando cada cuerpo de cilindro conectado tangencialmente
en orden consecutivo con el siguiente cuerpo de cilindro adya-
cente, presentando dichas primeras porciones de pared una su-
perficie lateral de forma ondulada continua orientada hacia el
5 exterior que no está conectada salvo en dicha conexión tangen-
cial, teniendo además dicho modelo unas segundas porciones de
pared que definen una serie de secciones de cuerpos de cilindro
superpuestas de pared de espesor reducido interrumpidas y que
se superponen de tal manera que las superficies internas de di-
chas segundas porciones de pared formen una superficie opuesta
10 complementaria de la superficie orientada hacia el exterior de
dichas primeras porciones de pared, aunque separada uniforme-
mente de ellas, teniendo dicho modelo una superficie superior
plana definida por las extremidades de dichas primeras y segun-
das porciones de pared verticales, teniendo dicho modelo del
15 bloque de cilindros unas terceras porciones de pared que unen
conjuntamente dichas primeras y segundas porciones de pared
para formar un cierre en la extremidad inferior de dicha sepa-
ración, incluyendo igualmente el modelo un sistema de bebede-
ros de una sola pieza adaptado para extenderse hacia el exte-
rior del sistema de moldeo,

(b) situar dicho modelo en un sistema de moldeo que
incluye una caja de moldear, y llenar todas las cavidades con
arena seca no aglomerada, fluidizando dicha arena y haciéndola
vibrar para que penetre y se apelmace en el interior de los es-
25 pacios internos de dicho modelo,

(c) introducir continuamente hierro fundido para des-
plazar progresivamente dicho modelo en primer lugar bajo la for-
ma de metal fundido y a continuación bajo la forma de una es-
tructura fundida solidificada.

30

2. Método según la reivindicación 1, caracterizado

1 porque dicho modelo incluye unas primeras y segundas porciones
de pared con un espesor de pared respectivamente de aproximada-
mente 3,81 mm y 4,57 mm (0,15 y 0,18 pulgada).

3. Método según la reivindicación 2, caracterizado
porque dicho modelo de bloque de cilindros está hecho en dos
5 partes, constituyendo una parte una pluralidad de aros que ac-
túan como extremidades terminales superiores de dichas primeras
porciones de pared, proporcionando dichos aros una superficie
de estanqueidad más ancha en dicha superficie, constituyendo
la segunda parte el resto de dicho modelo del bloque de cilin-
10 dros, uniéndose dichas primera y segunda partes por medio de
un adhesivo antes de situar el conjunto en dicho sistema de mol-
deo.

4. Se reivindica por último como objeto sobre el que
ha de recaer la Patente de Invención que se solicita: METODO
15 PARA REALIZAR UN BLOQUE DE CILINDROS DE HIERRO FUNDIDO.

Todo conforme queda descrito y reivindicado en la pre-
sente memoria descriptiva que consta de cuarenta y cuatro pági-
nas mecanografiadas y dibujos que se acompañan.

Madrid, 5 octubre 1.978

BERNARDO UNGRIA

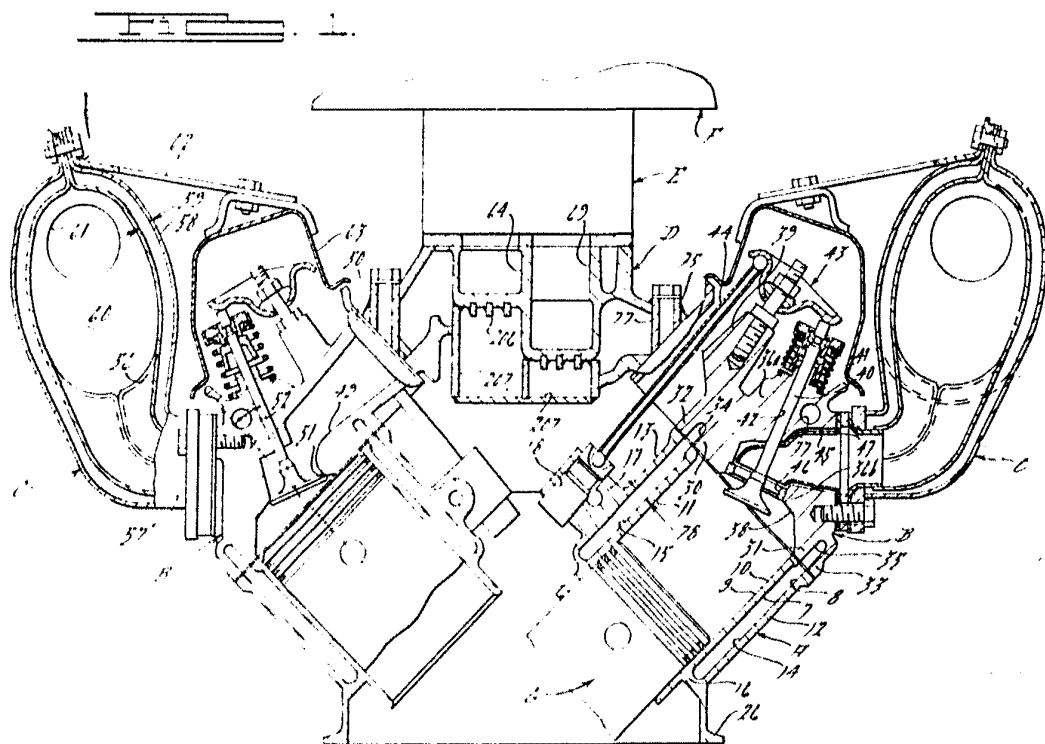
p.p.



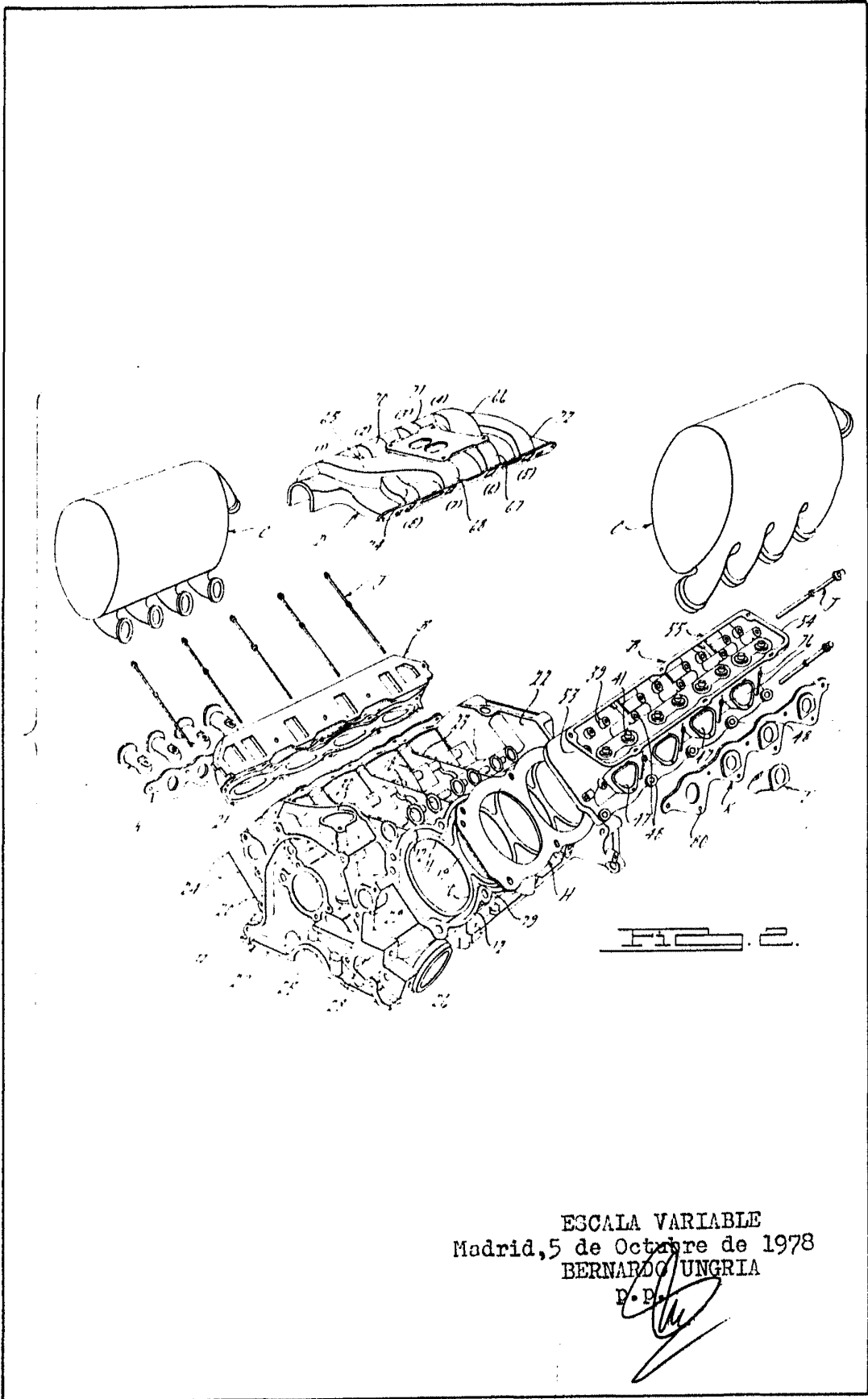
20

25

30



ESCALA VARIABLE
Madrid, 5 de Octubre de 1978
BERNARDO UNGRIA



ESCALA VARIABLE
Madrid, 5 de Octubre de 1978
BERNARDO UNGRIA
D. P.

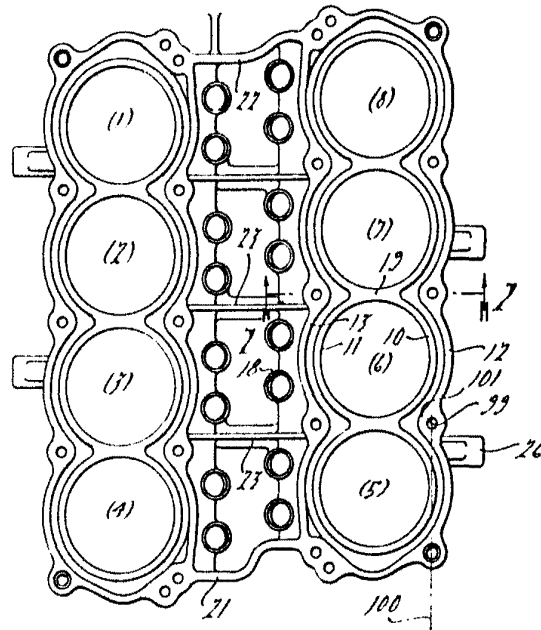


FIG. 3.

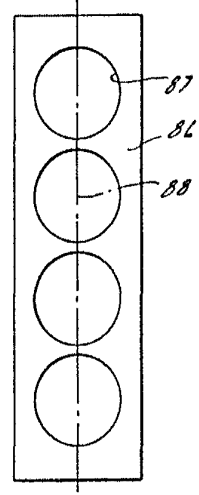


FIG. 4.

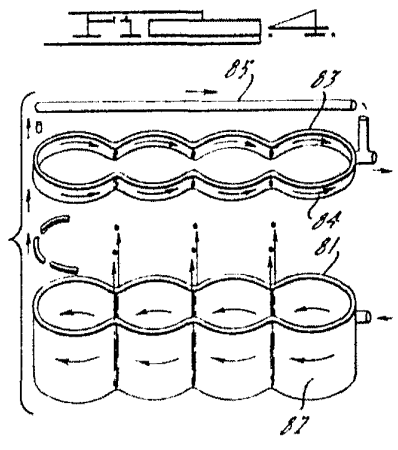


FIG. 5.

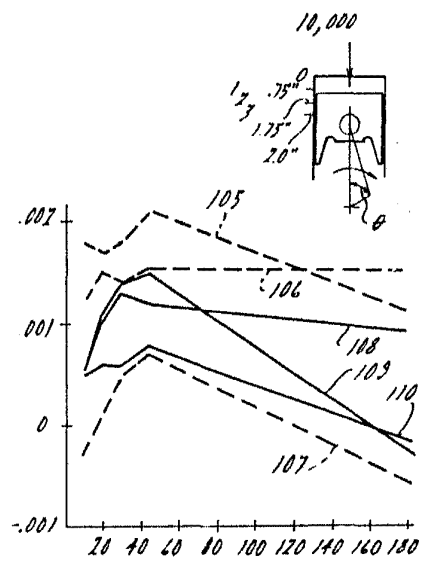
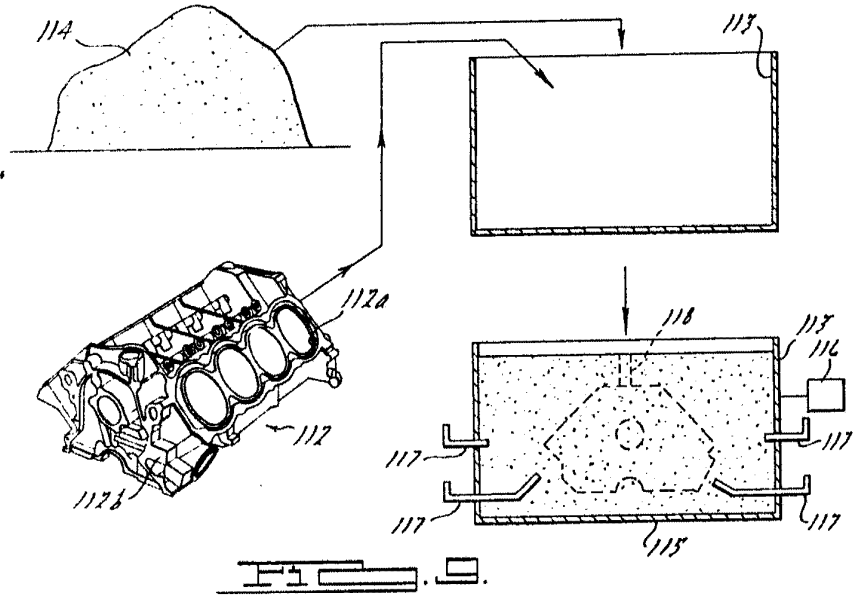
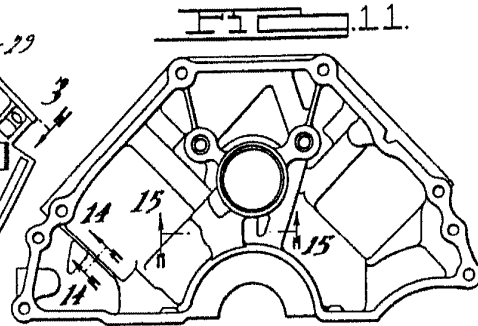
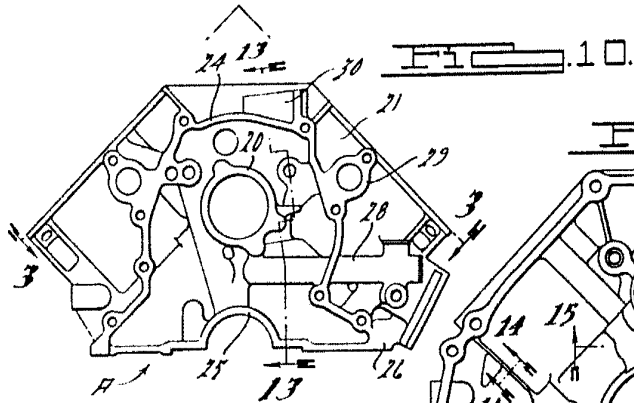
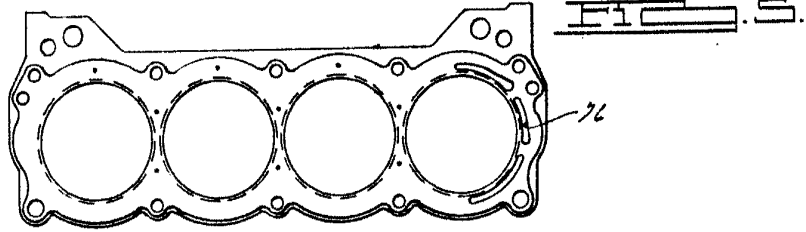


FIG. 6.

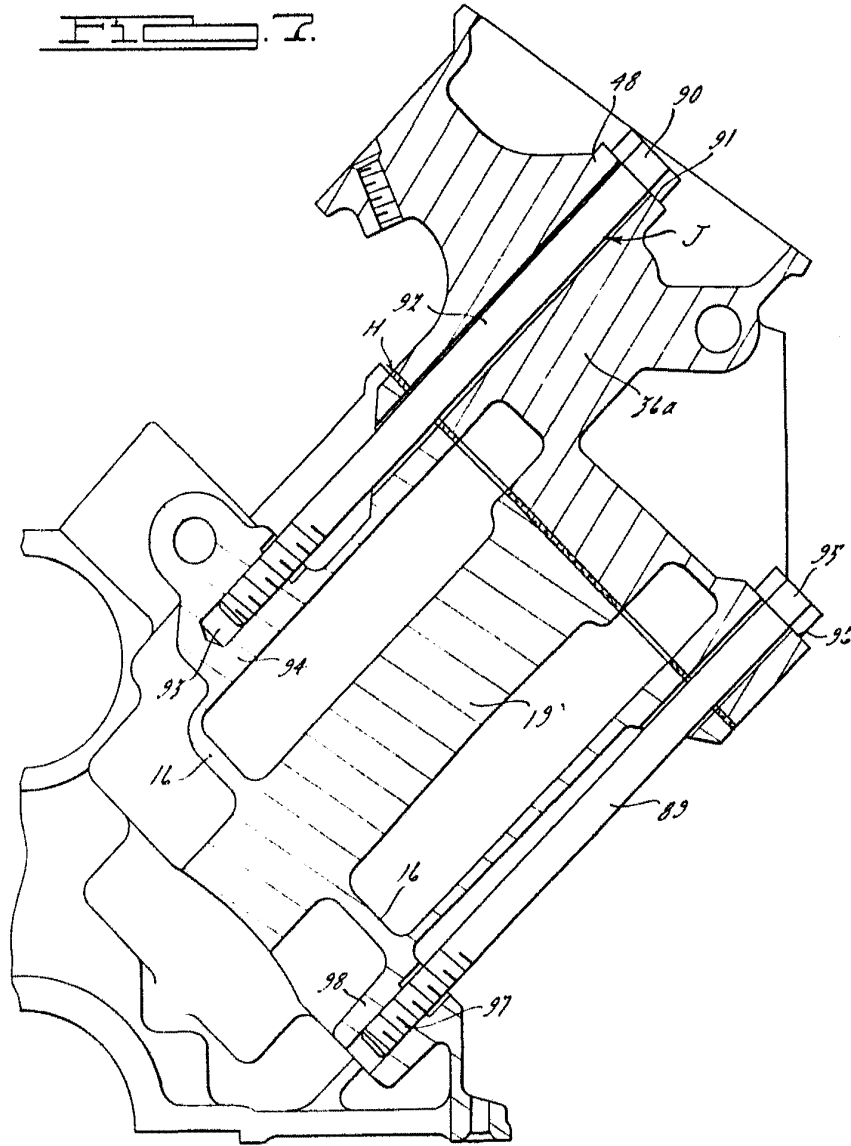
ESCALA VARIABLE
 Madrid, 5 de Octubre de 1978
 BERNARDO UNGRIA

[Handwritten signature]



ESCALA VARIABLE
Madrid, 5 de Octubre de 1978
BERNARDO UNGRIA
P.D.

Fig. 7.



ESCALA VARIABLE
Madrid, 5 de Octubre de 1978
BERNARDO UNGRIA

F.P.
[Signature]

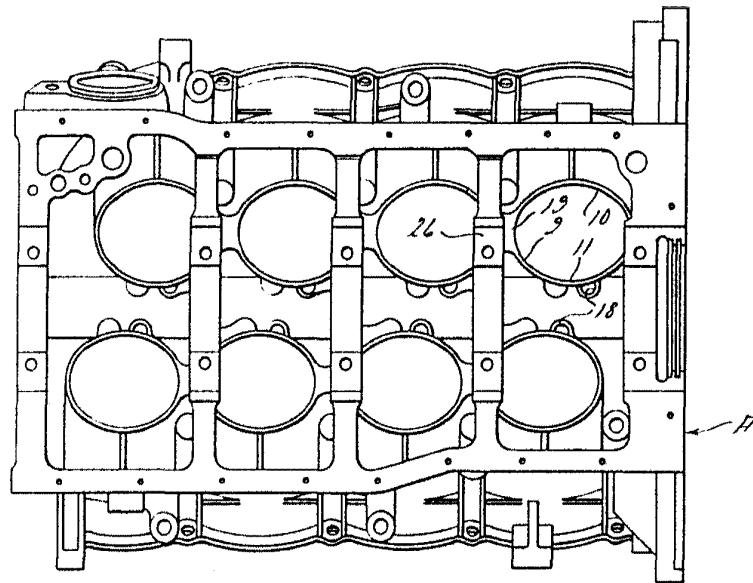
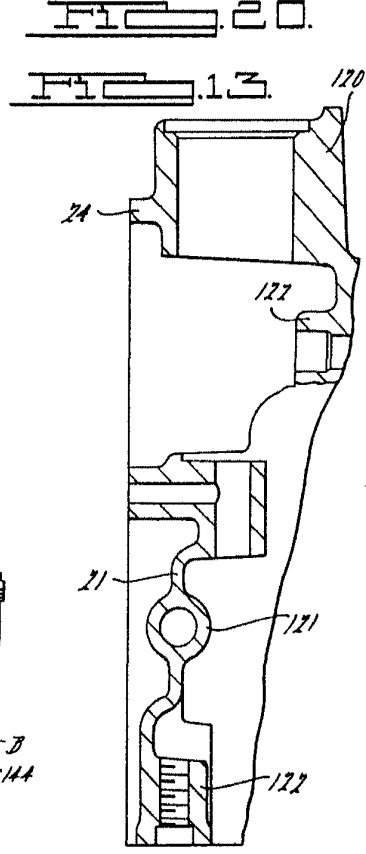
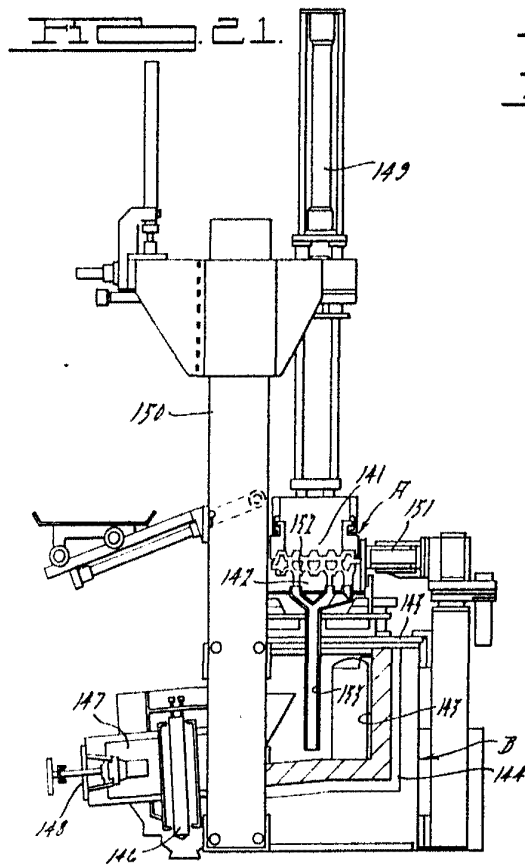
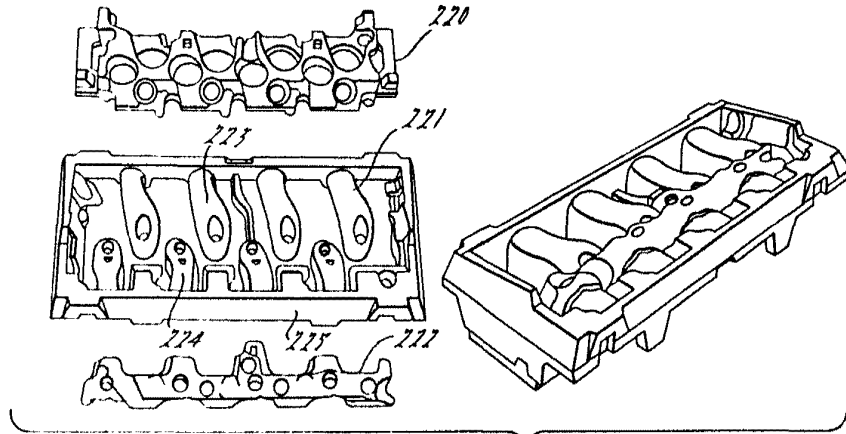


FIG. 12.

FIG. 16.

| | | |
|--|-------|-------|
| | | |
| | 121.0 | 81.0 |
| | 88.4 | 38.0 |
| | 42.0 | 17.0 |
| | 18.1 | 6.3 |
| | 29.0 | 31.0 |
| | 10.7 | 9.2 |
| | 10.5 | 32.5 |
| | 346.7 | 215.0 |
| | | |
| | 17.9 | 6.2 |
| | | |

ESCALA VARIABLE
 Madrid, 5 de Octubre de 1978
 BERNARDO UBERIA
 P.D.



ESCALA VARIABLE
Madrid, 5 de Octubre de 1978
BERNARDO UNGRIA
P.P.

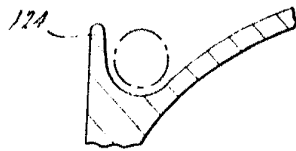


FIG. 14.

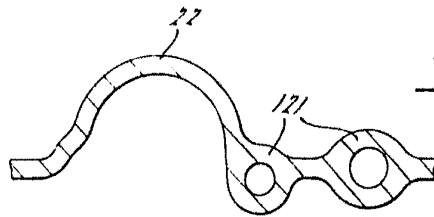


FIG. 15.

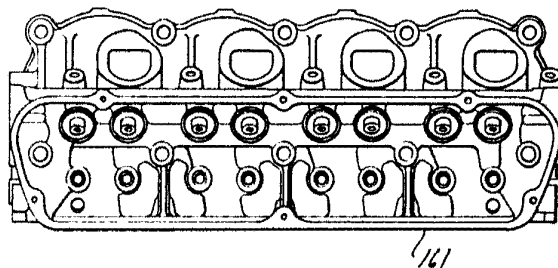


FIG. 22.

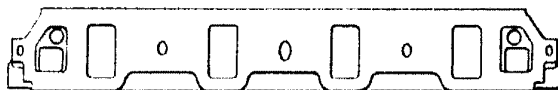


FIG. 23.

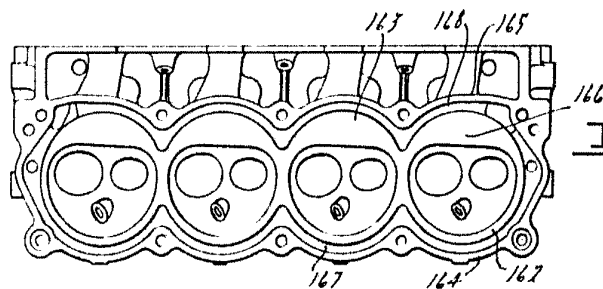


FIG. 24.

ESCALA VARIABLE
Madrid, 5 de Octubre de 1978
BERNARDO UNGRIA
P.D.

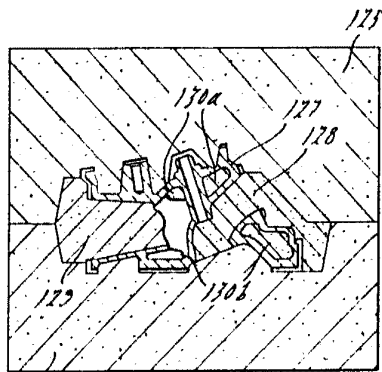


FIG. 17.

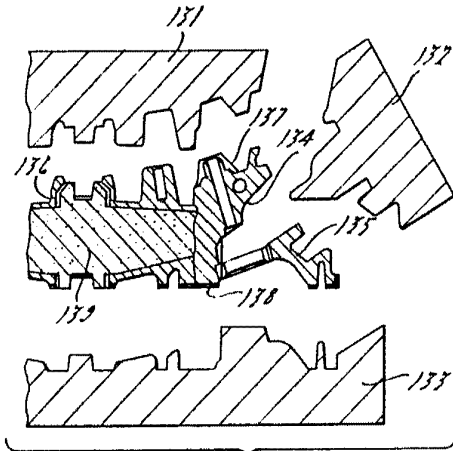


FIG. 18.

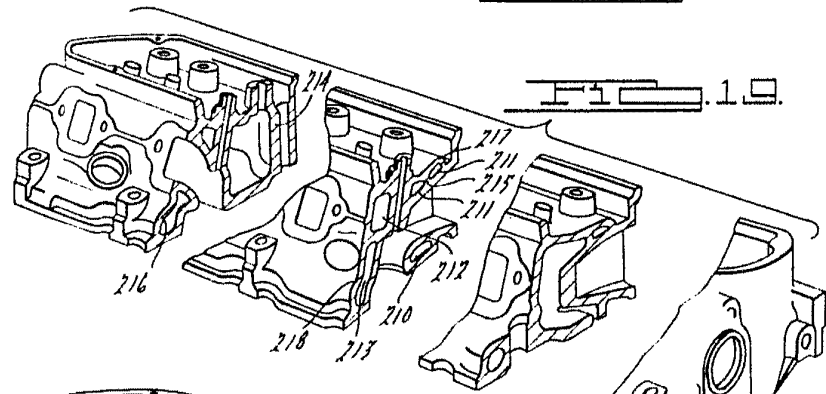


FIG. 19.

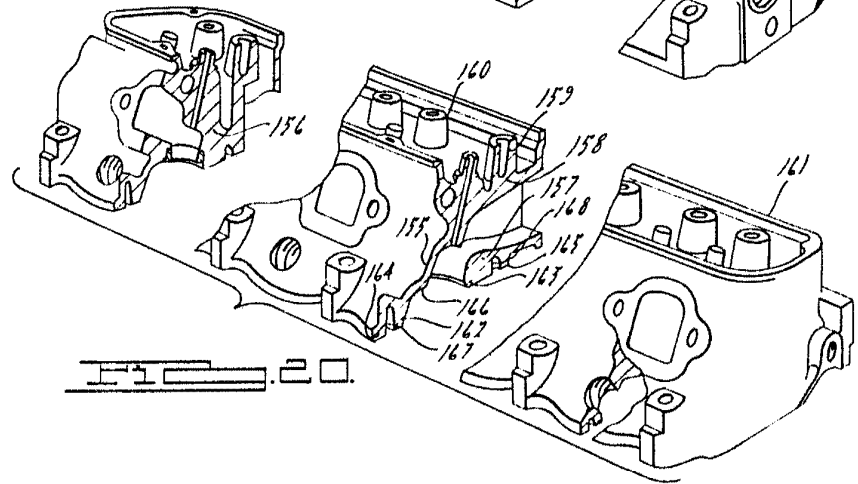


FIG. 20.

ESCALA VARIABLE
Madrid, 5 de Octubre de 1978
BERNARDO UNGRIA
P.D.

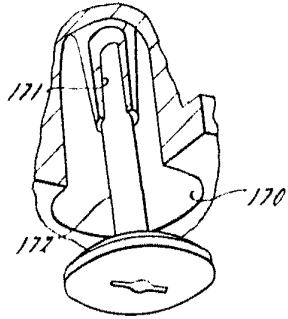
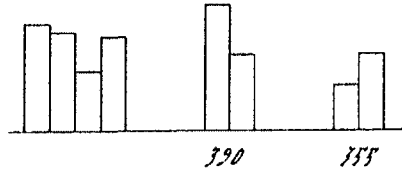
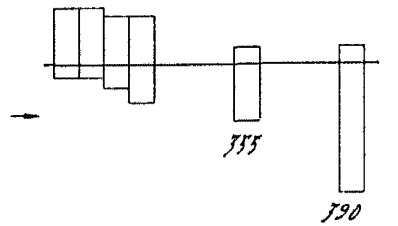


FIG. 25.



180
FIG. 26.



300
FIG. 27.

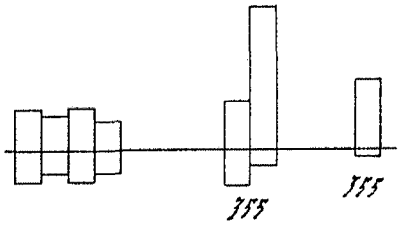


FIG. 28.

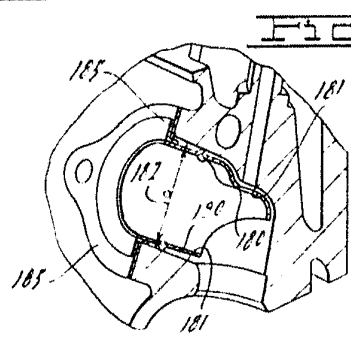


FIG. 29.

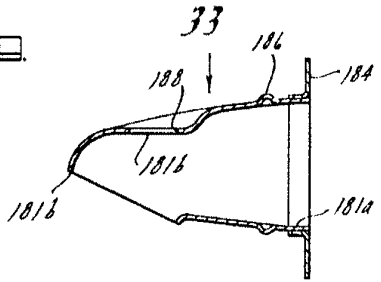


FIG. 30.

ESCALA VARIABLE
Madrid, 5 de Octubre de 1978
BERNARDO ANGELA
P.D.

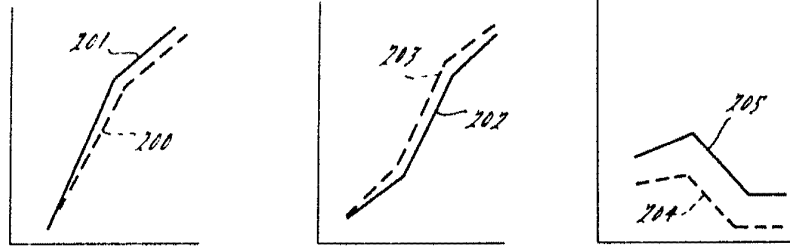


FIG. 36. FIG. 37. FIG. 38.

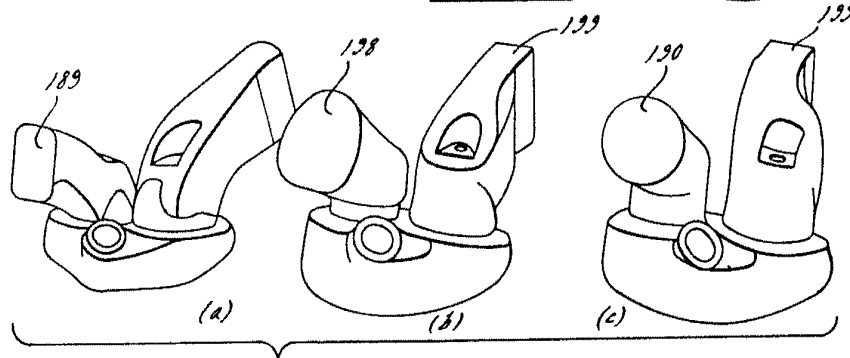
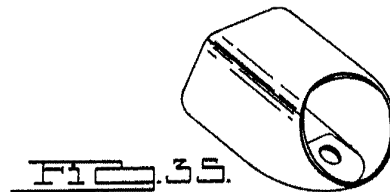
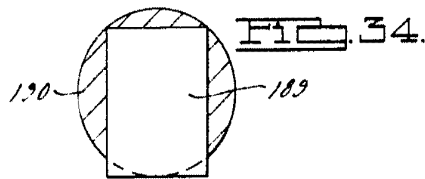
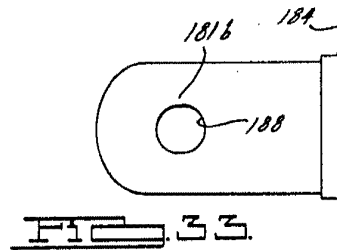
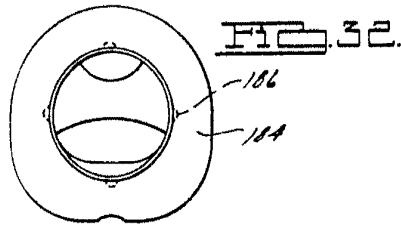


FIG. 31.

ESCALA VARIABLE
Madrid, 5 de Octubre de 1978
BERNARDO UNGRIA

P.D.
[Handwritten signature]