

223232

90002

MEMORIA DESCRIPTIVA

Aktieselskabet: BURMEISTER & WAIN'S MASKIN- OG SKIBSBYGGERI.- COPENHAGEN
(Dinamarca).

223232



PATENTE DE INVENCION
por 20 años

por "Un motor de combustión interna de dos tiempos
turboalimentado"-----

a favor de Aktieselskabet: BURMEISTER & WAIN'S MASKIN-
OG SKIBSBYGGERI, de nacionalidad danesa, domiciliada en
4, Strandgade, COPENHAGEN K (Dinamarca).

MEMORIA DESCRIPTIVA

La presente invención se refiere a motores de combus-
tión interna de dos tiempos turboalimentados, por los que
deben entenderse motores de combustión interna de ciclo de
dos tiempos, en los que el contenido, en energía de los ga-
ses de escape se emplea en una o más turbinas para el fun-
5 cionamiento de uno o más ventiladores que proporcionan aire
de barrido y de alimentación al motor.

Distintamente de los motores de este tipo, en los que
los gases de escape de todos o la mayor parte de cilindros
10 son conducidos a un receptor o colector común de tubos y de
allí a una o más turbinas, el motor según esta invención es

223232

5



- 2 -

del tipo en que los gases de escape son conducidos desde los medios de escape de uno o más cilindros a un aparato definido de dirección de turbina o a una sección definida de dicho aparato, y en el que además los miembros de admisión y de escape de cada cilindro son gobernados de modo tal que el miembro de escape se abre antes y se cierra después que el de admisión.

Ha resultado difícil proporcionar, por medio de la energía disponible, una cantidad de aire suficientemente grande al motor como la requerida en lo que atañe a la buena economía y a las tensiones favorables de temperatura. Se ha intentado aumentar la energía disponible abriendo el escape de los gases del cilindro del motor en una fase muy temprana de la carrera de expansión en comparación con un motor normal, mientras que al mismo tiempo se anticipaba también el momento de apertura del miembro de admisión del cilindro, por los cuales medios se obtenía una mayor extensión de tiempo para el miembro de admisión. Con ello resultaba disponible una gran cantidad de energía durante el periodo de preescape, obteniéndose una baja resistencia del flujo a través del motor, con la consiguiente pequeña pérdida de energía durante el periodo de barrido. Entonces se escogía el área de la tobera de la turbina de escape de modo que el nivel de presión en el motor aumentara con respecto al obtenido normalmente en motores no turboalimentados en forma tal que la presión del aire de barrido, que viene a ser prácticamente la misma que la inicial de la compresión, aumentara con relación a la presión del aire de ba

223232



- 3 -

rrido en el motor normal hasta el mismo grado que el aumento del indicado rendimiento lo necesitaba para mantener una proporción prácticamente invariable entre la cantidad de combustible inyectada y la cantidad de aire disponible.

5 Ello no obstante, esta solución implica, a causa del tiempo anticipado de apertura de los miembros de admisión y de escape, una reducción en la carrera de compresión efectiva y en la de expansión útil. A fin de que no se produzca prácticamente un aumento en el consumo de combustible
10 por caballo, debe tolerarse un rendimiento indicado inferior al proporcional al aumento de gravedad específica de la carga, o bien debe recurrirse a un aumento de la presión máxima durante la combustión, o a ambos medios. Además, la apertura temprana del miembro de escape requiere un despla-
15 zamiento de los tiempos de apertura para el escape con respecto a las lumbreras de aire de barrido si el motor ha de ser reversible.

La presente invención se propone remediar estos inconvenientes.

20 Las características de la invención consisten en que el aparato de dirección de la turbina o sección del mismo conectada al miembro de escape de cada cilindro es de tales dimensiones y la extensión del tiempo del miembro de escape después del cierre del miembro de admisión está es-
25 cogida de tal manera que se mantenga delante de la turbina una presión media tal durante el periodo de barrido que la presión en el receptor de aire de barrido alcance un valor que resulte mucho más alto que la presión de alimentación

223232



- 4 -

propuesta para el cilindro al cerrarse el miembro de escape, hasta el punto necesario para que esta presión de alimentación durante el funcionamiento al número normal de revoluciones se obtenga por postescape del cilindro a través del miembro de escape después del cierre del miembro de admisión.

En resumen, una característica esencial de la invención reside así en el hecho de que el área de paso del aparato de dirección de la turbina conectado al miembro de escape se hace no mayor que el que precisa para que la presión del aire de barrido —es decir la presión reinante en el receptor de aire de barrido y necesaria para impulsar la cantidad de aire proporcionado por el ventilador a través del motor y de la turbina— resulte superior a la que sería normalmente necesaria para obtener una alimentación suficiente con un barrido normal. El hecho es que a causa de esta mayor presión en el receptor de aire de barrido puede reducirse la duración del periodo de apertura del miembro de admisión, y puesto que la duración del periodo necesario de preescape y del periodo de postescape a que más adelante se hará referencia no resulta prácticamente hablando influenciada por la altura de la presión del aire de barrido, el resultado de todo ello será así pues una reducción del periodo total de apertura de los miembros de aspiración y de escape, y por consiguiente un aumento de la carrera de compresión útil y de la carrera de trabajo.

Esto demuestra que la presión incrementada del aire de barrido para el mismo consumo de aire permite que la energía disponible procedente del preescape y del barrido sea utili-

223232



- 5 -

zada más eficazmente, uniéndose esto al hecho de que la pérdida de energía durante el periodo de barrido —expresada por la diferencia entre la presión en el receptor de aire de barrido y la presión inmediatamente delante de la turbina—

5 disminuye con la creciente presión de barrido, tanto de modo absoluto como hasta un grado todavía mayor con respecto a la presión de barrido, mientras que al mismo tiempo la reducción en las variaciones de presión, debida a la presión incrementada del barrido, se traduce en un aumento de la eficacia de

10 la turbina estimada sobre un periodo. Como resultado de ello, puede abrirse el miembro de escape en un tiempo más avanzado de la carrera de expansión sin que resulte insuficiente la energía disponible para la turbina. Debe añadirse a ello que el aumento de la carrera útil de expansión tiene como resul-

15 tado un consumo completo menor y por consiguiente una más pequeña demanda de aire, produciéndose a consecuencia de ello todavía otra reducción en la energía requerida para la turbina.

De esta manera, la presión en el receptor de aire de barrido

20 resulta considerablemente más elevada que la presión de alimentación propuesta para el cilindro al principio de la compresión, por lo tanto una característica esencial de la invención el hecho de que el área de paso del aparato de dirección de la turbina o la sección del mismo conectada al

25 miembro de escape se adapta a los tiempos de apertura y de cierre de los miembros de admisión y de escape de manera tal que la presión de barrido durante el funcionamiento normal del motor alcance el valor requerido para que la cantidad de aire

223232



- 6 -

que sale del cilindro a través del miembro de escape y el aparato de dirección de la turbina durante el "periodo de postescape" —es decir el intervalo entre los tiempos de cierre del miembro de admisión y del miembro de escape— sea tan importante que la cantidad de aire presente en el cilindro al cerrarse el miembro de escape esté en relación conveniente y normal con la cantidad total de aire admitida a través del miembro de admisión, lo que significa un barrido normal.

10 De acuerdo con la presente invención, el empleo de un periodo de postescape es condición esencial para realizar el modo propuesto de funcionamiento, y la adaptación de la duración del periodo de postescape determina las condiciones en que se encuentra el cilindro del motor al principio de la carrera de compresión, si el postescape se decide positivamente por cierre de las lumbreras de escape o si se decide antes de este tiempo como resultado de un aumento de presión en el tubo de escape que se deriva de la iniciación del escape de un cilindro del motor conectado al mismo aparato de dirección de la turbina o a la sección de él.

20 En una forma de realización ventajosa de la invención, las extensiones de tiempo efectivas de los miembros de admisión y de escape y el área de paso del aparato particular de dirección de la turbina o de la sección del mismo se escogen de modo que durante el funcionamiento normal solo fluya dentro del cilindro durante el periodo de apertura del miembro de admisión un volumen de aire equivalente a una carrera completa o menos de una carrera, a la presión y temperatura que

223232



- 7 -

rigen en el receptor de aire de barrido.

En otro desarrollo de la invención, el aparato de dirección de la turbina también propuesto se hace de dimensiones tales y se adapta a una extensión del tiempo del postescape de manera tal que resulte suficiente como tiempo de preescape cuando el motor funcione en sentido invertido de rotación, con lo que el hecho de requerirse un tiempo de postescape para llevar a cabo la invención se utilice para permitir la inversión del motor sin alterar el gobierno de los miembros de admisión y de escape.

De acuerdo con una forma de realización de la invención, lo dicho puede efectuarse dando a los medios de gobierno para los miembros de escape, medios que pueden comprender un árbol de levas o cigüeñales o excéntricas en el cigüeñal principal o en un árbol separado de gobierno, un avance angular de 6 a 10 grados con relación al cigüeñal principal en la dirección normal de rotación, teniendo entonces el tiempo del preescape para el funcionamiento en la dirección normal de rotación una extensión tal que la presión entre el miembro de escape y la turbina resulte descendida a un valor alrededor del de la presión en el receptor de aire de barrido cuando el miembro de admisión está abierto.

La invención se ilustra en los dibujos adjuntos en los cuales:

La figura 1 representa esquemáticamente un corte transversal vertical de una forma de realización de un motor de combustión interna de dos tiempos con turboalimentación, de acuerdo con la invención:

223232

16



- 8 -

La figura 2 representa, asimismo esquemáticamente, una vista en planta de un grupo de 4 cilindros de un motor de dicha clase, conectado a un turboventilador común;

La figura 3 representa correspondientemente un grupo de tres cilindros; y

La figura 4 es un diagrama del gobierno y de las condiciones de presión apropiadas para un funcionamiento normal.

En el dibujo, 1 señala un motor de combustión interna de dos tiempos que funciona con émbolos opuestos en un cilindro común 2, a saber un émbolo principal 3 y un émbolo superior 4. El émbolo principal está conectado a un cigüeñal corriente 5 por medio de una biela 7 y un vástago 8, en tanto que el émbolo superior 4 está conectado a un par de excéntricas 6 del cigüeñal principal, montadas una a cada lado del cigüeñal 5 y provistas de estribos 9 conectados a tirantes 10 guiados verticalmente.

El extremo inferior del cilindro 2 se extiende hacia abajo y se abre libremente en el interior de un receptor de aire de barrido 11 que es común a todos los cilindros del motor, o puede estar dividido en secciones para grupos de los mismos. El émbolo principal 3 gobierna las lumbreras de barrido 12 del extremo del cilindro 2 alojado en el receptor de aire de barrido 11, en tanto que el émbolo superior 4 gobierna las lumbreras de escape 13, de las cuales se representa esquemáticamente un simple anillo en la figura 1. Puede ser práctico emplear uno o más anillos de lumbreras de escape, uno encima de otro, como se supone en el ejemplo ilustrado por el diagrama de la figura 4.



Las lumbreras de escape comunican directamente, por medio de tubos de escape, con el aparato de dirección de una turbina de escape 15 perteneciente a dicho cilindro o grupo de cilindros, o con una sección definida de dicho aparato.

5 En las figuras 1 y 3 este tubo de escape se supone compuesto de una rama central 14 y dos ramas laterales 22, en tanto que en la forma de realización expuesta en la figura 2 consiste en dos ramas separadas, cada una de ellas bifurcada, de modo que los cuatro cilindros que se representan están
10 conectados dos a cada mitad del aparato de dirección de la turbina.

Después de dar su rendimiento en la turbina 15, los gases de escape son evacuados por el tubo de gases quemados 16.

15 La turbina de escape 15 está acoplada directamente a un ventilador 17 que absorbe aire atmosférico a través de un tubo 18 y proporciona el aire comprimido, por medio de un tubo 19 y un refrigerador intermedio 20, a un tubo de aire de barrido 21 fijado al lado del receptor de aire de barrido 11, y que está en comunicación abierta con aquél.

20 El funcionamiento se explicará ahora mejor con referencia al diagrama de la figura 4, suponiendo que el motor funciona en la dirección normal de rotación indicado por una flecha en la figura 1.

25 En dicho diagrama de la figura 4, las curvas U y S indican de la manera usual las áreas de paso de las lumbreras de escape y de las de entrada, respectivamente, descubiertas y en todo momento trazadas como ordenadas sobre un eje de abscisas que indica la posición angular del cigüeñal princi-

223232



- 10 -

Pal en grado expresado a ambos lados de la posición inferior de punto muerto BDP del émbolo principal como punto de partida.

5 El periodo de apertura de las lumbreras de entrada se extiende, según resulta de la curva S, sobre 70 grados situados simétricamente alrededor del BDP, en tanto que el periodo de apertura de las lumbreras de escape, según representa la curva U, comprende 130 grados situados simétricamente alrededor del punto UDP correspondiente a la posición exterior de punto muerto del émbolo superior, punto que se adelanta el ángulo α antes de BDP. En el ejemplo mostrado el ángulo α asciende a 7 grados.

15 En dicho ejemplo, las lumbreras de escape empiezan así a abrirse 37 grados antes que las lumbreras de entrada, mientras que se cierran de nuevo 23 grados después del cierre de las lumbreras de entrada.

20 En el diagrama se han trazado además tres curvas p_s , p_U y p_C que indican los valores momentáneos de las presiones en el receptor de aire de barrido, en el tubo de escape y en el cilindro del motor, respectivamente, en presión absoluta, representando el eje de las abscisas la línea atmosférica.

25 La presión p_s en el receptor de aire de barrido puede considerarse constante durante el funcionamiento normal, de modo que la curva p_s adquiere la forma de una línea recta paralela al eje de las abscisas.

Por otra parte, la presión delante de la turbina varía fuertemente según aparece en la curva p_U , ascendiendo prime-

223232



- 11 -

ro muy rápidamente tan pronto como empieza el preescape al abrirse las lumbreras de escape, y alcanzando muy prontamente casi el mismo valor de la presión reinante al mismo tiempo en el cilindro del motor, de la que solo difiere el periodo entero del preescape por las pérdidas de presión re-
5 lativamente insignificantes en las lumbreras de escape y en el tubo de escape.

Se deduce de ello que el escape de y la caída de presión en el cilindro del motor durante este periodo vienen
10 prácticamente determinados por las dimensiones del aparato de dirección de la turbina, y que el periodo de preescape tiene una duración que hace que, en las condiciones dadas, la presión tiene tiempo de caer hasta la presión p_s reinante en el receptor de aire de barrido antes de que el periodo de entrada se inicie en la apertura de las lumbreras de barrido 12,
15 como resulta del diagrama. Durante la última parte del periodo de apertura de las lumbreras de entrada, la presión p_c en el cilindro adquiere, debido a la afluencia constante a través de las lumbreras de barrido 12, casi el mismo valor que la presión p_s en el receptor de aire de barrido, en tanto que la presión p_t inmediatamente delante de la turbina, como ha sucedido antes, sigue a la presión p_c del cilindro con la deducción de la pérdida de presión motivada por el flujo a través de las lumbreras de escape y del tubo de es-
20 cape.
25

Después de cerrarse las lumbreras de barrido 12, la presión p_c en el cilindro se ajusta por sí misma al valor deseado por escape continuo desde el cilindro a través de las



- 12 -

lunbreras de escape que se mantienen abiertas durante el periodo de postescape antes citado. En el ejemplo de realización expuesto en la figura 4, hay conectados al mismo aparato de dirección de la turbina tres cilindros del motor que funcionan con un desplazamiento de fase en relación uno con otro de 120 grados, y la presión p_U en el tubo de escape empezará por tanto a subir, como está representado por la rama ascendente p_U , a causa de la iniciación del escape del cilindro próximo antes de que las lunbreras de escape del cilindro en cuestión se hayan cerrado totalmente, de manera que la conclusión de la parte efectiva del periodo de postescape y el ajuste de las condiciones de presión en el cilindro al principio de la carrera de compresión se verán más o menos influenciados por las condiciones de presión establecidas de esta manera en el tubo de escape. Ello se aconvera por sí mismo en el diagrama por dejar de descender la curva p_C y empezar a ascender más bien rápidamente antes de que las lunbreras de escape estén completamente cerradas de acuerdo con la curva U.

En motores donde los cilindros pueden agruparse por grupos de tres, este fenómeno puede utilizarse para hacer el diagrama de gobierno total o prácticamente simétrico por reducción del ángulo de avance α , pudiendo así obtenerse la provisión para evitar un postescape de duración excesiva sin necesidad de cerrar positivamente las lunbreras. Puede por lo tanto darse una mayor duración al periodo de postescape en el diagrama de gobierno, lo que puede resultar importante para ser empleado como periodo de preescape duran-

223232 10



- 13 -

te el funcionamiento en dirección invertida de rotación.

Un motor de combustión interna de dos tiempos con turboalimentador dispuesto de acuerdo con la invención puede generalmente, bajo todas las condiciones normales de funcionamiento, incluso con frecuentes paradas y arranques y por ejemplo, en el caso de motores marinos, frecuentes y prolongadas maniobras con funcionamiento alternado en una y otra dirección de rotación, y con rendimientos diferentes, funcionar a plena satisfacción únicamente con la cantidad de aire de barrido y de aire de alimentación proporcionada por el turboventilador por medio del contenido en energía de los gases de escape. La invención puede no obstante aplicarse también a las instalaciones de motores en las que se han previsto también otros medios de suministro de aire de barrido y de aire de alimentación, medios que pueden funcionar como reserva en caso de falla total o parcial de los turboventiladores de escape o bien como suplemento más o menos permanente paralelo a o en serie con el rendimiento de aquéllos. Esto puede ocurrir especialmente en caso de adaptación de la invención a motores ya existentes, o de aplicación de la misma a motores de tipos anteriormente usados, dejando total o parcialmente resguardados sus ventiladores de aire de barrido y de alimentación. Es también posible dar permanente o intermitentemente a los gases de escape un mayor contenido en energía durante su recorrido desde los miembros de escape al aparato de dirección de la turbina, preferentemente por calentamiento efectuado por ejemplo por la combustión de combustible inyec-

223232



- 14 -

tado en un exceso de aire presente en los gases de escape, siendo asimismo posible suplementar permanente o intermitentemente el accionamiento del ventilador por la turbina de escape con otra fuerza motriz derivada por ejemplo de
5 un motor eléctrico.

La invención puede aplicarse a otros tipos de motores de combustión interna de dos tiempos, además del motor representado con émbolos opuestos de funcionamiento único. Los miembros de escape pueden por ejemplo, en lugar de
10 consistir en lumbreras de escape gobernados por el émbolo, consistir en válvulas correderas o en válvulas tubulares, pudiendo disponerse el motor como de doble efecto.

N O T A

Por la patente de invención a que se refiere la presente memoria descriptiva se REIVINDICA la propiedad y la
15 explotación exclusiva de:

1.- Un motor de combustión interna de dos tiempos turboalimentado del tipo en que los miembros de admisión y de escape de cada cilindro están gobernados de manera que el miembro de escape se abre antes y se cierra después que el
20 miembro de admisión, y en que los gases de escape son suministrados desde los miembros de escape de uno o más cilindros del motor a un aparato definido de dirección de la turbina o a una sección definida de tal aparato, caracteri-
zado por el hecho de que dicho aparato de dirección de la
25 turbina o sección del mismo es de tales dimensiones y la extensión del tiempo del miembro de escape después del

2 2 3 2 3 2



- 15 -

cierre del miembro de admisión esté escogida de tal manera que delante de la turbina se mantenga una presión media tal durante el periodo de barrido que la presión en el receptor del aire de barrido adquiera un valor muy superior a
5 la presión de alimentación deseada en el cilindro al cerrarse el miembro de escape hasta el punto necesario para que esta presión de alimentación durante el funcionamiento al número normal de revoluciones se obtenga por postescape del cilindro a través del miembro de escape después
10 del cierre del miembro de admisión.

2.- Un motor de combustión interna de dos tiempos turboalimentado como se ha especificado en la reivindicación 1, caracterizado por el hecho de que las extensiones de tiempo de los miembros de admisión y de escape y el área de
15 paso del aparato de dirección de la turbina o de la sección del mismo conectada al miembro de escape están escogidos de tal manera que durante el funcionamiento normal, solamente fluya dentro del cilindro, durante el periodo de
20 apertura del miembro de admisión, un volumen de aire equivalente a una carrera completa o menos que ella, a la presión y temperatura reinantes en el receptor de aire de barrido.

3.- Un motor de combustión interna de dos tiempos turboalimentado como se ha especificado en las reivindicaciones 1 o 2, caracterizado por el hecho de que la extensión
25 de tiempo del miembro de escape después del cierre del miembro de admisión, en funcionamiento en la dirección normal de rotación, está escogida de tal manera que funcionando

223232



- 16 -

en dirección opuesta de rotación sea suficiente como tiempo de preescape.

4.- Un motor de combustión interna de dos tiempos turbolimentado como se ha especificado en la reivindicación 3, caracterizado por el hecho de que los medios, tales como árbol de levas, cigüeñales, excéntricas o miembros correspondientes, que gobiernan los miembros de escape tienen un avance angular de 6 a 10 grados con relación al cigüeñal principal en funcionamiento en la dirección normal de rotación.

5.- "Un motor de combustión interna de dos tiempos turbolimentado".

Consta la presente memoria de dieciseis hojas foliadas, escritas por una sola cara.

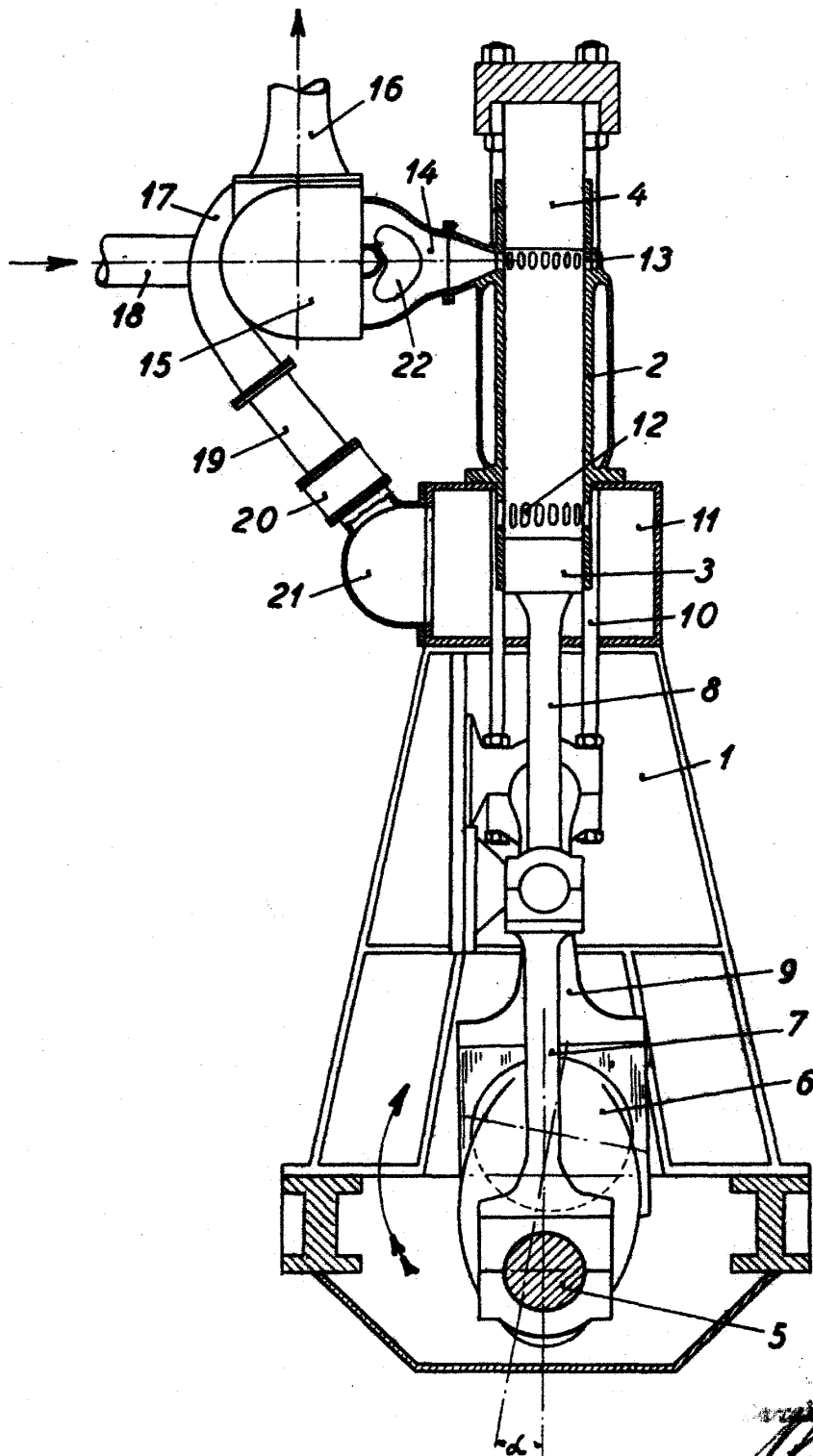
Barcelona, 15 de Julio de 1955.

P. p. de Aktieselskabet: BURMEISTER & WAIN'S MASKIN-
OG SKIBSBYGGERI,

299282



Fig. 1



998982



Fig. 2

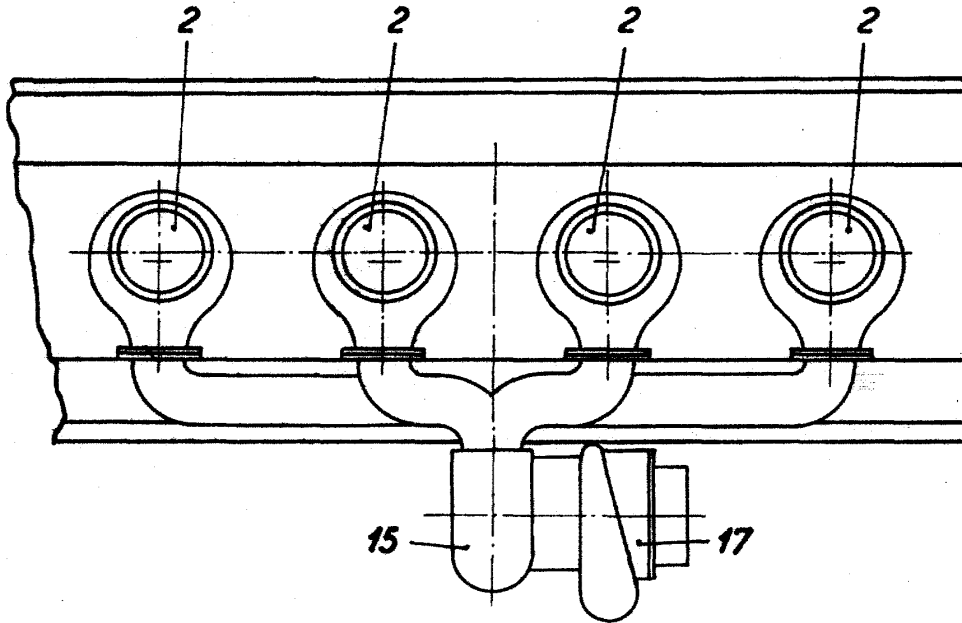
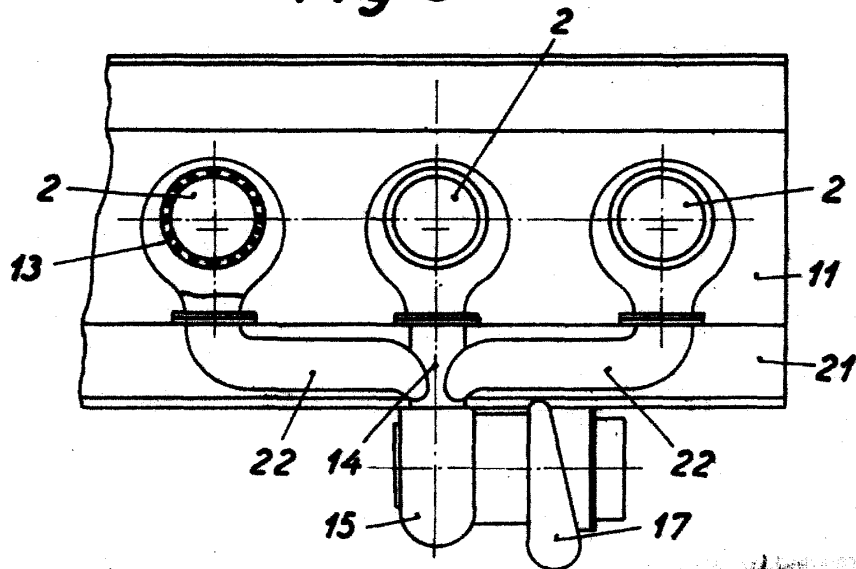


Fig. 3



253232

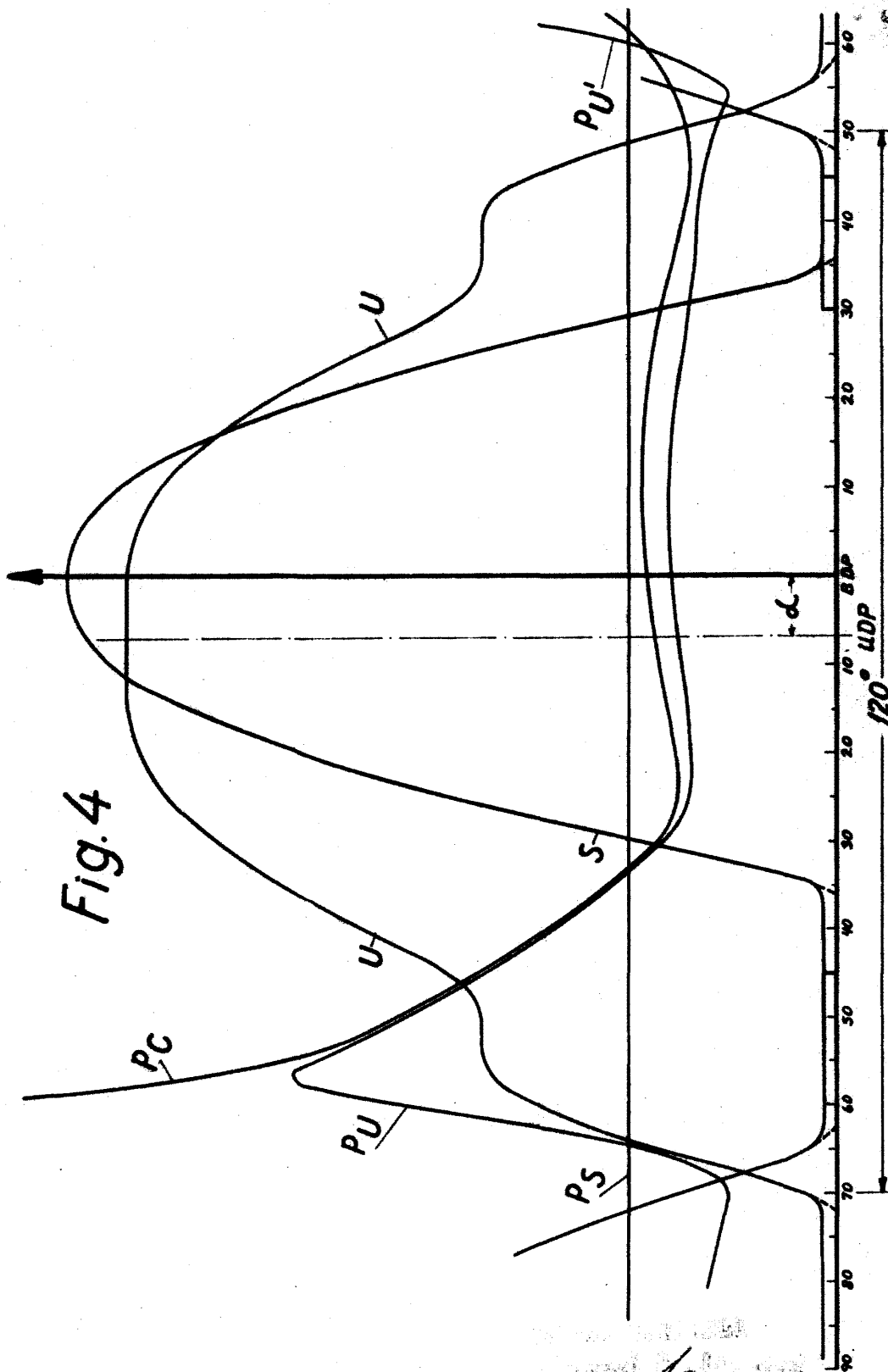


Fig. 4

[Handwritten signature]