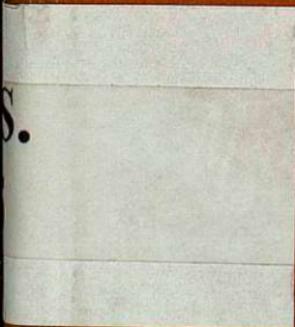


R. YESARES BLANCO

*Motores de Gas  
Petróleo y Aire*

S.  *cuales.*

LI

*Soler. 2.<sup>50</sup> Pts*

2555

M.A.S.

MOTORES DE GAS PETROLIO Y AIRE

F.

2

# ESPAÑA PROGRESA

—¿Prueba?

—El éxito de los **MANUALES-SOLER**.  
Leed:

La Biblioteca **MANUALES-SOLER** es ventajosamente conocida en España y América, pues tiene por base la difusión de la cultura y sus obras son de utilidad práctica en todos los ramos de las Ciencias, Artes, Industrias y Agricultura. ◆ ◆ ◆ ◆

La Casa editorial de los **MANUALES-SOLER** se inspira en los siguientes **LEMAS**:

**LOS PUEBLOS** prosperan instruyéndose y educándose.

**LOS PUEBLOS** que más leen y estudian son los que marchan á la vanguardia de la civilización.

**EL PROGRESO** en todas las esferas de la vida social se debe á la instrucción y educación de los pueblos

**LOS MÁS INSTRUIDOS** son los más útiles á la sociedad.

**LA IGNORANCIA** es la rémora de todo adelanto.

**LA INSTRUCCIÓN Y EDUCACIÓN** es la mayor riqueza que pueden alcanzar los pueblos.

Los **MANUALES-SOLER** BIBLIOTECA ÚTIL Y ECONÓMICA DE CONOCIMIENTOS ENCICLOPÉDICOS

original de eminentes autores, responde á los precedentes lemas.

LA SIGUIENTE DEMOSTRACIÓN GRÁFICA DEL AUMENTO DE LECTORES ES UNA PRUEBA DE QUE

## ESPAÑA PROGRESA





¡ÉXITO EDITORIAL!  
MANUALES-SOLER

BIBLIOTECA ÚTIL Y ECONOMICA  
•• DE CONOCIMIENTOS ENCICLOPÉDICOS ••

Sucesores de Manuel Soler - Editores  
BARCELONA

## MANUALES - SOLER

Estos Manuales abarcan las diversas ramas de las Artes, Ciencias é Industrias modernas, así como sus aplicaciones prácticas, constituyendo la Biblioteca más interesante que se haya publicado en España. Su confección ha sido confiada á personas doctas y autores de reconocida fama.

Consúltense en las páginas 2.<sup>a</sup> y 3.<sup>a</sup> de esta cubierta  
los volúmenes publicados.

LOS SUSCRIPTORES COLECCIONISTAS

tienen derecho al

REGALO DE UNA ÉTAGÈRE

Pídanse detalles en todas las librerías.

Sucesores de MANUEL SOLER - Editores  
Apartado en Correos 89. - BARCELONA

# **IIIMPORANTENII**

Con el fin de que nuestra acreditada y popular Biblioteca de MANUALES-SOLER pueda ser adquirida por todo el mundo y que, por consiguiente, sea fácil su adquisición á todas las clases sociales, desde las más modestas á las más acomodadas, única manera de contribuir prácticamente al desarrollo y

## **FOMENTO DE BIBLIOTECAS PARTICULARES**

hemos establecido el servicio de **venta á plazos** mensuales, entregándose desde luego la colección de los volúmenes publicados, mediante contrato que proporcionamos á quien lo pida directamente á **Sucesores de Manuel Soler** ó por medio de nuestros agentes especiales, librerías y corresponsales de esta Casa editorial.

---

---

# **RÉGALO DE UNA ÉTAGERE MAGNÍFICA**

Á LOS COMPRADORES COLECCIONISTAS DE LOS

## **MANUALES-SOLER**

CONSÚLTENSE PÁGINAS COLOR SECCIÓN ANUNCIOS

---

---

**Lecturas Populares** Revista mensual de conocimientos útiles y Bibliografía

GRATIS á las

Sociedades, Ateneos, Centros instructivos y á los coleccionistas de los

**MANUALES - SOLER**

---

---

**POSTALES-CAPRICHOS** Anunciadoras de los **MANUALES-SOLER**

Interesa á los coleccionistas de postales. — GRATIS á quien las solicite.

---

---

Para **OBRAS DE ARTE, CIENCIA, LITERATURA,  
OFICIOS Y APLICACIONES PRÁCTICAS**

DIRIGIRSE Á

**Sucesores de MANUEL-SOLER**

Correos: Apartado 89 — Consejo de Clento, 418 - BARCELONA

MOTORES DE GAS, PETRÓLEO Y AIRE



EXUT  
8A



MANUALES - SOLER

---

LI

# MOTORES

DE

## GAS, PETRÓLEO Y AIRE

POR

Ricardo Yesares Blanco

Ingeniero Electricista,  
Miembro titular de la Sociedad Internacional de electricistas de Paris,  
Ex Director de la Revista profesional «La Industria Eléctrica»,  
Ex Director técnico de la fábrica de Electricidad de Tetuán y Madrid  
etc., etc.



J.L.V.  
BIBLIOTECA  
N-27

BARCELONA

---

SUCESORES DE MANUEL SOLER - EDITORES



~~~~~  
**ES PROPIEDAD**  
Derechos de traducción  
reservados  
~~~~~



## PRÓLOGO

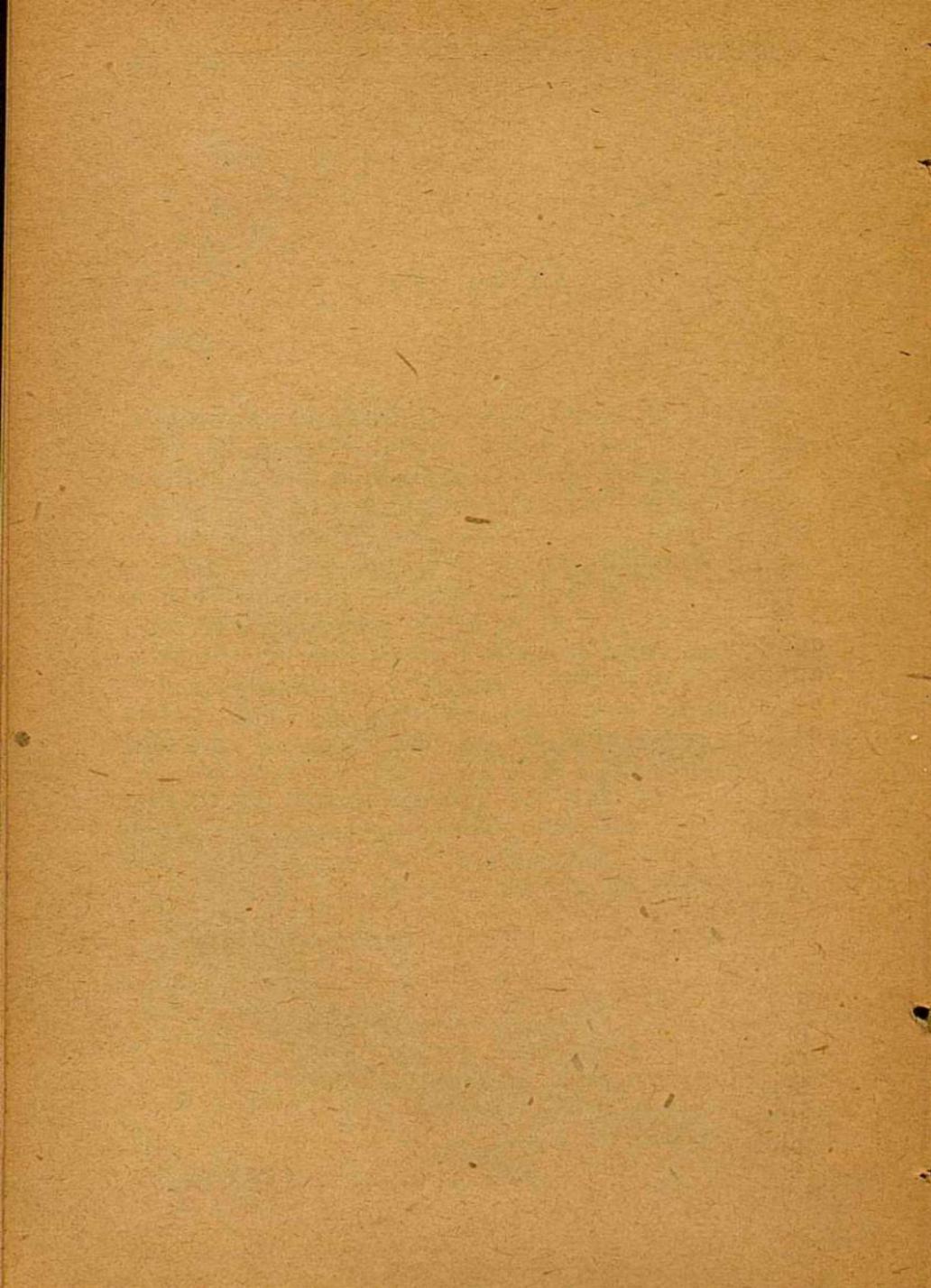
---

Nunca ha estado más justificada la publicación de un libro como lo está la del presente. En efecto: basta fijarse en la importancia que ha tomado la aplicación de los motores de gas en la industria, para comprender la necesidad que habia de publicar una obra que diera á conocer esta clase de máquinas y su funcionamiento, procurando á la vez que explicar la teoría en que se apoyan estos motores, dar á conocer al mecánico los inconvenientes que puede encontrar en su manejo y manera de evitarlos ó remediarlos, así como la forma de producirse el gas que sirve en este caso de propulsor.

Esta es la idea que nos ha guiado al escribir este libro y tan sólo podemos asegurar que hemos puesto de nuestra parte cuanto hemos podido para que resulte de utilidad al lector.

RICARDO YESARES.

---



## CAPÍTULO PRIMERO

---

### **Historia de los motores de gas.—Diferentes motores térmicos.—Clasificación.—Funcionamiento.**

**Historia de los motores de gas.**—En el siglo décimoséptimo, el abate Hautefeuille propuso un aparato destinado á la elevación de aguas, utilizando la fuerza expansiva de la pólvora. Los aparatos de gas son, en efecto, en su mayor parte, aparatos de explosión derivados de esta máquina de pólvora, y la idea de pedir la fuerza motriz á un gas dilatado por el calor existía en germen en aquel sistema que utilizaba el enorme poder explosivo de un grano de pólvora de cañón.

Hacia la misma época, Huyghens inventó también una máquina, utilizando una nueva fuerza motora por medio de la pólvora de cañón y del aire, la cual se componía de un cilindro cerrado por un émbolo y provisto de dos tubos de evaporación, de cuero, formando válvulas; la pólvora, según decía el inventor, se inflamaba en una cajita atornillada sobre el fondo del cilindro. La explosión tenía por efecto rechazar el aire que lle-

naba el cilindro; volviéndose á cerrar al producir el escape, el vacío se había producido debajo del émbolo y éste retrocedía de repente por la acción de la presión atmosférica.

Denis Papin ensayó, también, realizar una máquina de pólvora que, como la precedente, debía marchar en el vacío; pero el fracaso le decidió á usar el vapor de agua, que, según él decía, «hace fuerza como el aire y se condensa por el frío aunque no queda más que una apariencia de la fuerza de impulsión». Desde luego las máquinas de pólvora, las primeras máquinas térmicas, que clasificaríamos ahora entre los motores atmosféricos, fueron abandonadas por un largo período de años y todos los esfuerzos fueron dirigidos hacia su rival, la máquina de vapor.

Con este motivo, el ingenioso Blesois, encontró el motor de vapor, y los mecánicos que le siguieron adoptaron este procedimiento.

Esta nueva máquina progresó lentamente y las tentativas de perfeccionamiento no fueron siempre coronadas por el éxito; pero no hay que admirarse, si se considera que entonces la mayor parte de las propiedades del agua y del calor eran desconocidas y que dejaba que desear mucho la habilidad de los constructores.

Un siglo después vino á ser la máquina de vapor de un uso muy práctico, merced al ingenio de Watt y de sus sucesores, y es preciso llegar hasta el año 1791 para encontrar la primera mejora propuesta para el motor de aire dilatado de Hautefeuille y de Huyghens.

Los ensayos de John Barber y Robert Street permanecieron en la sombra, y casi pasó lo mismo con los del francés Philippe Lebon, que sacó una patente en 1799 «para nuevos medios de emplear los combustibles más útilmente».

Después vinieron los primeros estudios sobre la termodinámica; el principio de Carnot, uno de los primeros reconocidos, viene á decir «que el máximo de trabajo que se puede obtener con una cantidad de calor dada y entre dos temperaturas dadas también, es independiente de la naturaleza del cuerpo transformador».

Este principio fué traducido á veces de esta manera: «En toda máquina térmica, el rendimiento es independiente de la naturaleza del cuerpo transformado.» A este error es al que hay que atribuir sobre todo la lentitud de los progresos de las máquinas de aire durante los cuatro años que siguieron á la publicación del libro de Carnot.

Si se admite, en efecto, que la elección del cuerpo transformador del calor en trabajo es indiferente, y si recordamos que en esta época la máquina de vapor funcionaba ya en buenas condiciones, que las máquinas de aire caliente encontraron en sus comienzos considerables dificultades, tanto para calentar el aire como para engrasar el cilindro y hacer las juntas estancas, se puede comprender que se renunciara á construir motores que eran de un funcionamiento poco seguro y que necesitaban de gran espacio.

Pero con los progresos de la termodinámica y las numerosas experiencias realizadas hubo que reconocerse que sería conveniente reemplazar el agua por otro cuerpo. Si este cambio no puede tener influencia sobre el rendimiento máximo de una máquina perfecta, puede tener una muy grande sobre el de una máquina industrial.

Esta acción podrá manifestarse, bien por la transformación del ciclo, bien por el cambio de las temperaturas extremas, bien por una disminución de las pérdidas inherentes al funciona-

miento práctico de la máquina, las pérdidas de calor por condensación, y otras.

Entonces fué cuando se vió aparecer las máquinas de vapores combinados (la máquina de éter, de M. Tremblay, las máquinas de cloroformo, de sulfuro de carbono, de amoníaco) que no han dado, en verdad, resultados prácticos.

Este estudio fué emprendido últimamente por M. Yarrow, sirviéndose de esencias de petróleo, y parece que los últimos resultados son satisfactorios.

Las máquinas de aire y de gas entraron, también, hacia la misma época, en un período de progreso. Al lado de Johnston, que inventa la máquina de gas de condensación, Barsanti y Matteucci imaginan, sin poder realizarla, la máquina de tipo atmosférico. Ericson produce su máquina de aire caliente cuyo favorable éxito fué olvidado bien pronto.

La máquina Lenoir, que fué construida en 1860 por Marinoni, presentaba el aspecto de una máquina de vapor horizontal de doble efecto. La mezcla activa se encendía por medio de una chispa eléctrica producida por una pila, cuya corriente atravesaba una bobina de Ruhmkorff para alcanzar una alta tensión. La marcha era muy regular, el coste poco elevado; así es que, vistas las ventajas que presentaba este nuevo motor, que no necesitaba ni caldera voluminosa, ni costosos cimientos, ni vigilancia, ni acopios de ningún género, se creyó que la última hora del vapor como fuerza motriz había sonado, y la emoción general fué tal, que en tal momento el éxito de Lenoir hizo palidecer la fama del de Watt.

Al poco tiempo se reconocieron defectos de gran consideración y fué objeto de un injusto en

cierto modo descrédito el invento de Lenoir. Se hizo ver que su alimentación, en vista de la fuerza desarrollada, era mucho más cara que la de la máquina de vapor de fuerza igual, y hay que confesar que, en efecto, consumía más de 3,000 litros de gas por caballo-hora.

Al mismo tiempo exigía para el enfriamiento conveniente de su cilindro una cantidad de agua cuatro veces mayor que una máquina de condensación, y, por último, era preciso regarle sin parar con aceite para asegurar la regularidad del movimiento. Todos estos defectos se consideraron como de suma gravedad, y después del éxito obtenido en los primeros momentos fué rechazado por todos los industriales.

En competencia con este motor presentó M. Hugon otro con inflamación, con encendedor y enfriamiento en el cilindro por inyección de agua fría finamente pulverizada. En una experiencia que hizo con él M. Tresca, consumió este modelo 2,445 litros de gas por caballo-hora.

En 1861 aparecieron en Inglaterra nuevos modelos debidos á los ingenieros Kinder y Kinsey, que no tenían ninguna novedad, y el de Millon, en el que se veía algo de la idea de Lebon, pues la comprensión previa, en el mismo cilindro motor, se veía en él realizada.

En 1862 el avance fué de mayor importancia. M. Beau de Rochas sacó una patente para un motor en el que se nota como uno de los inventos más notables la del ciclo de cuatro tiempos que sirve de base á la mayor parte de los motores modernos. En la primera carrera del émbolo se produce la aspiración de la mezcla detonante, que se encuentra rechazada y comprimida durante la carrera de retorno; la inflamación se produce en

el punto muerto y el escape se realiza durante la tercera carrera; por último, los gases quemados son rechazados fuera del cilindro al tener lugar la segunda vuelta del émbolo á su punto de partida.

Realmente, M. Rochas es el que estableció las bases racionales que deben servir de punto de apoyo para la construcción de las máquinas de gas; pero hay que reconocer que su intervención ha sido la de un teórico y no la de un práctico, pues no llegó á construir ninguna máquina.

Mucho más tarde, cuando ya había caído en el olvido, apareció el motor Otto, que no era más que la realización de las ideas emitidas por M. Rochas; quisieron imitarle algunos, y esto suscitó bastantes pleitos.

En la Exposición Universal de 1867 se presentó una máquina de gas atmosférico, tipo vertical, basada en el principio del aparato primitivo de pólvora del abate Hautefeuille.

Esta máquina estaba construída por dos mecánicos alemanes llamados Otto y Langen, de Deutz, y que no era más que un perfeccionamiento del sistema de Barsanti y Matteucci, inventado diez años antes. La explosión de la mezcla gaseosa sólo servía para obtener el vacío en el cilindro, debajo del émbolo; la presión atmosférica era motriz. Esta disposición, tenía sobre los motores anteriores de Lenoir y de Hugon, la incontestable ventaja de no quemar arriba de 1,350 litros de gas por caballo-hora en vez de los 2,500, razón por la cual tuvo un gran éxito, hasta el punto de venderse 5,000 motores en pocos años.

Desde este momento, los motores de aire caliente y de gas, estos últimos principalmente, no cesaron de perfeccionarse, sin llegar, sin embar-

go, á poder luchar con la máquina de vapor, que había en esta época avanzado considerablemente y llegado á una notable perfección.

En estos últimos años, los motores de gas han realizado progresos de gran importancia, hasta el punto que actualmente se construyen motores que tan sólo consumen 550 litros de gas por caballo-hora, en tanto que la primera máquina Lenoir gastaba 2,500.

Estos modelos, que hace pocos años apenas si podrían desarrollar algunos caballos, han llegado á un límite tal de perfeccionamiento, que hoy se construyen para fuerzas de 100 caballos y más.

Así, pues, se puede decir que la historia de los motores de gas comprende tres períodos distintos: primero, que es el período de invención, llega hasta el año 1860; la idea del motor de gas había sido emitida y estudiada bajo todos sus aspectos, pero no se había puesto en práctica. M. Lenoir realizó lo que antes no eran más que ideas vagas y abstractas; él fué el que creó la máquina entrevista por Lebon é indicó el camino á sus sucesores; éste es el segundo período, de creación y realización. El tercer período comienza en 1889, en el que se ha engrandecido y mejorado el motor y en que los constructores han emprendido la construcción de grandes unidades, las cuales, asociadas á gasógenos de gases pobres, han permitido al motor de gas reemplazar con ventaja á las máquinas de vapor.

Como creemos conveniente un estudio sumario de los motores de gas, vamos á hacerlo en las páginas siguientes:

**División de los motores térmicos.**—Toda máquina destinada á transformar el calor en trabajo es un *motor térmico*. Es sabido que el calor hace

aumentar de volumen los cuerpos y rechazan, por consecuencia, los cuerpos que oprimen su superficie externa. De aquí se deduce que la dilatación produce un trabajo. Como todos los cuerpos aumentan de volumen cuando crece su temperatura, bien que sean sólidos, líquidos ó gaseosos, pueden servir de cuerpos transformadores; por más que todos no tienen el mismo grado de dilatación. Tanto los sólidos como los líquidos tienen una débil dilatación, y por esto hay que renunciar á ellos y utilizar tan sólo el gas ó el vapor.

Se pueden dividir en tres grandes categorías los motores térmicos:

En la primera encontramos aquellos motores en los que, transformando por el calor un líquido en vapor, se utiliza la fuerza expansiva de éste para producir un trabajo.

Aquí tienen origen las *máquinas de vapor* y las *máquinas de vapores combinados* en las que los líquidos empleados son el agua, el petróleo, el éter, el cloroformo, etc., pudiendo entrar en esta categoría las máquinas que, como la de amoniaco, por ejemplo, utilizan la diferencia de las tensiones de las disoluciones del gas á las diferentes temperaturas.

En la segunda categoría entran los *motores de aire caliente*. En estos motores, los gases tomados á una presión que varía con el sistema de la máquina, son calentados á una temperatura que no pasa apenas de 300°. La dilatación, correlativa ó no de un aumento de presión, permite á este gas realizar un trabajo recogido por los órganos de la máquina. Aquí el recalentamiento de los gases se hace lentamente, bien que se calienten por el exterior, como sucedía en algunas máquinas abandonadas ya hoy día, ó bien que pasen alrede-

dor del sitio en que arde el combustible. En el primer caso, el gas empleado es el aire atmosférico; en el segundo, se compone de los productos de la combustión.

La tercera categoría abarca los *motores de gas y de petróleo* que se llaman también *motores de gas tonante*. En éstos, el cuerpo transformador está también formado por los productos de la combustión, pero que los diferencia de una manera absoluta de los de la categoría anterior; y es que el calor que se transforma en trabajo no se desarrolla en la mezcla gaseosa sino después del final de la admisión en el cilindro motor.

El combustible está siempre, bien en estado gaseoso (gas de hulla, de agua, etc.), y es aspirado por el motor al mismo tiempo que el aire necesario á la combustión, bien en el estado líquido emitiendo fácilmente vapores que se mezclan con el aire aspirado, bien mezclado mecánicamente con este aire. La condición necesaria para el funcionamiento es que, bajo la influencia de una causa exterior, llama ó chispa eléctrica, pueda inflamarse la mezcla. En este caso existe detonación, y de aquí el que estos motores sean llamados de gas tonante.

Se puede igualmente hacer arder el combustible al final de la admisión en el cilindro motor por medio del aire comprimido previamente, y en este caso se tiene un *motor de combustión*.

Deberíamos agregar lógicamente en esta obra, á los *motores de gas tonante*, los *motores de explosión*, cualquiera que sea la naturaleza de los explosivos empleados. Pero estos motores han sido poco estudiados todavía y nos tenemos que limitar á citarlos solamente. Tan sólo diremos que les es aplicable una gran parte de la teoría de los moto-

res de gas. Las únicas particularidades que le son propias, son el modo de provisionarse, la distribución y el encendido.

**Motores de vapor.**—En estos motores, una caldera hace pasar al agua, ú otro cuerpo, del estado líquido al de vapor. Esta caldera es necesariamente calentada por el exterior, y es sabido que, en las mejores condiciones, á consecuencia de la producción de los gases calientes y otras causas, la pérdida sobre el calor suministrado por el combustible será á lo menos de un 33 por 100.

En efecto: la *caloría*, que es la cantidad de calor necesaria para elevar en un grado la temperatura de un kilogramo de agua, corresponde á un trabajo mecánico de 425 kilográmetros, ó inversamente, es necesario gastar 425 kilográmetros para obtener una *caloría*. El agua gastada en la máquina de vapor como intermediaria de la transformación constituye un deplorable procedimiento, en vista de la considerable absorción de calorías que necesita para su cambio de estado. Un kilogramo de carbón de buena calidad desarrolla quemándose 3.400,000 kilográmetros, y lo más que se puede recoger en las mejores máquinas de condensación son 340,000 kilográmetros, ó sea la décima parte nada más de la energía inicial.

**Motores de aire caliente.**—Si pasamos á la segunda categoría, los motores de aire caliente, tendremos que introducir en el calentador, á una presión conveniente, el aire necesario á la marcha de la máquina. El trabajo de alimentación que es despreciable en los motores de la primera categoría, donde el agua se introduce en el estado líquido, es en este caso muy importante, hasta el punto de alcanzar á veces la totalidad del trabajo motor; por consiguiente hay que esforzarse en

reducirlo lo más posible. La importancia de este trabajo de alimentación es una de las causas que mantienen el rendimiento térmico á un valor bastante reducido.

En estas máquinas, unas, como la de Ericson por ejemplo, tienen un caldeo externo; en las otras, el aire pasa después de su compresión por un hogar donde se calienta. Este último modo tiene evidentemente sobre el anterior la gran ventaja de que, en condiciones iguales, la máquina da un rendimiento una mitad superior.

**Motores de gas.**—Los motores de la tercera categoría, ó motores de gas tonante, difieren de los precedentes, como ya lo hemos dicho, en que el calentamiento de la mezcla gaseosa, no se efectúa hasta después de la admisión en el cilindro motor, y ya veremos más adelante que este tercer modo de calentamiento es á su vez muy superior al segundo.

En este punto es en el que estriba principalmente la superioridad teórica de los motores de gas tonante sobre los demás motores térmicos.

En suma, dejando á un lado algunas excepciones, se puede asegurar, de una manera general, que para los motores de la primera categoría, el caldeo es externo, para los de la segunda, es bien interno ó bien externo, y que, para los de la tercera, el caldeo, interno, no interviene más que en el momento de la compresión de los gases.

Para que nuestros lectores puedan guiarse fácilmente, seguiremos un método racional, y clasificaremos los diferentes sistemas que más se emplean en la industria, en cuatro grandes clases:

*Primera clase.*—Motores de gas del alumbrado.

*Segunda clase.*—Motores de aire carburado.

*Tercera clase.*—Motores de petróleo lampante.

*Cuarta clase.*—Motores de gases pobres.

Para diferenciar según su modo de funcionamiento los varios motores actualmente en uso, sea cual fuere la naturaleza del fluido que los alimenta, Mr. Witz los clasifica en cuatro tipos, que son:

*Primer tipo.*—Motores de explosión sin compresión.

*Segundo tipo.*—Motores de explosión con compresión.

*Tercer tipo.*—Motores de combustión con compresión.

*Cuarto tipo.*—Motores atmosféricos y mixtos.

El motor de M. Lenoir, creado en 1860, representa, en la clasificación hecha, el primer tipo. Durante la mitad de su carrera, el émbolo aspira una mezcla de aire y de gas; luego, la comunicación del cilindro con la atmósfera se interrumpe, y la explosión se produce, rechazando el émbolo á lo último de su carrera; mientras vuelve á su primera posición, el tubo de escape se abre y el émbolo rechaza entonces los residuos gaseosos que resultan.

Antes de inflamar la mezcla aspirada bajo la presión atmosférica, se la puede comprimir primero, sea en un recipiente especial, sea en una prolongación del cilindro, llamada cámara de compresión. Este procedimiento caracteriza los motores del segundo tipo. Se puede también quemar gradualmente bajo una presión constante en vez de hacer detonar bruscamente. Así obraron Simón y Brayton, y esta combustión progresiva, con compresión previa ó sin ella, forma el tercer tipo. En fin, en el cuarto tipo la explosión sirve sólo para obtener el vacío en el cilindro debajo del émbolo; en su carrera descendente, bajo la

influencia de la presión atmosférica, es cuando se produce la acción motriz y el escape. Este procedimiento ha sido completamente abandonado, y reemplazado por un sistema mixto, que consiste en aprovechar la carrera ascendente del émbolo producida por el choque de la explosión para obtener una acción motriz. De esta manera se tiene un motor de doble efecto, cuyo tipo representante es el sistema Bisschop.

A continuación damos un cuadro, tomado de la obra de Mr. Witz, titulada *Tratado teórico y práctico de los motores de gas*, en el cual se demuestra claramente la serie de operaciones que se verifican bajo el émbolo de diversos tipos; está dispuesto en columnas paralelas, para que aparezcan ante la vista del lector las transformaciones sufridas por los gases antes y después de su combustión.

Es necesario subdividir en tres categorías los motores del segundo tipo, según que su ciclo se verifique en dos, cuatro ó seis tiempos. Teóricamente, esta distinción no tendría razón de ser, pues el empleo de un cilindro especial para la compresión no modifica en nada el ciclo; pero la clasificación se muestra más clara y así es cómo procederemos.

<b>PRIMER TIPO</b>	<b>SEGUNDO TIPO</b>	<b>TERCER TIPO</b>	<b>CUARTO TIPO</b>
<b>Sin compresión</b>	<b>Con compresión</b>	<b>Combustión y compresión</b>	<b>Atmosférico</b>
1.º Aspiración de la mezcla bajo la presión atmosférica.	1.º Aspiración de la mezcla bajo la presión atmosférica.	1.º Aspiración de la mezcla bajo la presión atmosférica.	1.º Aspiración de la mezcla bajo la presión atmosférica.
	2.º Compresión de la mezcla de aire y de gas.	2.º Compresión de la mezcla.	
2.º Explosión con volumen constante. Acción motriz.	3.º Explosión con volumen constante. Acción motriz.	3.º Combustión con presión constante. Acción motriz.	2.º Explosión con volumen constante. Acción motriz.
3.º Escape.	4.º Escape.	4.º Escape.	3.º Escape.
			4.º Rechazamiento del émbolo por la presión atmosférica. Acción motriz.
4.º Rechazamiento y escape de los productos de la combustión.	5.º Rechazamiento y escape de los productos de la combustión.	5.º Rechazamiento y escape de los productos de la combustión.	5.º Rechazamiento y escape de los productos de la combustión.

## CAPÍTULO II

## Propiedades de los gases

**Leyes de Mariotte y de Gay-Lussac.**—Cuando un gas se comprime ó se dilata sin que su temperatura cambie, la ley que une el volumen y la presión es la siguiente, debida á Mariotte:

$$pv = p_0v_0,$$

representando  $p$  la presión y  $v$  el volumen del gas (el índice  $o$  significa el estado inicial).

Si, al mismo tiempo que el volumen, cambia la temperatura, tendremos la relación siguiente, dada por Gay-Lussac:

$$\frac{pv}{1-\alpha t} = \frac{p_0v_0}{1+\alpha t_0},$$

en la que  $\alpha$  es una constante para un mismo gas y  $t_0$  y  $t$  las temperaturas inicial y final.

Si convenimos en relacionar siempre el estado

inicial del gas á una misma presión y á una misma temperatura, la cantidad

$$\frac{p_0 v_0}{\frac{1}{\alpha} + t_0}$$

(suponiendo, lo que tendrá siempre lugar, que consideremos la unidad de peso del gas) es para cada gas una constante que designamos por R.

Se toma ordinariamente para definir el estado inicial, la temperatura 0° del termómetro centígrado y la presión de 760 milímetros de mercurio.

La experiencia ha demostrado, además, que, para un gran número de gases, el valor de  $\alpha$  es sensiblemente el mismo  $\left(\frac{1}{273}\right)$ .

Por otro lado, hay costumbre de llamar *temperatura absoluta*, la cantidad  $T = 273 + t$ , lo que simplifica las fórmulas, pero á la que no se debe dar significación teórica precisa.

Podemos, por consecuencia, escribir para un gas cualquiera:

$$pv = RT.$$

Siendo R una constante específica cuyo valor es el siguiente para los principales gases:

Hidrógeno.. . . . .	422'68
Oxígeno. . . . .	25'47
Azoe. . . . .	30'13
Aire. . . . .	29'27
Acido carbónico. . . . .	19'14
Vapor de agua. . . . .	47'00

Esta fórmula no es rigurosamente exacta, pero es muy suficiente para el estudio de los motores de gas.

Una fórmula mucho más exacta y que representa bastante fielmente el resultado de las experiencias de M. Regnault y otros experimentadores, sería,  $\mu$  siendo una constante:

$$p(v + \mu) = RT.$$

**Calor específico. - Caloría.** — Siempre que un cuerpo es puesto en relación con otro cuerpo, cuya temperatura es superior á la suya, su temperatura varía; se dice que absorbe el calor.

La cantidad de calor que absorbe este cuerpo, cuando su temperatura ha aumentado  $1^\circ$  del termómetro centígrado, ó su *calor específico*, varía según la naturaleza del cuerpo, los cambios que han sufrido durante ese tiempo su volumen y su presión, en fin, con su temperatura inicial. Se distingue, en particular, el *calor específico á presión constante*, que designaremos por  $c_p$ , y el *calor específico á volumen constante*, que escribiremos  $c_v$ .

Para poder calcular las cantidades  $c_p$  y  $c_v$ , se ha adoptado por unidad de cantidad de calor, unidad que se llama *caloría*, la cantidad de calor necesaria para elevar un kilogramo de agua de la temperatura de  $0^\circ$  á la de  $1^\circ$  del termómetro centígrado.

Admitiremos, además, lo que ha sido aceptado largo tiempo, bajo la fe de Regnault, que los dos calores específicos son independientes de la temperatura y de la presión. Estas experiencias no han sido llevadas más que hasta  $200^\circ$ .

**Equivalente mecánico del calor.** — La experiencia ha demostrado que, bajo la influencia de

la dilatación producida por un manantial de calor, un cuerpo puede producir trabajo.

Comprimiendo un cuerpo, un gas por ejemplo, se produce una elevación de la temperatura de este cuerpo; por tanto, una producción de calor.

La experiencia ha probado, que hay en todos los casos, una relación íntima entre el calor desaparecido ó creado y el trabajo suministrado ó gastado. A una caloría desaparecida corresponde siempre un trabajo de 425 Kg. Dicho de otra manera, si, para una transformación cualquiera, el gasto algebraico del trabajo es T, y el del calor Q, se tienen las relaciones:

$$T = EQ; \quad Q = AT.$$

E es el *equivalente mecánico del calor* cuyo valor numérico es de 425; A es su inversa.

**Calor interno de un cuerpo.**—El calor interno de un cuerpo, ó cantidad de calor contenido en ese cuerpo, se determina como la temperatura por otra parte, cuando la presión y el volumen son dados; se le designa por el símbolo U.

Tenemos entonces:

$$U = F(pv);$$

y, por diferenciación:

$$dU = \frac{dU}{dp} dp + \frac{dU}{dv} dv.$$

Cuando un cuerpo sometido á la influencia de un manantial de calor sufre una transformación tal que su volumen sólo cambia al mismo tiempo

que su temperatura, producirá un trabajo exterior representado por

$$\int_{v_0}^v p dv,$$

y, al mismo tiempo, su calor interno pasará del valor  $U_0$  al valor  $U$ . Si  $Q$  es la cantidad de calor gastado, tendremos la relación:

$$Q = U - U_0 + A \int_{v_0}^v p dv,$$

ó, considerando que es una transformación infinitamente pequeña:

$$dQ = dU + A p dv;$$

ó también:

$$dQ = \left( \frac{dU}{dp} \right) dp + \left( \frac{dU}{dv} + A p \right) dv.$$

Podemos simplificar el segundo miembro; si suponemos el volumen constante, la cantidad de calor suministrado será  $c_v dt$ :

$$c_v \frac{dt}{dp} = \frac{dU}{dp}.$$

Si ahora suponemos la presión constante, el

calor suministrado será  $c_p dt$ , y tendremos asimismo:

$$c_p \frac{dt}{dv} = \frac{dU}{dv} + Ap;$$

la ecuación podrá escribirse entonces:

$$dQ = c_v \frac{dt}{dp} dp + c_p \frac{dt}{dv} dv.$$

Aplicando estas fórmulas á los gases, para los que tenemos:

$$pv = RT \quad \frac{dt}{dp} = \frac{v}{R} \quad \frac{dt}{dv} = \frac{R}{p},$$

resulta:

$$dQ = c_v \frac{v}{R} dp + c_p \frac{p}{R} dv = \frac{1}{R} (c_v v dp + c_p p dv).$$

Para poder integrar los dos miembros, nos colocaremos en diferentes casos particulares.

**Calentamiento á volumen constante.** — En este caso tenemos:

$$dv = 0 \quad dQ = c_v \frac{v}{R} dp.$$

$$Q = \int_{p_0}^p c_v \frac{v}{R} dp = \frac{c_v}{R} (v'p - v p_0) = c_v (t - t_0),$$

lo que es además evidente según la definición del calor específico á volumen constante.

**Calentamiento bajo presión constante.**—Tenemos:

$$dp = 0 \quad dQ = c_p \frac{p}{R} dv;$$

de donde:

$$Q = c_p (t - t_0).$$

**Dilatación de los gases á temperatura constante ó dilataciones isotérmicas.**—Diferenciamos:

$$pv = RT$$

$$vd\rho + p dv = 0,$$

deduciremos:

$$dQ = c_p \frac{p}{R} dv + c_v \frac{v}{R} dp = \frac{c_p - c_v}{R} p dv.$$

Por otro lado, si la temperatura no varía, el calor interno tiene un valor constante; el calor suministrado es, por consiguiente, empleado tan sólo en producir el trabajo exterior; luego, en este caso, tenemos  $Q = A\mathcal{T}$  y  $p dv$  representa justamente el trabajo elemental exterior; tenemos, por consiguiente:

$$Q = A\mathcal{T} = \int_{v_0}^v \frac{c_p - c_v}{R} p dv = \int_{v_0}^v A p dv.$$

Se deduce al mismo tiempo  $A = \frac{c_p - c_v}{R}$ , rela-

ción verificada por la experiencia. Tenemos á seguida:

$$Q = \int_{v_0}^v A \frac{RT}{v} dv,$$

$$Q = ART \log \text{nep} \frac{v}{v_0} = A p_0 v_0 \log \text{nep} \frac{v}{v_0}.$$

**Dilatación adiabática de los gases.**—Si dejamos dilatarse un gas ó si lo comprimimos, sin suministrarle ni quitarle calor, tendremos la transformación á la que se ha dado el nombre de *adiabática*. En este caso:

$$dQ = 0;$$

por consiguiente

$$c_v \frac{v}{R} dp + c_p \frac{p}{R} dv = 0;$$

y, poniendo  $\frac{c_p}{c_v} = \gamma$  y dividiendo por  $c_v \frac{p v}{R}$ ,

$$\frac{dp}{p} + \gamma \frac{dv}{v} = 0;$$

ecuación cuya integral es

$$\log \text{nep} \frac{p}{p_0} + \gamma \log \text{nep} \frac{v}{v_0} = 0;$$

ó también:

$$\frac{p}{p_0} = \left( \frac{v_0}{v} \right)^\gamma \quad p v^\gamma = p_0 v_0^\gamma = c^{\text{te}};$$

tenemos así la relación entre el volumen y la presión en el caso de una transformación adiabática,

**Modificaciones introducidas en la teoría de los gases por la variación de los calores específicos con la temperatura.**—En las páginas anteriores hemos admitido que las cantidades  $c_p$ ,  $c_v$ ,  $\gamma$  son, para un mismo gas, independientes de la temperatura. Hubiera sido más exacto decir que, de 0 á 200°, las variaciones de estos coeficientes no han podido ser reveladas por las experiencias de M. Regnault. Las fórmulas precedentes podrán, por lo tanto, aplicarse siempre que la temperatura de los gases no se eleve notablemente por cima de 200°

Las experiencias de Mallard y Le Chatelier, Berthelot y Vieille han probado que, para temperaturas de 2 á 3000°, el calor específico á volumen constante adquiere valores muy sensiblemente más grandes que los que se deducen de las experiencias de Regnault. Para el ácido carbónico, por ejemplo, su valor ha más que duplicado hacia 2000°. Se comprende que estos hechos pueden aportar modificaciones profundas á las fórmulas que hemos presentado al principio de este capítulo.

He aquí los resultados obtenidos por Mallard y Le Chatelier:

Los calores específicos moleculares de los gases perfectos que son iguales entre sí á las temperaturas ordinarias, lo son también á las temperaturas elevadas hasta cerca de 3000° y quizás más.

Estos calores específicos aumentan con la temperatura.

Los calores específicos de los gases fácilmente liquidificables aumentan con la temperatura, más rápidamente que para los gases perfectos.

Los calores específicos de que se trata aquí, son los á volumen constante; son de la forma

$$c_v = a' + b't.$$

Apliquemos estos resultados á los gases para los cuales tenemos:

$$pv = RT,$$

$$c_v = a + bRT = a + bpv.$$

He aquí el valor de estos coeficientes:

Naturaleza de los gases	En volumen		En peso	
	$a'$	$b'$	$a$	$b$
Oxígeno. . . . .	4.8	0.0006	0.1445	0.0000188
Hidrógeno. . . . .	4.8	0.0006	2.3180	0.0003
Azoe. . . . .	4.8	0.0006	0.1650	0.0000214
Acido carbónico.. . . .	6.26	0.00367	0.1195	0.0000835
Aire. . . . .	4.8	0.0006	0.1615	0.0000208
Vapor de agua. . . . .	5.61	0.00328	0.2620	0.000182

Las fórmulas en que entra el calor específico no se modificarán en nada, pero habrá lugar de dar á este calor específico su valor medio entre las temperaturas consideradas:

$$c_v = a + bR \frac{T + T_0}{2}.$$

Es de otro modo por la ley que une  $p$  y  $v$  en la dilatación adiabática; tenemos, en efecto:

$$\frac{dQ}{T} = c_v \frac{dp}{p} + c_p \frac{dv}{v} = 0,$$

con

$$c_v = a + bRT.$$

$$c_p - c_v = AR.$$

Se deduce:

$$a \frac{dp}{p} + (AR + a) \frac{dv}{v} + b(pdv + vdp) = 0;$$

por consiguiente, la integral es:

$$a \log \text{nep} \frac{p}{p_0} + (AR + a) \log \text{nep} \frac{v}{v_0} + b(pv - p_0v_0) = 0;$$

ó también:

$$\frac{p}{p_0} \left( \frac{v}{v_0} \right)^{\frac{a+AR}{a}} = e^{\frac{b}{a}(T - T_0)}$$

ó

$$\frac{T}{T_0} \left( \frac{v}{v_0} \right)^{\frac{AR}{a}} = e^{\frac{b}{a}(T - T_0)}.$$

Si visto el poco valor de  $\frac{b}{a}$  damos al 2.º número el valor 1, encontraremos la fórmula usual con  $\gamma = 1 + \frac{AR}{a}$ .

**Estudio de la ecuación**  $pv^k = c^{te}$ . — Sucede con frecuencia que porciones de diagramas sacados en los ensayos en los motores están bastante exactamente representados por la fórmula

$$pv^k = c^{te},$$

lo mismo para el período de compresión que para el de la dilatación, siendo el valor de  $K$  además diferente para los dos períodos y bastante alejado á veces del valor  $\gamma = \frac{c_p}{c_v}$ .

Es bien evidente que debe haber cambios de calor entre los gases contenidos en el motor y las paredes de éste. Es interesante investigar de qué ley puede depender el movimiento de calor acusado por la fórmula.

Tenemos, en este caso, las fórmulas siguientes:

$$dQ = c_v dt + A p dv,$$

$$pv = RT,$$

$$pv^k = c^{te} \quad \text{ó} \quad RTv^{k-1} = c^{te},$$

$$\frac{dt}{T} + (K - 1) \frac{dv}{v} = 0;$$

por consiguiente:

$$dQ = \left( AR - c_v (K - 1) \right) T \frac{dv}{v}.$$

Si  $h$  es la velocidad del pistón,  $\sigma$  la sección de éste y  $\tau$  el tiempo, tenemos:

$$dv = h\sigma d\tau,$$

$$dQ = \left( AR - (K - 1) c_v \right) \frac{T}{v} h\sigma d\tau;$$

$dQ$  representa evidentemente la cantidad de calor cedida á las paredes por el gas ó absorbida por ella; vemos que la dilatación será adiabática cuando

$$K = 1 + \frac{AR}{c_v} = \frac{c_p}{c_v},$$

pongamos

$$K = \frac{c_p}{c_v} + K',$$

$$dQ = K' c_v T h \frac{\sigma}{v} d\tau;$$

cuando  $K'$  sea negativa, los gases cederán el calor á las paredes; lo contrario tendrá lugar para  $K'$  positiva. Es de notar que la fórmula á la que hemos llegado es comparable á la de Witz

$$0,2357 \frac{S}{v} (T - T_1)^{1,203} d\tau,$$

y á la de Fourier

$$H (T - T_1) S d\tau,$$

donde  $S$  es la superficie de contacto.

## CAPÍTULO III

---

### Estudio de la combustión

Debido á las investigaciones de numerosos sabios, entre los que podemos citar especialmente á Mallard y Le Chatelier, Berthelot y Vieille y Witz, poseemos datos precisos sobre la manera de obrar las mezclas detonantes. Así, pues, vamos á examinar nuevamente la influencia de la composición de la mezcla y de su estado físico, sobre la velocidad de la inflamación, la temperatura y la presión realizada en el momento de la explosión.

**Inflamación.**—Para que pueda la combustión propagarse en una mezcla gaseosa, es necesario desde luego que esta mezcla sea *inflamable*, que se pueda provocar en un punto la combustión por la elevación de la temperatura, unida ó no á la presencia de una llama; en seguida que el calor sea bastante considerable para conducir á la temperatura de combustión las capas contiguas. Se comprende, según esto, que el volumen del encendedor puede tener una influencia importante; deberá no solamente estar á una alta temperatura,

sino también desprender una cantidad suficiente de calor.

Las mezclas pobres pueden inflamarse más fácilmente al contacto de una llama que de una chispa eléctrica, aunque la primera esté á una temperatura inferior á la segunda; pero, por el contrario, su volumen es más considerable y el desprendimiento total de calor más grande.

Se puede también, que es lo que ha producido el éxito del motor Otto, servirse para inflamar una mezcla pobre, de una mezcla rica y, por consecuencia, más inflamable.

La influencia de las paredes más frías que la llama, produce el enfriamiento del gas, y, por consecuencia, el retardo de la inflamación, lo cual hace á veces muy laboriosa la puesta en marcha de un motor.

Se ha reconocido que la combustibilidad aumenta con la presión.

El empleo de una compresión previa podrá, por consecuencia, permitir el empleo de mezclas de dosificaciones más débiles.

La influencia preponderante pertenece, evidentemente, á la naturaleza y á la proporción de los gases mezclados. El máximo de inflamabilidad tiene lugar para la mezcla que presente las proporciones necesarias para la reacción química completa; antes ó después de este punto disminuye.

Para el gas del alumbrado, á la temperatura y á la presión ordinarias, la inflamabilidad comienza por 1 volumen de gas y 3.6 de aire, es máxima en 6 volúmenes y se anula de nuevo para 16 volúmenes.

**Velocidad de propagación de la llama.**—La velocidad de propagación de la llama varía desde

algunos decímetros á algunos metros por segundo, para las mezclas ordinarias; para las especiales puede alcanzar en el mismo lapso de tiempo varios miles de metros. MM. Berthelot y Vieille, que han descubierto este hecho, le han dado el nombre de *onda explosiva*. Este último caso no se encuentra en las mezclas empleadas en los motores de gas.

La velocidad varía con el estado de agitación de la mezcla. MM. Mallard y Le Chatelier han observado que varía, para el gas del alumbrado, entre 44 cm. para la mezcla conteniendo 10 por 100 de gas, á 1'25 m. para el que contiene 17 por 100.

La velocidad de propagación de la llama, en una mezcla de aire y de acetileno, es de 18 cm. para la mezcla á 3 por 100 de acetileno; aumenta hasta 6 m. para las mezclas á 10 por 100 y decrece en seguida.

Examinando las fórmulas relativas á los diferentes motores, se ve inmediatamente que el rendimiento aumenta con la temperatura y la presión máxima. Luego, cuanto más considerable sea la velocidad de combustión, más aumentarán estas dos cantidades. La temperatura y la presión máxima para la combustión á volumen constante, aumentan, en efecto, como la velocidad de propagación, con la riqueza de la mezcla. Además, para el caso de los motores, la combustión se aproximará tanto más á la que es á volumen constante, cuanto menor sea su duración; por tanto, la velocidad de propagación será más considerable.

El maximum de propagación se obtendría si esta explosión fuera instantánea. Por consecuencia, los motores para los cuales la inflamación tenga lugar en la proximidad de los puntos muer-

tos, entonces que la velocidad del pistón es poca y que, por consecuencia, la explosión tiene lugar á volumen casi constante, tendrán una marcada ventaja. Esto corresponde casi fatalmenté al empleo de una compresión previa, y esto es una razón más de la superioridad de los motores del segundo tipo.

La temperatura á que se llevan los gases, ejerce una gran influencia sobre la velocidad de propagación. MM. Mallard y Le Chatelier han hallado, para una mezcla de 30 por 100 de hidrógeno y de aire, las velocidades siguientes:

A 15° . . . . .	3'28 metros
M 100° . . . . .	4'23 —

Si se examinan los diagramas (pág. 70) obtenidos sucesivamente en un motor provisto de un regulador de velocidad accionando la válvula de llegada del gas, se puede comprobar que, disminuyendo el trabajo demandado al motor y aumentando la dilusión del gas, no solamente disminuirá la presión máxima indicada, sino que también el punto de la carrera donde la combustión se termina irá alejándose más y más del punto de inflamación. Esto tiende á la vez al cambio de composición de la mezcla y á la disminución de la temperatura de las paredes del cilindro, y se puede comprobar al mismo tiempo que va disminuyendo el rendimiento.

Debemos hacer notar también que, cuando las proporciones de la mezcla se separan sensiblemente de las proporciones teóricas, una parte del gas escapa á la combustión.

M. Witz ha comprobado que, para la mezcla de 1 volumen de gas con 11'6 volúmenes de aire, la

proporción del gas no quemado puede alcanzar al 12 por 100, en tanto que esta combustión es completa para la mezcla de 1 volumen de gas con 6 de aire.

Esta es una nueva causa del descenso del rendimiento de los motores. Podrá también suceder, en ciertos casos, que la parte mezclada de gas sea demasiado débil, hasta el punto de que éste deje de ser combustible, y se tendrá, en este caso, una pérdida absoluta.

Así, es preferible, en los reguladores, pasado un cierto punto, suprimir enteramente la llegada del gas.

En resumen se ve, colocándonos solamente en el punto de vista de la combustión:

1.º Que es indispensable que la cantidad de gas sea suficientemente grande para que la mezcla sea combustible; el encendedor debe estar á una temperatura bastante elevada y desprender una gran cantidad de calor.

2.º Que una elevación de temperatura de los gases ó de las paredes de los cilindros, así como una fuerte compresión previa, facilitan el encendido.

3.º Que es ventajoso, desde el punto de vista del rendimiento, aumentar la velocidad de combustión, que es aumentada, desde luego, por las diferentes causas que facilitan la inflamación.

**Acción de las paredes.**—Las paredes del cilindro desempeñan en los motores de gas un papel casi tan importante como en las máquinas de vapor. Como estas últimas, un gran número de motores están provistos de una envoltura; pero ésta tiene por objeto, no recalentar las paredes internas del cilindro, sino enfriarlas.

La necesidad de esta envoltura resulta de las

temperaturas muy elevadas que se alcanzan en los motores y que tienden á impedir la lubricación de las paredes y á entorpecer, por consecuencia, el funcionamiento necesario de la máquina. Esta envoltura es atravesada por una corriente de agua fría que arrastra á su salida una fracción importante, que pasa á veces del 50 por 100 del calor desprendido.

Las investigaciones de Mallard y Le Chatelier, Vieille y Witz, han demostrado que la pérdida de calor por las paredes, ya fuera el volumen constante ó variable, es sensiblemente proporcional á la cantidad  $\frac{V}{S}$ , siendo S la superficie de pared y V el volumen de la mezcla.

Desde este nuevo punto de vista, los motores de compresión tienen todavía una ventaja, puesto que á peso igual de mezcla, es decir, á gasto igual, el término  $\frac{V}{S}$  será más pequeño.

Si se trata de un cilindro en el cual se mueve un pistón, es evidente que cuanto más aumente la velocidad de éste menos permanecerá el gas, á temperatura elevada, en presencia de la pared más fría; disminuyendo la duración del enfriamiento, el enfriamiento total será asimismo menor.

Las experiencias de Witz no dejan ningún género de duda respecto á este punto. Extraemos de su libro sobre los *Motores á gas* el cuadro que damos á continuación, y que demuestra que la utilización parece, dentro de grandes límites, lo mismo para las mezclas de composición diferente, variar absolutamente como la velocidad de retención.

El acuerdo, como se ve, es bastante satisfactorio.

La utilización crece con la velocidad de dilatación.

Otra serie de experiencias han demostrado que cuanto más elevada es la temperatura de las paredes, más aumenta el rendimiento; la causa, en este caso, es que los cambios de calor son proporcionales á la separación de las temperaturas del gas y de las paredes.

Composición de la mezcla (en volumen)	Velocidad de dilatación	Utilización por 100	Duración de la explosión
1 v. de gas de aluminado 9'4 aire.	0'25	1'2	0s'48
» » » »	0'45	1'7	0'31
» » » »	0'92	2'1	0'25
1 v. gas aluminado + 9'4 aire..	1'42	2'6	0'16
1 v. CO + 3'2 aire..	1'30	3'0	0'17
1 v. gas aluminado + 6'33 aire.	1'70	2'7	0'15
1 v. CO + 2'675 aire	2'15	4'0	0'12
1 v. gas aluminado + 6'33 aire.	2'60	5'4	0'07
1 v. CO + 2'215 atra	3'10	5'5	0'08
» » » »	3'70	6'6	0'07
1 v. gas aluminado + 6'33 aire.	4'30	7'9	0'06
» » » »	4'80	9'3	0'06
1 v. CO + 1'625 aire	6'40	8'3	0'04

**Combustión.**—En el caso de los motores de combustión, el combustible, sólido, líquido ó gaseoso, es inyectado en el cilindro al final de la compresión, donde es inflamado por uno de los procedimientos empleados para las mezclas gaseosas.

Las investigaciones de Diésel han demostrado que, á una temperatura conveniente y á una presión suficiente (30 Kg. y 600°, por ejemplo), el petróleo, el gas de alumbrado y el carbón pulverizado se inflaman espontáneamente al llegar al centro del aire contenido en el cilindro. Este punto es muy importante, porque permite la supresión de los órganos de encendido y la regulación fácil de la duración de la introducción del combustible.

---

## CAPÍTULO IV

---

### Diferentes mezclas detonantes

**Combustibles empleados.**—Los diferentes combustibles empleados en los motores son: el *gas del alumbrado* ú otros gases obtenidos por destilación, el *gas de agua*, los *gases pobres*, el *acetileno* y el *aire carburado*.

**Gas del alumbrado.**—El gas de alumbrado obtenido por destilación de la hulla ó de otras materias, tiene una composición muy variable. Esta depende, á la vez, de la naturaleza de la hulla, de la conducción, de la destilación, de los procedimientos de depuración empleados, y varía durante el curso de una misma fabricación.

Esta es una mezcla, en proporciones variables, de gas, siendo los principales el hidrógeno, el óxido de carbono, el formeno, el etileno y el ázoe.

Adoptaremos, según Witz, la composición media siguiente:

Naturaleza de los gases	Composición	
	en peso	en volumen
	<i>gramos</i>	<i>litros</i>
Hidrógeno. . . . .	100	1116'0
Oxido de carbono. . . . .	150	119'6
Azoe. . . . .	100	76'6
Formeno ( $C^2H^4$ ). . . . .	490	683'3
Etileno ( $C^2H^4$ ) y bencina. . . . .	130	103'6
Carburos diversos. . . . .	30	12 0
	1000	2155 1

Hablando de los calores de combustión de estos diferentes elementos, es fácil encontrar que el calor desprendido por la combustión de 1 kilogramo de gas es de 11,676 calorías, ó el de un metro cúbico de 5,520. Estas cifras suponen que los productos de la combustión son conducidos á 0° y el agua al estado líquido.

Si suponemos, que es lo que sucede en los motores de gas, que el agua permanezca en el estado de vapor, el calor de combustión de 1 kilogramo de gas no deberá ser evaluado á más de 9,989 calorías.

El volumen de oxígeno necesario para la combustión es de 2,369'2 litros; la cantidad de aire correspondiente es de 11,282 litros, ó sea 5'4 veces el volumen del gas. En general, la proporción del aire empleado en los motores es un poco mayor, á fin de poder asegurar en lo posible una combustión completa.

A continuación damos la composición de gas que resulta de la combustión de 1 volumen de gas de alumbrado con 6, 8 y 10 volúmenes de aire:

*Composición de los gases de la combustión de  
1 Kg. de gas de alumbrado*

Naturaleza de los cuerpos	Mezcla á 6 volúmenes		Mezcla á 8 volúmenes		Mezcla á 10 volúmenes	
	En peso	En vol.	En peso	En vol.	En peso	En v. l.
	Kg.	litros	Kg.	litros	Kg.	litros
Agua. . . . .	2'2095	2739'9	2'2095	2739'9	2'2095	2739'9
Acido carbónico	2'0860	1059'1	2'0890	1059'1	2'0860	1059'1
Azoe. . . . .	12'6910	10101'6	16'8880	13446'3	21'0680	16788'0
Oxígeno. . . . .	0'4240	295'7	1'6970	1184'0	2'9700	2072'3
Total. . . . .	17'4105	11199'3	22'8905	18429'3	28'3515	22659'3

Para determinar la temperatura de combustión, buscaremos desde luego el calor específico medio de la mezcla, sirviéndonos de los calores específicos de los elementos que hemos dado más arriba. Se obtendrá así, para la mezcla á 6 volúmenes de aire:

$$c_v = 0.172 + 0.0000492 \frac{T + 288}{2};$$

de otra parte el calor disponible es por kilogramo:

$$\frac{9.989}{17.41} = 573.75 \text{ calorías.}$$

El valor T lo dará entonces la ecuación:

$$(T - 288) \left( 0.172 + 0.0000492 \times \frac{T + 288}{2} \right) = 573.75.$$

Se saca  $T = 2580$ ; la raíz negativa no tiene evidentemente ninguna relación con la cuestión.

Para calcular la presión máxima, suponiendo, bien entendido, que la combustión tiene lugar á volumen constante y que partimos de una mezcla á la presión atmosférica; notaremos que el volumen total antes de la combustión es de 14,805 litros, y que, á la misma temperatura, los gases que resultan de la combustión, no ocuparán más de 14,199'3 litros. Teniendo en cuenta esta contracción, encontraremos que, si la presión es al principio de una atmósfera, viene luego á ser

$$p = \frac{14199'3}{14805} \times \frac{2580}{288} = 8'6.$$

Composición de la mezcla	a	bR	R	$\frac{AR}{a}$	$\frac{b}{a}$	T	P	Q
Mezcla á 6 vol.	0'172	0'000019	30'87	0'422	0'00000925	2580	8'6	573'75
• 8 •	0'169	0'0000423	70'48	0'423	0'0000083	2172	7'3	436'50
• 10 •	0'167	0'0000332	30'25	0'426	0'00000755	1925	6'5	352'30

Haciendo los mismos cálculos para las mezclas á 8 y 10 volúmenes, podremos formar el cuadro anterior.

Este cuadro es relativo á una mezcla sin compresión previa. En el caso en que la mezcla es comprimida antes de la explosión, las cifras relativas á la presión final serán diferentes.

En el caso de una compresión isotérmica, la temperatura máxima no varía, y la presión será la del cuadro multiplicada por la relación de la compresión.

Para el caso de la compresión adiabática, hemos calculado los valores de P y de T, suponiendo, lo que, vista la débil compresión generalmente empleada, no da lugar á error sensible, que la pre-

sión y la temperatura están dadas por las fórmulas usuales:

$$pv^\gamma = c^{te} \frac{T}{T_0} = \left( \frac{p}{p_0} \right)^{\frac{\gamma-1}{\gamma}} \text{ con } \gamma = 1.24,$$

de esta manera obtenemos los cuadros siguientes:

### Temperatura máxima

Composición de la mezcla	Sin compresión	Compresión adiabática		
		8 atm.	5 atm.	7 atm.
Mezcla á 6 volúm.	2580	2610	2650	2680
„ 8 „	2172	2240	2280	2320
„ 10 „	1925	1970	2045	2120

### Presión máxima

Composición de la mezcla	Compresión isotérmica			Compresión adiabática		
	3 atm.	5 atm.	7 atm.	3 atm.	5 atm.	7 atm.
Mezcla á 6 vol.	25.4	43.0	60.2	19.0	27.6	35.3
„ 8 „	21.9	36.5	51.1	16.4	24.0	31.2
„ 10 „	19.5	32.5	45.5	14.6	21.6	28.6

Si en vez de producir el gas por destilación de la hulla, se obtiene por el empleo de otras materias, madera, turba, aceites minerales, etc., tendremos productos de compresión diferente de la del gas tipo. Es fácil de prever, con la ayuda de los cuadros precedentes, cómo se conducirán estos gases. Si se emplea un gas rico en productos combustibles, se podrán aumentar la temperatura y la presión máxima; sucederá lo contrario con un gas menos rico.

**Gases pobres. - Gas de agua.**—Los productos designados con este nombre, provienen, sea de la combustión incompleta de la hulla, de la antracita ó del cok, sea de la reacción, sobre estas materias llevadas á la incandescencia, del vapor de agua, sea, en fin, de estas dos causas reunidas. La composición de este gas es todavía mucho más variable que la del gas del alumbrado. He aquí la composición de algunos de ellos:

Naturaleza de los gases	Gas Strong (M. Moore)	Gas Mond (M. Hamphery)	Gas Dowson (M. Forster)
H. . . . .	53	29	18.73
CO. . . . .	35	11	25.07
Carbuos. . . . .	4	2	0.62
Gases inertes. . . . .	3	58	55.58

He aquí, según Forster, la composición de un gas Dowson, obtenido con la antracita de Swansea:

Naturaleza de los gases	En volumen	En peso
	Litros	Gramos
H. . . . .	187.3	16.78
CO. . . . .	250.7	314.38
C <sup>2</sup> H <sup>4</sup> . . . . .	3.1	2.22
C <sup>1</sup> H <sup>4</sup> . . . . .	3.1	3.88
Az. . . . .	489.8	615.18
CO <sup>2</sup> . . . . .	65.7	129.40
O. . . . .	0.3	0.43
	1000.0	1082.30

Su peso específico es de 1.082, su densidad con relación al aire 0.833. El calor de combustión calentado según los calores de combustión elementales (los gases conducidos á 0° y el agua al estado

líquido) es de 1,432 calorías por metro cúbico; suponiendo, como lo hemos hecho precedentemente, que el agua permanece en el estado de vapor, tenemos por calor de combustión 1,322 calorías por metro cúbico ó 1,220 por kilogramo.

La cantidad de oxígeno necesaria para la combustión de 1 metro cúbico es de 234'8 litros, correspondiente á 1,118 litros de aire.

He aquí la composición de los gases quemados por la mezcla de 1 volumen de gas Dowson con 1'2, 2 y 3 volúmenes de aire:

*Composición de los gases de la combustión de 1 metro cúbico de gas Dowson*

Naturaleza del cuerpo	Mezcla á 1'2 volúmenes		Mezcla á 2 volúmenes		Mezcla á 3 volúmenes	
	En peso	En vol.	En peso	En vol.	En peso	En vol.
HO. . . . .	261'50	200'10	261'50	200'10	261'50	200'10
CO <sup>2</sup> . . . . .	641'66	325'70	641'66	325'70	641'66	325'70
Az. . . . .	1806'99	1438'64	2601'43	2071'20	3490'55	2861'90
O. . . . .	23'73	16'56	263'67	181'00	563'60	398'30
	2633'82	1981'00	3668'26	2781'00	4961'31	3781'00

Calculando como lo hemos hecho para las mezclas relativas al gas del alumbrado, los coeficientes de la ecuación de los gases, el calor disponible por kilogramo, la temperatura y la presión máxima, podemos formar el cuadro siguiente:

Composición de la mezcla	Valor de los coeficientes					Calor dispo- nible Q	T	P
	a	bR	R	$\frac{AR}{a}$	$\frac{b}{a}$			
Mezcla á 1'2 vol.	0'1643	0'00005325	30'25	0'433	0'0000107	463'1	2270	7'10
» 2	0'1633	0'00004408	29'98	0'432	0'00000904	322'6	1832	5'89
» 3	0'1623	0'00003793	29'60	0'429	0'0000079	245'7	1590	5'22

Obtendremos, como anteriormente, los cuadros relativos á la temperatura y la presión explosiva en el caso de las compresiones adiabáticas é isotérmicas.

Vemos que todas las cifras de los cuadros relativos al gas Dowson, son por completo comparables á las que hemos obtenido para el gas del alumbrado, y que, por consecuencia, se podrá alimentar á voluntad un motor con uno ú otro de estos gases, modificando simplemente la dosis. Llegaríamos á la misma conclusión con todos los gases de agua, ó gases pobres.

**Gas de altos hornos.**—En un alto horno, la combustión empleada tiene por objeto reducir el mineral y hacer flúido el metal puesto en libertad. En la parte baja del alto horno, donde la temperatura debe ser muy elevada, se inyecta aire para activar la combustión; en esta región, los gases son formados en gran parte de azoe y de ácido carbónico; en las zonas más elevadas, los gases encuentran las mezclas de carbón y de mineral, y se desoxidan en parte. Encontramos, por consiguiente, á la salida del alto horno, un gas combustible que se utiliza desde hace algún tiempo para el caldeo de las calderas, pero que puede ser utilizado más ventajosamente en los motores de gas. El empleo de este gas exige precauciones más grandes que para los gases pobres, porque contiene, en suspensión, en gran cantidad, polvo proveniente del carbón, del mineral y de los fundentes del que es necesario despojarlo.

Con este objeto, se hace pasar el gas por las columnas filtrantes y por aparatos lavadores. Para vencer la resistencia de estos aparatos, es bueno hacer atravesar los gases un ventilador. M. Lencauchez ha imaginado transformar este ventilador

en lavador, inyectando al paso del gas una fuerte cantidad de agua; esta disposición da, al parecer, muy buenos resultados.

La composición de los gases de suyo variable con la marcha del alto horno, es, según M. Hubert, la siguiente, en peso:

Azoe. . . . .	50'12
Acido carbónico. . . . .	13'95
Oxido de carbono. . . . .	27'90
Hidrógeno y carburos. . . . .	1'02
Vapor de agua. . . . .	7'01

Estos gases desprenden por kilogramo 820 calorías, y 1,060 el metro cúbico. La cantidad de aire que hay que emplear es de 7 á 9 dm.<sup>3</sup> por metro cúbico de gas.

Se puede admitir que la producción de una tonelada de fundición corresponde á la de 4,000 metros cúbicos de gas.

El consumo de los motores es próximamente de 3 metros cúbicos por caballo y por hora.

*Productos de la combustión de 1 metro cúbico de gas de alto horno, con 800 litros de aire.*

Naturaleza de los gases	En peso	En volumen
Azoe. . . . .	1441'0	1144 0
Acido carbónico. . . . .	776'1	392'9
Vapor de agua. . . . .	107'3	126'5
	2324'4	1663'4

Calcularemos como anteriormente el cuadro de la página siguiente.

Los resultados obtenidos son absolutamente comparables á los dados por los gases pobres; un motor estudiado para marchar con éstos, deberá dar, por lo tanto, la misma potencia con los gases de alto horno sin modificación sensible de la regulación.

Composición de la mezcla	Valor de los coeficientes					Calor dispo- nible Q	T	P
	a	bR	R	$\frac{AR}{a}$	$\frac{b}{a}$			
Mezcla á 0'8 vol.	0'152	0'0000497	27'1	0'419	0'00001205	456	2320	7'45

**Acetileno.**—El acetileno es un gas de densidad 0'92; el peso del metro cúbico es, por lo tanto, de 1'189 Kg. Su fórmula química es  $C^2H^2$ . La cantidad de calor desprendida por la combustión de 1 kilogramo de este gas, es de 12,345 calorías, ó sea 14,678 por 1 metro cúbico, los productos de la combustión supuestos conducidos á 0° y el agua al estado líquido.

En el caso de los motores á gas, en los que el agua permanece en el estado de vapor, el calor de combustión deberá ser conducido á 11,929 calorías por kilogramo y á 14,183 por metro cúbico.

El volumen de oxígeno necesario para la combustión completa es de 2'5 veces el volumen del acetileno; la cantidad de aire correspondiente es de 13'5 veces su volumen.

La composición de los gases que resultan de la combustión de 1 kilogramo de gas acetileno con 20, 26 y 32 volúmenes de aire, está dada por el cuadro de la página siguiente.

Calculando como precedentemente, los coeficientes de la ecuación de los gases, el calor dis-

ponible, la temperatura y la presión máxima, obtendremos el cuadro que damos á continuación:

Naturaleza de los cuerpos	Mezcla á 20 volúmenes		Mezcla á 26 volúmenes		Mezcla á 32 volúmenes	
	En peso	En vol.	En peso	En vol.	En peso	En vol.
Agua. . . . .	0'6921	860'4	0'6921	860'8	0'6921	860'8
Acido carbónico	3'3780	1713'3	3'3780	1713'1	3'3780	1713'1
Azoe. . . . .	16'7044	18300'3	21'7154	17290'3	26'7268	21280'3
Oxígeno. . . . .	1'9749	1885'2	3'4884	2441'4	5'0019	3497'6
	22'7494	17259'4	29 2739	22305'6	35'7988	27351'8

Composición de la mezcla	Valor de los coeficientes					Calor disponi- ble Q	T	P
	a	bR	R	$\frac{AR}{a}$	$\frac{b}{a}$			
Mezcla á 20 vol.	0'1695	0'0000252	28'80	0'433	0'00000516	524'85	2780	9'42
„ 26 „	0'1685	0'0000244	28'84	0'402	0'00000503	407'49	2308	7'87
„ 32 „	0'1680	0'0000236	28'90	0'405	0'00000486	335'11	1982	6'80

Comparando estos cuadros con los anteriores, veremos que, á compresión igual, el motor á acetileno debe ser más potente que el motor á gas. Si unimos el hecho, que la velocidad de propagación de la llama es considerablemente más grande en la mezcla de acetileno y de aire que en las otras mezclas estudiadas, al de que, para la mezcla á 13'5 volúmenes de aire, la presión se eleva para una compresión inicial de 5 atmósferas á 48 atmósferas, se comprenderá, que es indispensable, como lo ha comprobado experimentalmente M. Ravel, para evitar choques violentos en un motor de acetileno, disminuir por una dilución bastante grande, bien con aire, bien con una porción de los gases quemados, á la vez, la presión máxima y la velocidad de propagación de la llama.

**Aire carburado.**—Pudiendo variar el grado de carburación del aire empleado en los motores á voluntad durante el funcionamiento, no es necesario formar los cuadros relativos; exigiríase además la definición de los líquidos y del modo de carburación empleado. Obtendríamos desde luego resultados absolutamente comparables á los obtenidos anteriormente.

Los líquidos que pueden servir á la carburación del aire son bastante numerosos. Citaremos:

Las gasolinas y esencias ligeras de petróleo: densidad 0'650 á 0'700; poder calorífico 11,000 calorías por kilogramo. Las esencias pesadas de petróleo y bencina: densidad 0'700 á 0'745; poder calorífico 9,000 calorías próximamente.

El petróleo purificado: densidad 0'790 á 0'825. Los aceites pesados: densidad 0'825 á 0'860; poder calorífico, 11,000 calorías próximamente.

El alcohol (para el cual, en vista de la ausencia de carburos, la palabra carburación, aunque usada, es discutible); bien alcohol metílico, ó espíritu de madera, bien alcohol etílico que se encuentra en el comercio conteniendo 10 por 100 de agua.

El alcohol industrial, para evitar en parte los impuestos considerables á que están sometidos en diferentes países los alcoholés de consumo, es mezclado con una cierta cantidad de un desnaturante, cuyo objeto es hacer imposible la utilización del líquido para el consumo. El alcohol metílico, la acetona y diversos productos, son empleados con este objeto. Es importante que el desnaturante no sea de naturaleza que ataque las paredes de los cilindros y, además, no rebaje muy sensiblemente el poder calorífico.

El poder calorífico del alcohol metílico es de 5,307 calorías por kilogramo; el del alcohol etílico puro, de 7,184, y el de la acetona, de 7,310.

**Poder calorífico de las diferentes mezclas tonantes.**—Es útil para comparar la potencia que pueden suministrar los motores de las mismas dimensiones alimentados por diferentes mezclas tonantes, relacionar los poderes caloríficos medios de estas mezclas al metro cúbico. De esta manera obtendremos, no la relación de estas potencias que son influenciadas á la vez por la temperatura máxima, la velocidad de propagación de la llama, y las pérdidas en las paredes, sino un valor aproximado de esta relación.

Hay que tener en cuenta, además, que todas las mezclas no son igualmente aptas para soportar una fuerte compresión previa, ventajosa como veremos. La presencia de vapor de agua, por ejemplo, disminuyendo el poder calorífico, permite una más fuerte compresión, lo que explica, además de otras razones, sacadas de la acción de las paredes, que es ventajoso introducir, con el combustible, cierta cantidad de agua, y porque el consumo en volumen de la mezcla por partes iguales de bencina y de alcohol á 10 por 100 de agua, poder calorífico por litro 6,890 calorías, es la misma que la de la esencia de petróleo de poder calorífico 8,200 en los motores apropiados.

Gas de alumbrado, mezcla á..	6	vol.	704 cal.
" " " " " " " "	8	"	542 "
" " " " " " " "	10	"	440 "
Gas Dowson, mezcla á . . . . .	1'2	"	615 "
" " " " " " " "	2	"	426 "
" " " " " " " "	3	"	322 "
Gas de alto horno, mezcla á. . . . .	0'8	"	636 "
Acetileno, mezcla á. . . . .	20	"	682 "
" " " " " " " "	26	"	535 "
" " " " " " " "	32	"	436 "

## CAPÍTULO V

---

### Estudio comparativo de los distintos motores

**Comparación entre los motores de aire y de gas.**—En un motor térmico, de gas ó aire caliente, cierto volumen de gas, á una presión y á una temperatura convenientes, viene á obrar sobre un pistón y producir el trabajo para el movimiento de éste. Tenemos, por consiguiente, que buscar, para asegurar el funcionamiento de la máquina, el modo más seguro y económico para la compresión del aire ó del gas y para su calentamiento.

Las diferentes máquinas del segundo y tercer género, motores de aire caliente y motores de gas tonante, se distinguen por los procedimientos empleados para producir la compresión y el calentamiento.

Luego la compresión del aire se obtendrá por medios mecánicos; una bomba, que puede además, y es el caso más frecuente, estar constituida por el mismo cilindro motor, aspira el aire atmosférico y lo conduce á la presión elevada. Esta compresión se podrá hacer, bien, como en la mayor

parte de los motores, adiabáticamente, ó bien con la ayuda de artificios particulares, á temperatura constante; es evidente que, en el segundo caso, tendremos que gastar, para conducir un mismo peso de aire á la misma presión, un trabajo menor.

Luego, al contrario, elevaremos la presión del aire al mismo tiempo que su temperatura por el solo efecto del calor. Encerremos, por ejemplo, en un recinto, aire y calentémosle: su presión aumentará, y tendremos de esta manera el aire comprimido necesario á la marcha de un motor.

Esto sucede en la máquina de aire caliente de Lemoine y en los motores sin compresión.

Recordaremos, al efecto, que el rendimiento mecánico de una máquina (entendemos así la relación entre el trabajo producido y el volumen del cilindro, que representa, á una casi constante, la inversa del peso de la máquina por caballo), aumenta con la presión de régimen. En estas últimas máquinas, la presión máxima será forzosamente más débil que en las primeras, á temperatura máxima igual; por consecuencia, el rendimiento mecánico será fatalmente menor, y este punto, si no es de una importancia de primer orden para las máquinas de tierra, es la razón principal por la que estas máquinas no se emplearán nunca en los buques y en las locomotoras.

El segundo punto que diferencia las máquinas de aire, es el modo de emplear el combustible.

En los unos, el manantial de calor está formado por un hogar, al aire libre, que calienta exteriormente un recinto metálico cerrado, que contiene aire. Sabemos que, para las calderas de vapor en las que el calentamiento es análogo, la pérdida sobre el combustible, debida á la producción de gases calientes, escorias, etc., alcanzan por lo

menos al 33 por 100. A estas causas de pérdidas, que son iguales en este caso, vienen á agregarse otras, debidas á la débil conductividad calorífica de los gases. De este hecho, en efecto, resulta que la diferencia entre la temperatura de la pared interna del recinto, y la temperatura media del aire en el interior, será más grande que para una caldera donde el calor se transmite al agua, y por consecuencia, la cantidad de calor que pasa por metro cuadrado de la superficie de caldeo, será más débil, á menos que la pared exterior no se mantenga á una temperatura más elevada, partiendo los gases de la chimenea más calientes.

En los otros, el aire, después de comprimido, pasa sobre el hogar, que es entonces interior. En este caso, el cilindro motor recibe los productos de la combustión, y la pérdida del 33 por 100 especial á los motores precedentes desaparece; tienen, por consiguiente, por este solo hecho, una superioridad bastante importante.

El tercer modo de caldeo es especial para los motores de gas tonante. El calentamiento de los gases tiene lugar al final de la admisión en el cilindro motor; es, además, en la mayor parte de los casos, instantáneo, y la presión sube, entonces, mucho. Es fácil comprender que el rendimiento debe ser superior al de las máquinas precedentes.

De este hecho depende en gran parte la superioridad teórica del motor de gas tonante sobre todos los otros motores térmicos.

Se ve también que la forma de calentamiento empleada en los motores de gas está ampliamente purificada, aunque la combustión de la mezcla en el interior del cilindro-motor pueda, al pronto, parecer peligrosa, desde el punto de vista de la

buena marcha de los órganos, y venga á complicar el engrasamiento.

**Ciclos teóricos y cálculo de los rendimientos.**— Con objeto de simplificar los cálculos, que sin esto serian muy intrincados, admitiremos, siguiendo á M. Vermand, que, en todos los casos, la explosión de la mezcla tonante en el cilindro es instantánea y tiene lugar, por consecuencia, á volumen constante; admitamos también que la retención de los gases se realiza según una adiabática, ó, dicho de otra manera, despreciaremos la influencia de las paredes. Estas hipótesis son inexactas; tendremos, por consiguiente, que examinar en seguida cuáles son, en la práctica, las modificaciones que hay que aportar á las conclusiones teóricas.

Emplearemos las notaciones siguientes:

$H_0$ , presión atmosférica;

$t_0$ , temperatura del aire exterior;

$P$ , presión máxima en el momento de la explosión;

$T$ , temperatura máxima en el momento de la explosión;

$t$ , temperatura de los gases al final de la compresión;

$p$ , presión de los gases al final de la compresión;

$t'$ , temperatura de los gases al final de la dilatación;

$Q$ , la cantidad de calor desprendido por la combustión.

Haremos siempre uso de las temperaturas absolutas.

Llamaremos  $\rho'$  al rendimiento del ciclo de Carnot definido por las temperaturas  $T$  y  $t_0$ ,  $\rho$  el rendimiento de la máquina; designando por  $\rho^m$  la relación entre el trabajo disponible y el volu-

men del cilindro. Llamaremos, según M. Witz, rendimiento genérico de la máquina la relación  $\rho' = \frac{p}{p'}$ . Como éste lo hace justamente notar,  $\rho'$  es la característica del grado de perfección alcanzado por una máquina, y un valor de  $\rho'$  próximo á la unidad, indica que la máquina ha alcanzado todo el valor de que es susceptible.

**Motores del primer tipo.**—En los motores á explosión sin compresión, la mezcla tonante, como hemos dicho anteriormente, es aspirada, bajo la presión atmosférica por el pistón, durante una parte de su carrera. En un punto de ésta, convenientemente elegido, los órganos que funcionan para la admisión de la mezcla, interceptan la comunicación con el exterior, y se provoca la explosión por cualquiera de los medios que estudiaremos más adelante. La presión que ha sido desde luego  $H_0$ , sube al valor  $P$ , y los gases impulsan hacia adelante el pistón, dilatándose siguiendo una adiabática; al final de la carrera, cuando la presión torna á ser casi igual á la presión atmosférica, se restablece la comunicación con el aire exterior, y durante la carrera de retorno son expulsados los productos de la combustión. El ciclo es, por consiguiente, completo en dos carreras, en las cuales, una fracción de carrera solamente es motriz. Podemos concebir un motor del primer tipo en el que la presión al final de la carrera sea superior á la presión atmosférica. En este caso, como debemos, sin embargo, dejar escapar los gases á la atmósfera, toda la energía correspondiente á su presión efectiva se perdería y el motor tendría un menor rendimiento económico. Por el contrario, podría aumentarse la superficie del diagrama, y, por lo tanto, el rendimiento me-

cánico. Este punto tiene, desde luego, poca importancia para los motores de este tipo. Si, por el contrario, la presión al final de la carrera fuera inferior á la presión atmosférica, como el escape sería siempre á esta presión, el rendimiento no variaría teóricamente, por este hecho. Siendo prácticamente muy larga la carrera del pistón, tendremos una pérdida á consecuencia de los frotamientos más considerables y una pérdida también en la superficie del diagrama.

Por estas razones no estudiaremos más que el caso en que la presión al final de la carrera es  $H_0$ . Tendremos sucesivamente:

Calor suministrado:

$$Q = c_v (T - t_0).$$

Calor arrastrado por los gases de escape de temperatura  $t'$ :

$$c_p (t' - t_0).$$

La diferencia, con las hipótesis hechas, ha sido convertida en trabajo.

Rendimiento:

$$\rho = 1 - \frac{c_p (t' - t_0)}{c_v (T - t_0)}.$$

Esta misma diferencia, ó variación de energía interna, es  $c_v (T - t')$ .

Hay que hacer la advertencia general, de que en una expresión de la forma de ésta, se debe dar siempre á  $c_v$  el valor medio entre las temperaturas indicadas:

Rendimiento mecánico:

$$\rho_m = E \frac{c_v(T-t')}{v'}$$

Rendimiento del ciclo de Carnot:

$$\rho' = \frac{T-t_0}{T}$$

Rendimiento genérico:

$$\rho_1 = \frac{\rho}{\rho'} = \frac{T}{T-t_0} \times \frac{c_v(T-t')}{c_v(T-t_0)}$$

**Motores del segundo tipo.**—En los motores del segundo tipo, la mezcla tonante es llevada antes de la explosión á cierta presión  $p$ . En el caso general, esta compresión tiene lugar adiabáticamente, y la mezcla es llevada por el hecho mismo de su compresión, á una temperatura  $t$  superior á  $t_0$ .

Podemos, para simplificar los cálculos relativos á la compresión, siendo siempre muy débil la elevación de temperatura, no tener en cuenta la variación del calor específico.

Trabajo de compresión:

$$\mathcal{C}_1 = \frac{c_v(t-t_0)}{A}$$

Calor de combustión:

$$Q = c_v(T-t)$$

Calor desaparecido al final de la dilatación:

$$c_v(T-t')$$

Podemos tomar para  $c_v$ , durante la compresión, el valor del coeficiente  $a_1$  de los gases no quemados:

$$\rho = \frac{c_v (T - t') - a_1 (t - t_0)}{c_v (T - t)}$$

Rendimiento mecánico:

$$\rho_m = E \frac{c_v (T - t') - a_1 (t - t_0)}{v}$$

Rendimiento genérico:

$$\rho_1 = \frac{T}{T - t_0} \times \frac{c_v (T - t') - a_1 (t - t_0)}{c_v (T - t)}$$

**Motores del 3.º tipo ó motores atmosféricos.**—En este tipo de motores, la energía de la mezcla tonante se emplea en rechazar el aire atmosférico y en crear un vacío parcial detrás del pistón; durante la carrera de retorno, el trabajo gastado será restituído por el efecto de la presión atmosférica y podrá ser utilizado. Este tipo, hoy abandonado, no se ha hecho más que sin compresión.

Encontraremos sucesivamente:

Calor suministrado:

$$Q = c_v (T - t_0).$$

Calor desaparecido:

$$(T - t') \left( a + \frac{bR}{2} (T + t') \right).$$

Rendimiento económico:

$$\rho = \frac{(T - t') \left( a + \frac{bR}{2} (T + t') \right)}{\left( a + \frac{bR}{2} (T + t_0) \right) (T - t_0)}$$

Rendimiento mecánico:

$$\rho_m = \delta \frac{v_0}{v} (T - t') \left( a + \frac{bR}{2} (T + t') \right).$$

Para los motores de los dos primeros tipos, hemos visto que, debiendo la evacuación tener lugar al final de la carrera, debemos empujar la dilatación de manera de conducir los gases á la presión atmosférica en este punto. Para los motores atmosféricos, debemos empujar la dilatación lo posible, y no hay más límite que el punto de su carrera en que el pistón se detiene bajo la influencia de la presión atmosférica, punto que dependerá de la fuerza viva almacenada en el pistón. Las ecuaciones siguientes, permiten darse cuenta de lo que sucede en el funcionamiento de estos motores. El trabajo resistente es  $p_0(v' - v_0)$ , y á esta cantidad debemos igualar el trabajo recogido

$$Ap_0(v' - v_0) = (T - t') \left( a + \frac{bR}{2} (T + t') \right)$$

con

$$\frac{pv}{T} = \frac{p_0v_0}{t_0} = \frac{p'v'}{t} = R,$$

$$\left( \frac{p'}{p} \right)^a \left( \frac{v'}{v} \right)^{a+AR} = e^{b(T-t')}.$$

La temperatura  $T$  será dada, cuando conozcamos la composición de la mezcla.

En el caso en que el motor funcione sin compresión, se tiene evidentemente:

$$\rho_m = \frac{R\rho_0 v_0 \delta (v' - v_0)}{v_0 v'} = R\rho_0 \delta \left(1 - \frac{v_0}{v'}\right).$$

Vemos, bajo esta forma, que interesa prolongar la retención lo más posible, y por consecuencia aumentar la temperatura  $T$ . Vemos además, que es conveniente emplear una mezcla pesada. Un factor muy importante es la cantidad  $p_0$  ó la presión que ejerce sobre la cara libre.

**Motores del cuarto tipo ó motores á combustión.**—En estos motores, el aire aspirado por el cilindro es comprimido en éste y llevado por este hecho á una temperatura  $t$ , superior á  $t_0$ .

Podremos, como para los otros tipos, á costa de una complicación que no sería admisible, más que para las grandes máquinas, es verdad, hacer la compresión á temperatura constante y economizar por este hecho una cantidad notable de trabajo; volveremos más adelante sobre este punto.

Durante la primera parte del período de dilatación, el combustible es inyectado en el aire comprimido y caliente en el cilindro donde se quema.

Vamos á suponer que, como lo preconiza con mucha razón M. Diesel, la temperatura al final de la compresión es igual á la temperatura de combustión, que la llegada del combustible es regulable de manera de mantener, á pesar de la dilatación, la temperatura constante. En estas condiciones obtendremos el máximum de rendimiento para este tipo.

Trabajo de compresión:

$$\mathcal{T} = \frac{c_n (t - t_0)}{A}$$

Durante el periodo de combustión, la retención se hace á temperatura constante, el calor suministrado es

$$Q = ARt \log nep \frac{V}{v} \quad \text{con } PV = Rt.$$

El gas continúa en seguida á aflojarse adiabáticamente.

El calor conducido al final de la retención es  $c_p (t' - t_0)$ ; esto es, la cantidad de calor necesaria para conducir la masa de gas de la temperatura inicial á la de evacuación, á la presión atmosférica

$$\rho = 1 - \frac{c_p (t' - t_0) + C_v (t - t_0)}{ARt \log nep \frac{V}{v}}$$

Rendimiento mecánico:

$$\rho_m = E \frac{ARt \log nep \frac{V}{v} - \dot{c}_p (t' - t_0) - c_v (t - t_0)}{v'}$$

## CAPITULO VI

## Rendimiento de los diferentes ciclos

**Cuadro de comparación.**—En el capítulo anterior hemos visto los valores teóricos de los rendimientos de los diferentes ciclos.

Calculando los valores, llegaremos al cuadro que damos á continuación:

Composición de la mezcla	1.º tipo	2.º tipo Composición adiabática			3.º tipo	4.º tipo Com- presion
		3.ª	5.ª	7.ª		
<b>Rendimiento económico</b>						
Mezcla á 6 vol.	0 384	0 550	0 590	0 617	0 605	0 720
» 8 »	0 378	0 553	0 592	0 623	0 556	0 630
» 10 »	0 377	0 558	0 593	0 630	0 610	0 530
<b>Rendimiento mecánico</b>						
Mezcla á 6 vol.	21 4	122	130	187	»	376
» 8 »	16 5	100	123	142	»	246
» 10 »	15 5	87	105	121	»	163

Las cifras del rendimiento mecánico han sido obtenidas por comparación con el motor del se-

gundo tipo á compresión de 3 atmósferas, con la mezcla á 8 volúmenes de gas á 5,520 calorías, al que se ha atribuído la cifra de 100; estas cifras no dan más que puntos de comparación.

Para el motor del cuarto tipo se ha tomado el motor Diesel en una de sus formas recientes. Sin embargo, por las razones que veremos más adelante, estas cifras no representan la realidad sino desde muy lejos. Si comparamos, en efecto, los rendimientos así calculados con los rendimientos realizados, encontraremos una diferencia apreciable.

Las solas enseñanzas que se pueden sacar de este cuadro, son:

1.º Los motores á compresión son superiores á los motores sin compresión. También los motores del 1.º tipo han sido abandonados; lo mismo ha sucedido con los motores del 3.º tipo á causa de su mal funcionamiento.

2.º Es ventajoso emplear, en cada caso, la mezcla más rica y la compresión más fuerte que sean compatibles con las disposiciones del motor.

Naturaleza del motor	Consumo en litros por caballo-hora de gas á 5520 calorías		Relación de estas cantidades
	Teoría	Práctica	
1.º tipo. . . . .	321	2000	0·16
2.º tipo: compresión 5 atmósferas. . . . .	200	500	0·25
3.º tipo. . . . .	177	650	0·27

**Empleo del agua en los motores.**—Para los grandes motores, en los cuales el aumento de rendimiento debe admitirse antes que la simplicidad

del sistema, es ventajoso comprimir el aire á temperatura sensiblemente constante. Para llegar á este resultado, es necesario operar la compresión en un cilindro especial donde se inyectará agua pulverizada durante la compresión. De esta manera volvemos á los motores de dos tiempos, y creemos que esto tiende á desaparecer en beneficio de los motores á cuatro tiempos, por haber desconocido las ventajas que los hacen especiales, y cuya posibilidad de compresión isotérmica es casi la más considerable.

Asimismo, en los motores á combustión, género Diesel, en los que los gases deben estar al comienzo de la dilatación á temperatura elevada, creemos que sería interesante, aunque los ensayos hechos en este sentido hayan sido abandonados, comprimir isotérmicamente los gases, conduciéndolos en seguida, á presión constante, á la temperatura deseada, por un gasto suplementario de combustible, gasto que podría, además, ser evitado en parte por medio de un recuperador; actualmente es el motor el que suministra, bajo la forma de trabajo equivalente, el calor necesario á esta elevación de temperatura. En efecto, la compresión del aire empleado, en el motor Diesel, es el 50 por 100 del trabajo rendido, y su relación podría ser conducida al 40 por 100 en beneficio simultáneo del rendimiento económico y del rendimiento mecánico.

Además de la ventaja de reducir así el trabajo de compresión, se tiene también la de poder, gracias á la temperatura más débil, impulsar más lejos la compresión, en el caso de los motores á explosión.

Al agua agregada á la bencina en el caso de la aspiración y cuya vaporización durante la com-

presión limita la elevación de la temperatura, debe el motor Banki su buen rendimiento; los motores de alcohol deben también su buen funcionamiento á la presencia del agua en el alcohol del comercio.

En fin, en vez de enfriar por una circulación exterior arrastrando al arroyo próximamente la mitad del calor suministrado por el combustible, sería preferible inyectar sobre las paredes, después del final de la explosión, agua que, vaporizándose, aumentaría la masa del fluido evolucionante y, por consecuencia, la cantidad de trabajo producido.

#### **Causas de disminución del rendimiento.**—

Hemos visto, por el cuadro precedente, que el rendimiento práctico es notablemente inferior al rendimiento calculado. Vamos á buscar las causas de esta diferencia, para remediarlo si es posible.

Cuando hemos estudiado los diferentes ciclos de los motores, hemos admitido ciertas hipótesis que, verosímiles en teoría, están lejos de ser realizadas en la práctica; las recordaremos aquí:

1.º La explosión es instantánea y tiene lugar, por consecuencia, á volumen constante.

2.º La dilatación conduce al gas á la presión atmosférica, para los motores de los dos primeros tipos.

3.º No hay acción de las paredes, ni pérdida de calor hacia el exterior.

4.º La combustión es completa.

5.º La presión bajo el pistón, en la carrera de aspiración de la mezcla y en la carrera de expulsión de los gases quemados, es igual á la presión atmosférica.

Lo que hemos visto anteriormente puede indicarnos que estas hipótesis no serán realizadas, y

si comparamos los diagramas sacados de los motores y los diagramas teóricos, encontraremos que los primeros son bien inferiores á los segundos.

Las figuras 1, 2 y 3 representan: las curvas en trazo lleno, los diagramas sacados de los motores; las curvas en guiones, los diagramas teóricos de los motores de los tres tipos.

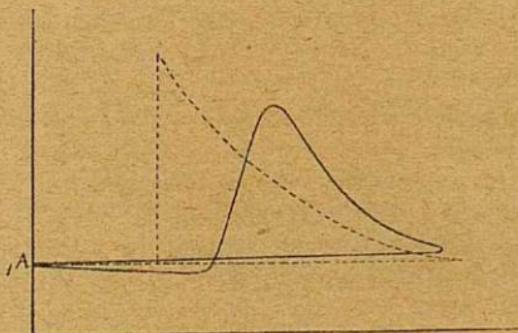


Fig. 1.<sup>a</sup>

Para el motor atmosférico, la parte sombreada representa el trabajo que puede suministrar la máquina en la carrera de vuelta.

El diagrama sacado de un motor atmosférico, debe, por consiguiente, ser tratado de una manera diferente que los de los otros motores.

Si examinamos sucesivamente las cinco hipótesis admitidas al principio, podemos comprobar que cada una de ellas corresponde á una causa de modificación del diagrama previsto, por tanto una causa de pérdida de rendimiento.

Resulta del hecho de que la explosión no es instantánea, es decir, que la velocidad de inflamación tiene un valor finito, que, mientras dura la

combustión, el pistón se desplazará una cantidad más ó menos considerable; la combustión no

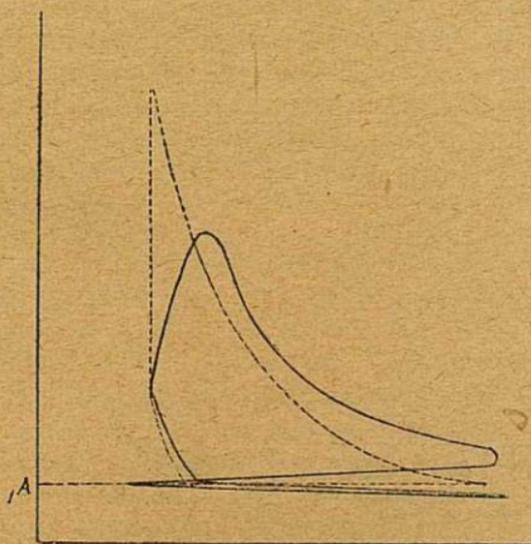


Fig. 2.ª

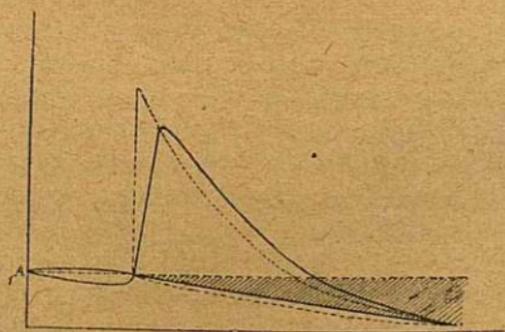


Fig. 3.ª

tendrá lugar á volumen constante, la presión máxima será disminuída, y, por tanto, la tempera-

tura de explosión, y finalmente el rendimiento. Reconoceremos este hecho en que la curva del diagrama, en vez de levantarse verticalmente, estará más ó menos inclinada y estará terminada por una redondez. La fig. 4.<sup>a</sup>, relativa á diagramas levantados en un motor en el que, bien á consecuencia del decrecimiento de la temperatura de las paredes, bien á causa de una modificación de

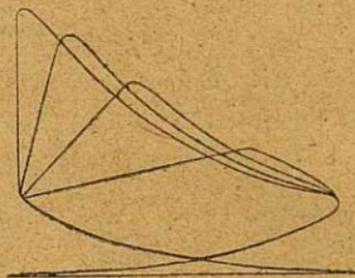


Fig. 4.<sup>a</sup>

la dosis, la velocidad de propagación de la llama, disminuyendo más y más, nos muestra que la curva de las presiones se desvía de una manera constante, y que el punto de la carrera en donde termina la combustión se aleja cada vez más del punto de inflamación. Esta pérdida es muy importante; pero la influencia de las paredes, que por otra parte la puede modificar por su acción sobre la temperatura de la mezcla, viene á impedir al diagrama indicárnosla de una manera rigurosa.

No hay lugar de aplicar de una forma integral lo que acabamos de decir, al motor atmosférico. Es necesario recordar, en efecto, que en los motores ordinarios el pistón está unido de una manera invariable á la biela y, por ésta, á la mani-

vela; el pistón será, por lo tanto, desde el punto muerto, arrastrado por sus uniones mecánicas. En el motor atmosférico, al contrario, el pistón debe, durante la carrera de ida, estar libre de toda trabazón; por consecuencia, este pistón no se moverá más que cuando la masa inflamada le comunique la fuerza viva suficiente, fuerza viva que dependerá de su masa; así vemos que puede ser por este lado ventajoso emplear un pistón de masa importante.

Al final de la carrera de aspiración, se ha encerrado en el cilindro un volumen de gas  $V_0$  á la presión atmosférica y á la temperatura ordinaria; al final del período de compresión, es decir, al final de la carrera de vuelta, este aire será encerrado en el volumen del espacio muerto  $v$ ; la presión vendrá á ser  $p$ ; luego de la explosión, que suponemos que tiene lugar á volumen constante, la presión vendrá á ser  $P$ , la temperatura  $T$ , y estas cantidades se encuentran en los cuadros del Capítulo IV.

Tenemos evidentemente:  $\text{compresión} = \frac{V_0}{v}$ .

A consecuencia de la disposición del motor, la dilatación será  $\frac{v}{V_0}$ , y los gases calientes no serán conducidos á la presión atmosférica.

Para combatir esta pérdida, algunos motores, dichos á dilatación prolongada, entre ellos el motor Letombe, no aspiran la mezcla gaseosa sino durante una parte de la carrera, de manera de que el gas sea conducido al escape, á una presión bastante próxima á la presión atmosférica.

La tercera hipótesis es relativa á la acción de las paredes. Esta acción, que hemos supuesto anteriormente nula, es, como lo hemos visto (Capítu-

lo III), muy importante, y la pérdida de calor que resulta, alcanza con frecuencia al 50 por 100 del calor gastado. Como la combustión desarrolla en el interior de los cilindros temperaturas incompatibles con las necesidades del engrasamiento, es indispensable combatirlas, conduciendo las paredes á temperaturas más moderadas para permitir el funcionamiento mecánico de los aparatos. Este es el papel de las envolturas ó nervaduras, en todos los motores pequeños, bañadas por el aire. Este papel perjudicial, pero indispensable, de la envoltura, debe ser limitado á lo estrictamente necesario. Hay que recordar que, para los motores atmosféricos, en los que la expansión debe ser rápida, la pérdida por las paredes será verdaderamente más débil; además, siendo la temperatura de los gases á la salida menos elevada que en los otros motores, podrá reducirse el papel de la envoltura.

Para examinar lo que pasa desde el punto de vista de la acción de las paredes, estudiemos un diagrama sacado de un motor, por ejemplo el que presenta en su Memoria M. Humphrey (fig. 5.<sup>a</sup>). Vemos que la curva de expansión se encuentra debajo de la adiabática y que, por consecuencia, hay, durante la expansión, cesión de calor de las paredes al gas. Al contrario, durante el periodo de compresión, estando todavía la curva encima de la adiabática, hay cesión de calor de los gases á las paredes.

Resulta que, en el momento de la combustión, la mezcla gaseosa y una porción de metal de las paredes son llevados á una misma temperatura inferior á la que habíamos calculado atribuyendo á la mezcla tan sólo la cantidad de calor proveniente de la combustión. En este momento es cuan-

do se realiza, en los motores de explosión, toda la pérdida en las paredes.

El calor recibido por la pared se extiende en seguida por todo el metal y llega á la superficie de contacto con el agua de circulación que es mantenida por ésta á una temperatura sensiblemente

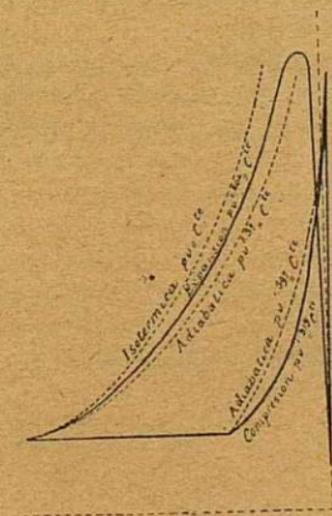


Fig. 5.ª

uniforme. La expansión hace bajar la temperatura de los gases más rápidamente que el agua de circulación la de las paredes, y durante la expansión éstas ceden, como lo hemos visto, calor á los primeros. Continuando de una manera regular el enfriamiento por el agua de circulación, la temperatura de las paredes bajará gradualmente durante la carrera de escape y el de aspiración de la mezcla gaseosa para encontrarse durante el periodo de compresión á una temperatura inferior

á la que resultaría para los gases, de la compresión adiabática, porque las paredes toman entonces el calor á la mezcla.

Sería fácil calcular, para un motor determinado, las cantidades de calor cedidas por las paredes durante la expansión y tomadas durante la compresión; estas cantidades son desde luego bastante pequeñas.

Las temperaturas de las paredes de que hablamos, no son, bien entendido, sino las temperaturas medias, porque es evidente, y también ventajoso para el rendimiento, que la cámara de combustión permanece á una temperatura superior á la del cilindro.

Además, si tomamos como representando la cantidad de calor cedido á las paredes mientras dura la explosión  $\tau_c$  (ó sensiblemente la pérdida total en las paredes) la fórmula de Witz:

$$\bar{Q}_c = 0.02357 \frac{S}{V} \varepsilon^{\tau_c},$$

siendo  $\varepsilon$  la diferencia de las temperaturas de los gases y de la pared,  $\frac{S}{V}$  varía con la disposición de la cámara de combustión, pero disminuye cuando el motor es estudiado para una compresión más fuerte. El tiempo que dura la explosión debe ser probablemente inversamente proporcional á la velocidad de propagación de la flama y directamente proporcional á la mayor dimensión del volumen de los gases. Por lo tanto, empleando una mezcla más rica y aumentando la compresión, deben disminuir las pérdidas en las paredes. Se puede también buscar trabar este cambio de

calor por un revestimiento apropiado de las paredes de la cámara de combustión; se podrá igualmente separar ésta del cuerpo del cilindro por una junta mala conductora del calor.

Todo esto no se aplica á los motores á combustión como el motor Diesel, en los cuales las paredes están á la temperatura de los gases después del final de la combustión, hasta el de la expansión.

Es inútil insistir mucho sobre las consecuencias que resultan de que las dos últimas hipótesis sean inexactas. La combustión incompleta causará evidentemente una pérdida. Resulta de las experiencias de Witz, que la proporción de los gases no quemados, nula en los casos de la mezcla á 6 volúmenes, puede alcanzar al 12 por 100 en el caso de la mezcla de 1 volumen de gas con 11'6 volúmenes de aire.

Las contrapresiones que, en el momento de la aspiración como en el de la evacuación, vendrán á reducir la superficie del diagrama, son debidas únicamente á las imperfecciones del mecánico; se puede, por lo tanto, conseguir reducirlas.

## CAPÍTULO VII

## Monografía de los Motores de aire caliente

**Máquina de Stirling.**—Este motor (fig. 6.<sup>a</sup>) fué imaginado en 1816 por Roberto Stirling y perfeccionado por Jaime Stirling.

Un cilindro C, terminado por un fondo esférico F, tiene una doble envoltura E, en el interior de la cual entra un pistón P muy voluminoso y lleno de materia poco conductora del calor, tal como yeso, por ejemplo.

Este pistón presenta una pared hemisférica que encaja en el fondo del cilindro C.

En la doble envoltura que hace, con la ayuda de agujeros, perforados en su pared interior, comunicar las partes superiores é inferiores del cilindro, están dispuestos tubos de cristal, en gran número y muy apretados unos contra otros, que constituyen el regenerador. En la parte superior del cilindro están colocadas las espiras de un serpiente S, recorrido por una corriente de agua fría que sirve de refrigerante.

De lo alto del cilindro C parte un tubo T que

comunica con el cilindro R, en el que se mueve el pistón K, receptor y transmisor del trabajo.

El pistón P recibe su movimiento alternativo de la máquina misma. En un momento determinado, si se supone que el pistón desciende, el aire, que

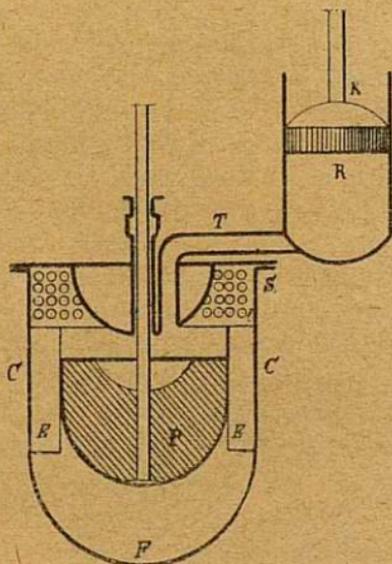


Fig. 6.<sup>a</sup>

está á cierta temperatura, es rechazado por mediación de la doble envoltura encima del pistón P, y pierde el calor que contiene al contacto de los tubos de cristal, acabándose en seguida de enfriarse al contacto del serpentín superior y desciende de temperatura. Es necesario advertir que, en esta evolución, el *volumen permanece constante*.

Estando el gas contraído á consecuencia de su enfriamiento, el pistón K desciende y comprime el

aire que conserva, al contacto del serpentín, la misma temperatura; la fase de *compresión isoterma* á la temperatura  $t_2$  se realiza así. Pero durante este tiempo, el pistón P vuelve á subir en virtud del mecanismo, y el aire que ha pasado encima del pistón, es aspirado debajo de este pistón en sentido contrario, y atraviesa el regenerador tomándole el calor que le había abandonado. Durante este tiempo el *volumen permanece constante*.

Al recalentarse, el aire se ha dilatado y, por consecuencia, el pistón receptor K se ha elevado; pero, durante la dilatación, el aire ha conservado su misma temperatura y se ha realizado así la *expansión isoterma* que termina el ciclo recorrido.

En esta máquina, el ciclo realizado, no es, por consiguiente, un ciclo de Carnot; se compone de dos isotermas y de dos paralelas á eje de las presiones, porque las dos evoluciones que cierran el ciclo se operan á volumen constante.

El aire que llena el tubo T y el cilindro receptor no presta ningún servicio activo; sirve aquí tan sólo de intermediario.

**Máquina de Franchot.**—Esta máquina consta de dos cilindros C, C<sub>1</sub>, colocados uno al lado de otro (fig. 7.<sup>a</sup>); el primero rodeado por las llamas de un hogar F, y el segundo por una envoltura de agua fría R.

Los pistones están unidos á dos manivelas caladas á 90°, estando la del pistón caliente avanzada sobre la del pistón frío.

Los fondos superiores é inferiores de estos cilindros están reunidos por dos conductos llenos de telas metálicas que sirven de regeneradores.

El pistón P del cilindro C, descendiendo, rechaza el aire al cilindro C<sub>1</sub>; este aire se enfría gradualmente. Inversamente, el aire contenido en

el cilindro  $C_1$ , pasa al cilindro  $C$ , calentándose al contacto del conducto de comunicación. Se calienta de nuevo y queda dispuesto á trabajar en la carrera siguiente.

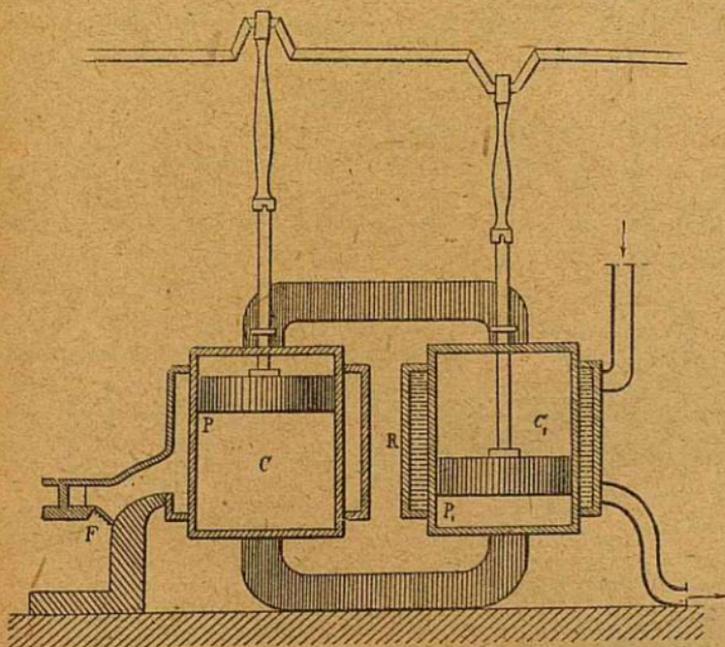


Fig. 7.<sup>a</sup>

Bajo su apariencia sencilla, la máquina de Franchot realiza un ciclo muy complicado; pero el estudio analítico de este ciclo demuestra que realiza el coeficiente económico máximo.

M. Kyder ha modificado felizmente, en estos últimos años, la máquina Franchot en sus disposiciones mecánicas, conservando, sin embargo, el mismo principio.

**Máquina d'Ericson.**—Dos cilindros  $C$ ,  $C_1$  (figura 8.<sup>a</sup>) están superpuestos uno á otro.

En el primero se mueve un pistón  $P$ , de cara inferior, cóncavo y lleno de yeso ó de materia poco

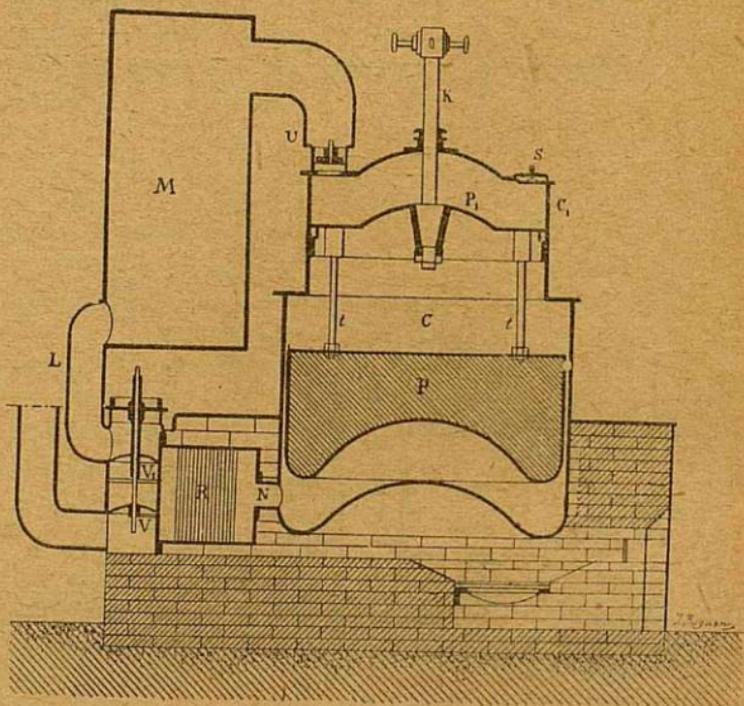


Fig. 8.<sup>a</sup>

conductora. Este pistón está unido por las barras  $t$  al pistón  $P_1$  que se mueve en el cilindro  $C_1$ , cuya sección es igual á los  $\frac{2}{3}$  de la del cilindro  $C$ .

La espiga  $K$  transmite el trabajo. Una válvula  $S$  se abre de fuera á dentro, comunica con la atmósfera; una válvula  $U$ , que se abre inversamente,

comunica con una capacidad  $M$ ;  $R$  es un regenerador compuesto de tela metálica que está en comunicación con la capacidad  $M$  por el tubo  $L$ , y con el cilindro  $C$  por el tubo  $N$ . En fin, las válvulas  $V, V_1$  que se abren de fuera á dentro, pueden poner en comunicación el regenerador con el exterior, ó con la capacidad  $M$ ; están movidas por un mecanismo especial.

Cuando el pistón  $P$  está en la parte baja de su carrera, las válvulas  $U$  y  $V_1$  están abiertas, en tanto que las válvulas  $S$  y  $V$  están cerradas, estando el depósito  $M$  lleno de aire comprimido á una media atmósfera; siendo la sección del pistón  $P$  superior á la del pistón  $P_1$ , estos dos pistones están levantados; el aire situado encima de  $P$ , atraviesa la válvula  $U$ , el depósito  $M$ , el tubo  $L$ , la válvula  $V_1$ , el regenerador  $R$  y llega sobre el pistón  $P$ , donde es calentado por un hogar. Esta evolución se hace, por lo tanto, á *presión constante*.

Antes que el pistón  $P$  llegue al final de su carrera, la válvula  $V_1$  se cierra; el aire calentado bajo el pistón se dilata á temperatura constante (*evolución isoterma*), hace subir el pistón y comprimir á temperatura constante el aire situado encima de  $P_1$ , y en el depósito  $M$  (*evolución isoterma*).

El cierre de  $V_1$  se hace en un momento tal que el aire comprimido en  $M$  alcanza una presión de una media atmósfera, cuando el pistón está en lo alto de su carrera.

En este momento, la válvula  $V$  se abre, el aire situado debajo del pistón puede escaparse á la atmósfera, atravesando desde luego el regenerador  $R$ , al que abandona una parte de su calor, y después la válvula  $V$ . El pistón  $P$  desciende bajo la acción de su peso y echa el aire debajo. Du-

rante esta descensión, el aire exterior entra por cima de  $P_1$  por la válvula  $S$ , y la  $U$  se cierra automáticamente.

El ciclo recorrido se compone esta vez de dos isotermas y de dos líneas de presión constantes, paralelas al eje de los volúmenes.

**Máquina de Laube-reau.**—La fig. 9.<sup>a</sup> representa el corte del tipo más reciente de esta máquina. Se compone de un gran cilindro  $C$  hecho en dos partes, calentado en su parte inferior por el hogar  $F$  y enfriado en su parte superior por el refrigerante  $R$ .

En lo alto del cilindro se mueve el pistón receptor  $P$  á frotamiento estanco, unido al árbol por una biela y una manivela.

Además, el pistón  $Q$ , cargado con una capa de yeso, se mueve en el cilindro con un juego bastante importante. Este pistón está dispuesto en forma de campana, subiendo y bajando alrededor de la cúpula cilíndrica del hogar. Está unido á un marco, movido por una excéntrica triangular que toma su movimiento de la máquina.

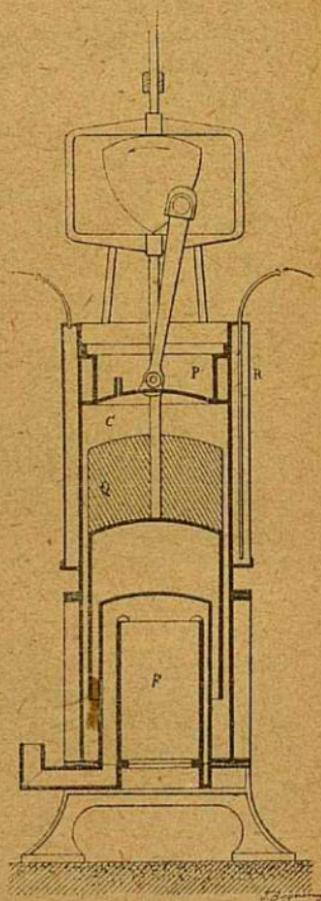


Fig. 9.<sup>a</sup>

El aire que sufre la evolución térmica es obligado á circular en el fuego precitado para pasar en una capa muy fina y calentarse al contacto del hogar, de la parte superior á la parte inferior del pistón.

Estando el aire almacenado en la parte superior del cilindro al contacto del refrigerante, se contrae y tiende á bajar el pistón P, estando el pistón Q levantado en este momento por la excéntrica, el aire frio es rechazado bajo del pistón Q. Se sigue de esto entonces que el pistón P tiende á levantarse arrastrando al árbol motor. El mismo aire sirve indefinidamente; un volante está encargado de regularizar la marcha.

Esta máquina no tiene regenerador.

**Máquina de Belou.**—En la máquina de aire caliente ó aeromotor de Belou (fig. 10) se evita la

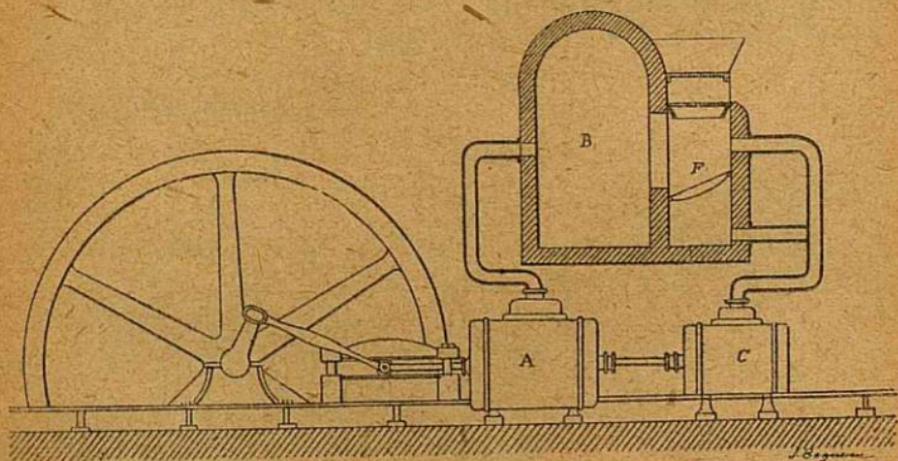


Fig. 10

pérdida de calor considerable, debida á la partida de los gases calientes por la chimenea, enviando

directamente al cilindro de aire los productos de la combustión.

El tiro de la chimenea es reemplazado por una bomba de compresión que toma su movimiento de la máquina y que realiza el tiro forzado por insuflación del aire sobre el hogar. A es el cilindro á aire y C la bomba de compresión que insufla el aire por dos conductos al hogar F, que se puede cargar por una tolva de tamiz. B es la caja de fuego donde se depositan las carbonillas y polvos antes de pasar á la caja de distribución del cilindro á aire caliente.

Esta máquina, buena en principio, está sujeta á los agarramientos debidos á los frotamientos entre superficies calientes, y á la deterioración de las guarniciones.

Las máquinas de aire caliente de Hock á inyección de vapor y de Bernier, derivan del mismo principio que el aeromotor Belou.

## CAPÍTULO VIII

---

### Monografía de los motores de gas

**Motores de gas sin compresión.**—En los motores de esta categoría, de una manera general, se producen cuatro fases, que son:

- 1.º La aspiración de la mezcla tonante á la presión atmosférica.
- 2.º La explosión á volumen constante.
- 3.º La expansión.
- 4.º La evacuación de los productos quemados.

Las tres primeras fases constituyen la carrera motriz y la última la carrera retrógrada resistente.

Se ha reconocido que el trabajo de estos motores es inferior al de los motores á compresión. En cambio, la influencia de las paredes es menor, y su mecanismo más sencillo, lo que tiende á aumentar su rendimiento.

**Máquinas atmosféricas.**—En estas máquinas, la expansión es llevada al extremo, de tal manera que la presión concluye por descender por bajo de la presión atmosférica, de suerte que, durante

la expulsión de los gases, la presión es motriz en vez de ser resistente.

En estas condiciones, el diagrama afecta la forma de la fig. 11;  $AA'$  es la línea de presión atmosférica, la mezcla es desde luego aspirada

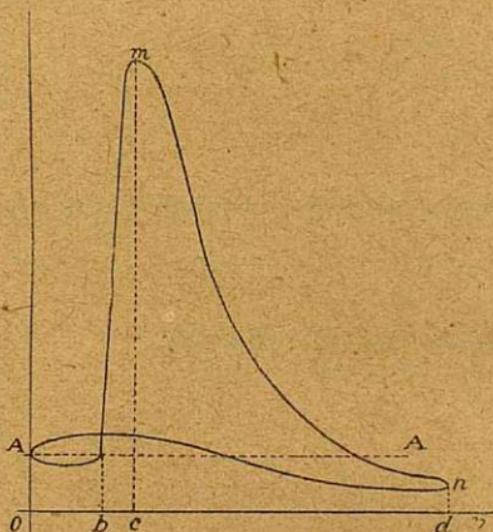


Fig. 11

durante la carrera  $ob$ , á una presión un poco inferior á la atmosférica; la explosión hace en seguida subir la presión á su maximum  $m$  durante la carrera  $bc$ ; la expansión se produce, y la presión baja á  $dn$ , inferior á la presión atmosférica; después, durante la expulsión del gas, la presión vuelve á subir para alcanzar y rebasar la presión atmosférica.

El tipo de motor atmosférico es la máquina *Otto y Langen*.

**Motor Otto y Langen.**—En esta máquina (fig. 12 y 12 bis) el cilindro es vertical y rodeado

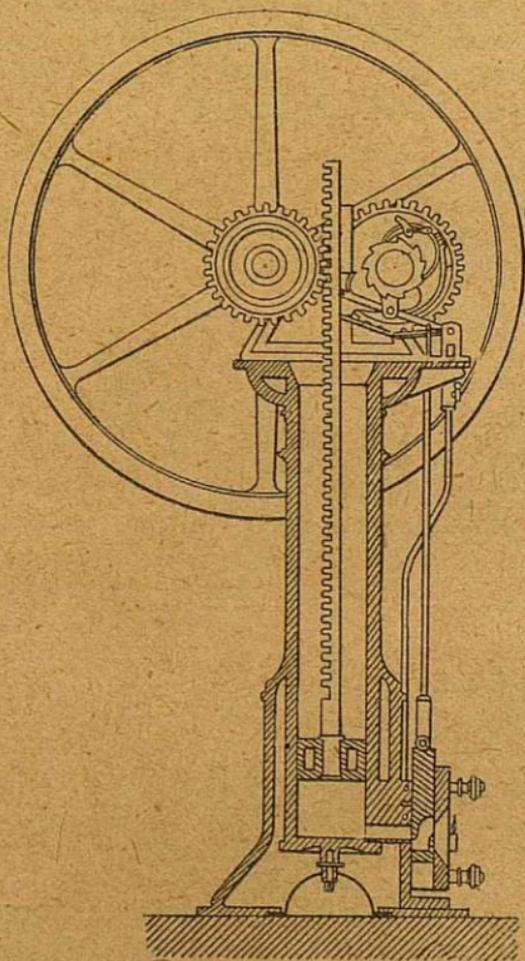


Fig. 12

en su base por una envoltura refrigerante. La distribución del gas se hace en la parte inferior y la

inflamación es producida por un mechero de gas especial. La caña del pistón es una cremallera que engrana con una rueda dentada R, colocada sobre el árbol motor (fig. 12 bis). Esta rueda está fijada al árbol de tal manera que el pistón transmite todo el trabajo al árbol á la bajada y nada á

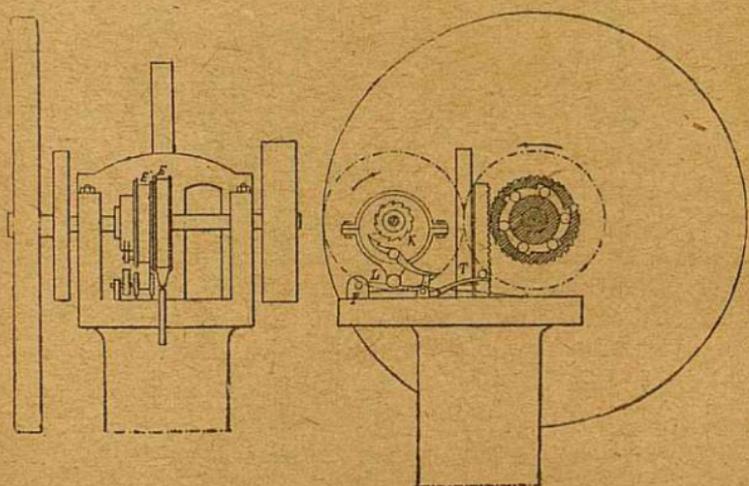


Fig. 12 bis

la subida. A este efecto, lleva interiormente una roqueta, que puede coincidir al descenso de los rodillos de acero A, en tanto que los deja libres á la subida.

La distribución es comandada por un árbol auxiliar, movido por un engranaje de diámetro igual al colocado sobre el árbol motor. Este árbol O tiene dos excéntricas E y E', montadas sobre el árbol; una comanda el distribuidor y la otra tiene por función levantar ligeramente el pistón para

aspirar la mezcla explosiva. Al efecto, ésta obra sobre una palanca L, oscilante alrededor del punto fijo P, que levanta el pistón la cantidad necesaria para la admisión. Un dispositivo bastante complicado permite que no se produzca el movimiento de las excéntricas sino durante un período determinado de la carrera.

La detonación lanza al pistón violentamente á la parte superior; la pesantez sola destruye la fuerza viva comunicada. Es sabido que, durante esta ascensión, el pistón no arrastra el árbol motor; la acción sería muy brutal. La presión disminuye durante la expansión y desciende hasta el valor de la presión atmosférica; por su fuerza viva el pistón pasa este punto y la presión disminuye todavía. Cuando el pistón ha llegado á lo alto de su carrera, es necesario que toda la potencia viva sea transformada en trabajo y que el pistón sea detenido. Al descenso, la presión atmosférica obra y hace dulcemente el trabajo de la subida, en tanto que el escape de los gases se produce por la parte inferior.

Este motor, que consume menos de 1 metro cúbico de gas á la hora, aun para las pequeñas fuerzas, gozó de mucho favor á su aparición, pero hoy día está casi abandonado.

#### **Motores sin compresión propiamente dichos.**

— En estas máquinas, las depresiones que se pueden producir en ciertos periodos del funcionamiento, son muy poco importantes. La aspiración de la mezcla explosiva tiene lugar durante el 30 al 40 por 100 de la carrera directa; la detonación tiene lugar, y la expansión que sigue se produce hasta la proximidad de la presión atmosférica; en fin, la evacuación de los productos quemados tiene lugar durante la carrera de retroceso.

**Motor Bishop.**—Este motor es muy empleado para las pequeñas fuerzas porque desciende hasta  $1/20$  de caballo y más.

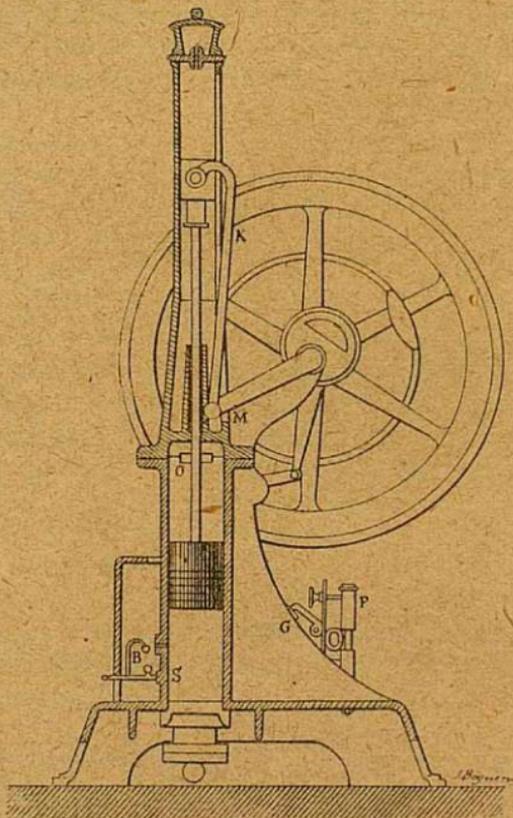


Fig. 13

La llegada del aire se realiza por el orificio A (figs. 13 y 14), y la del gas se hace por G; D es el distribuidor mezclador.

La regulación se opera por la garra P, obrando sobre el tubo de caucho de conducción.

Cuando la alimentación se interrumpe por la transmisión, un mechero de gas B provoca la ex-

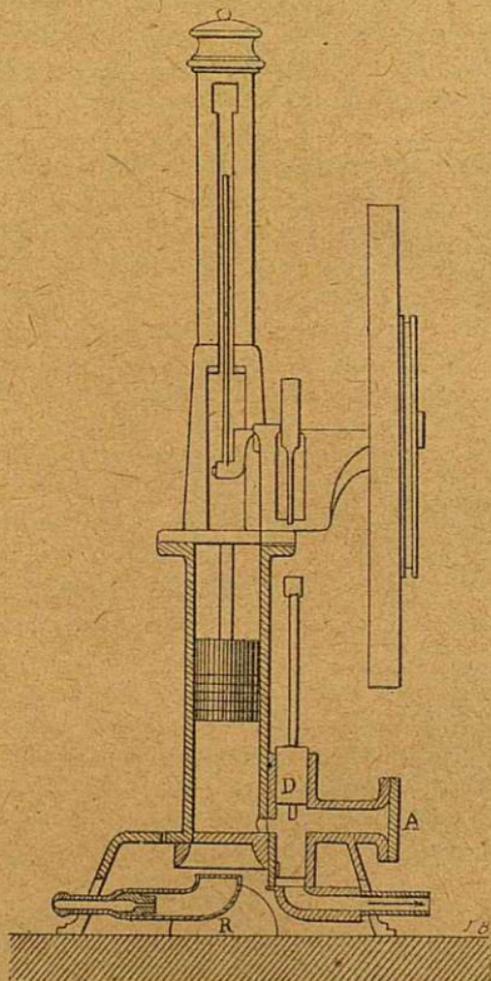


Fig. 14

plosión; el movimiento ascendente del pistón es el que aspira la llama en el cilindro.

Esta explosión cierra las clapetelas de A y de G. El pistón es lanzado bruscamente hacia adelante y guiado por una corredera en su ascensión; la biela pendiente K y la manivela M transmiten el movimiento al árbol motor. La parte superior del cilindro comunica con la atmósfera por la abertura O.

Las diversas piezas están equilibradas y dispuestas lo más favorablemente posible, para que el esfuerzo brusco transmitido no las destruya. S es un mechero de gas encendido de una manera permanente y destinado á volver á encender el mechero B si se apaga por efecto de la explosión; M es un recalentador, que eleva la temperatura de las paredes en el momento de la puesta en marcha. El exceso de calor de las paredes lo quitan las aletas que favorecen la pérdida. Antes del final de la carrera directa, el distribuidor D abre el escape al exterior para preparar la evacuación.

La lubricación del cilindro es producida por los depósitos debidos á la explosión.

Este motor, para pequeñas fuerzas, consume de 500 á 700 litros de gas por caballo-hora.

**Motor Sombard.**—En este motor (figs. 15 y 16) el aire y el gas llegan separadamente, y los gases quemados se escapan por una corredera T, cuya luna está representada en plano en la fig. 16; el gas llega á *g*, y el aire á *a* y *a'*, de una y otra parte de *g*.

A la admisión, los orificios de la corredera T se colocan encima de las lumbreras *a*, *a'*, *g*. La mezcla, aspirada por el pistón, se eleva en el cilindro arremolinándose en los canales *c* de la corredera.

Al descenso del pistón, la corredera descubre el orificio E de escape y cierra la admisión.

La comanda de la corredera se hace por medio de un árbol acodado *m*, visto en puntos sobre la fig. 15.

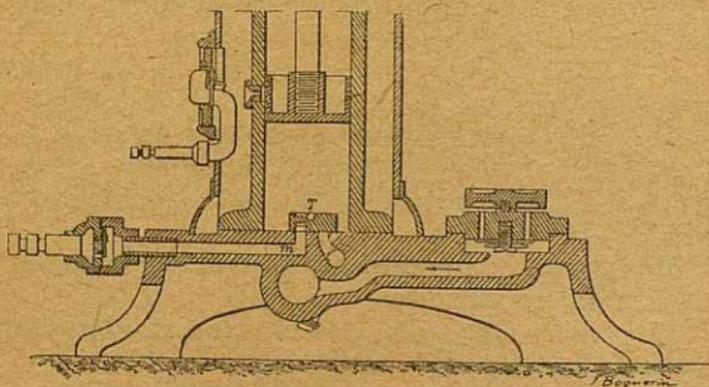


Fig. 15

El encendido se efectúa al través de una clapeta por un inyector de soplete.

Se ve que este motor es, con algunas modificaciones, una variación del motor Bishop.

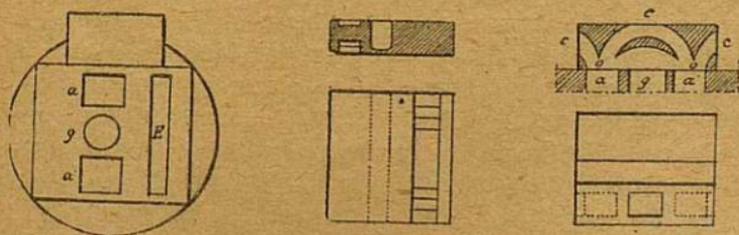


Fig. 16

El motor Bishop y sus derivados (Lombard, Andrew, etc.), son muy fáciles de entretener y conducir. Estos aparatos, á pesar de los esfuerzos

de sus constructores para adaptarlos á potencias importantes, parecen sobre todo destinados á pequeñas fuerzas.

**Motores á compresión.**—Los motores de gas á compresión se dividen en dos clases:

1.º Aquellos en que la explosión se opera á presión constante, que han tenido poca aceptación, á causa de ciertas dificultades especiales;

2.º Aquellos en los que la explosión se opera á volumen constante y que son los más numerosos.

**Motores á explosión bajo presión constante.**

—El ciclo comprende:

1.º La compresión de la mezcla detonante, hasta la presión de la explosión.

2.º La explosión ó combustión á presión constante.

3.º La expansión adiabática.

4.º El escape á la atmósfera.

La compresión de la mezcla se efectúa adiabáticamente; de aquí se deduce que el ciclo está comprendido entre dos adiabáticas y dos rectas paralelas al eje de los volúmenes.

La temperatura de la combustión alcanza en estos motores una cifra menos elevada que en los motores á volumen constante, y á este título presentan, sobre estos últimos, la ventaja de disminuir la influencia de las paredes. Pero la complicación del mecanismo y la necesidad casi absoluta de emplear dos cilindros para realizar el ciclo, han impedido extenderse hasta ahora á estos aparatos.

**Motor Libesay.**—Dos cuerpos de bomba A y B (fig. 17) están colocados uno al lado del otro; el pistón Q del primero aspira el aire por el orificio a y lo rechaza sobre el pistón *mutador* S, y des-

pués á la capacidad C, cuando el pistón Q está en la parte baja de su carrera. El aire y el gas se encuentran en la capacidad C, y forman una mez-

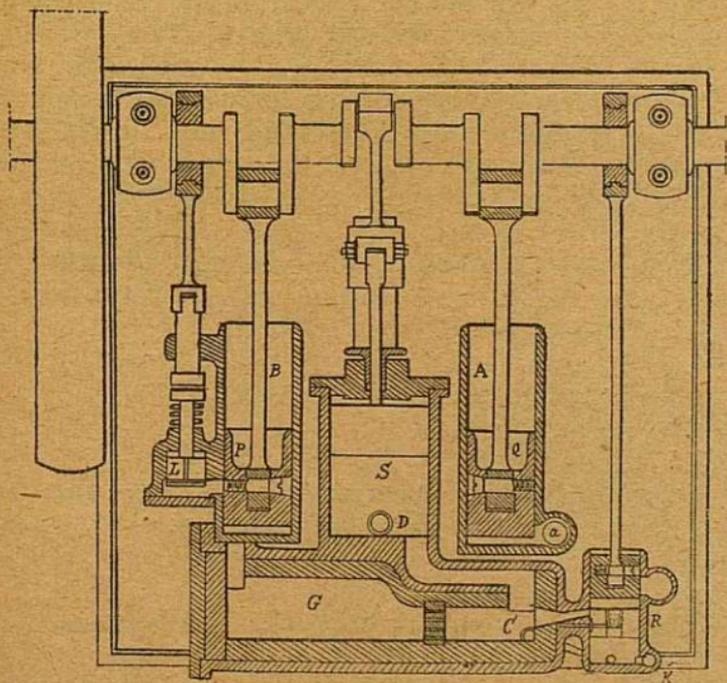


Fig. 17

cla detonante. Esta mezcla es inflamada, casi al momento en que el pistón de la bomba R está á la mitad de su carrera, por un encendedor K.

La mezcla inflamada efectúa su expansión, á presión sensiblemente constante, en la capacidad C y en la cámara vecina G de materiales refractarios. De allí, la mezcla pasa bajo el pistón P del segundo cilindro B, y realiza el esfuerzo motor.

Los productos de la combustión se escapan por la válvula L.

La cámara G de ladrillos refractarios hace las veces de un verdadero *regenerador*, porque el orificio L de escape no está abierto más que durante la mitad de la carrera, y durante la otra mitad el aire caliente es rechazado á la capacidad G. Cuando esta capacidad está calentada suficientemente, se suprime la llegada del gas, y la máquina se convierte en un motor de aire caliente.

### **Motores á explosión con volumen constante.**

—El ciclo recorrido por la mezcla comprende:

- 1.º La aspiración de la mezcla;
- 2.º Su compresión;
- 3.º La explosión instantánea;
- 4.º La expansión;
- 5.º El escape.

La compresión y la expansión, como se supone, se efectúan siguiendo las adiabáticas; el ciclo está comprendido entre dos de éstas y dos paralelas al eje de las presiones.

Estos motores se subdividen en dos grupos.

El primero comprende las máquinas de dos cilindros, de los cuales uno de ellos sirve de *compresor* y el otro de *receptor*.

El segundo grupo comprende las máquinas de cilindro único, que estando obligadas á llenar el mismo oficio que las precedentes, no pueden tener más que una carrera motriz para cuatro carreras simples, es decir, cada dos vueltas; por esto se las llama á veces máquinas de cuatro tiempos ó á cuarto de efecto.

**Motores de doble cilindro.**—Estos motores realizan una explosión por vuelta; se componen de dos cilindros, uno que sirve de compresor de

la mezcla y el otro de receptor. Estos aparatos presentan numerosos tipos diferentes, de disposiciones extremadamente variadas.

**Motor Niel** (figs. 18, 19 y 20).—En este aparato el pistón grueso P aspira la mezcla detonante

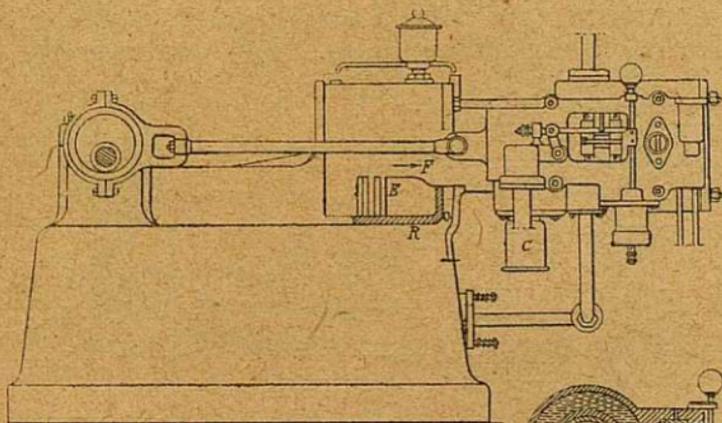


Fig. 18

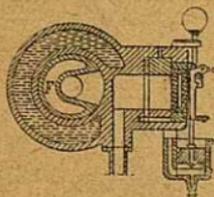


Fig. 19

contenida en un depósito R colocado debajo del cilindro. Al efecto, la muesca E, hecha en la vaina, permite al gas pasar al cilindro; después la vaina E cierra la abertura O, y el pistón P, continuando su carrera, aspira aire por el conducto C y gas por la válvula G. Los dos fluidos se mezclan por el difusor *d* antes de pasar al cilindro. En fin, el cajón T, cierra el orificio de acceso del gas, y el pistón P no aspira más que aire. Cuando empieza la carrera de retroceso, este aire aspirado pasa detrás del pistón-vaina F, por C y H, hasta K, y se escapa en L afuera, con una parte de los gases de la combustión; el

escape se cierra entonces, y el pistón comprime en K la mezcla que ha vuelto á entrar, en tanto que P rechaza por O el resto de la mezcla en el depósito R.

La explosión tiene lugar en K y el pistón vaina F recibe y transmite el esfuerzo motor. El pistón P comienza de nuevo á aspirar en el depósito R para la cilindrada siguiente. N es una corredera

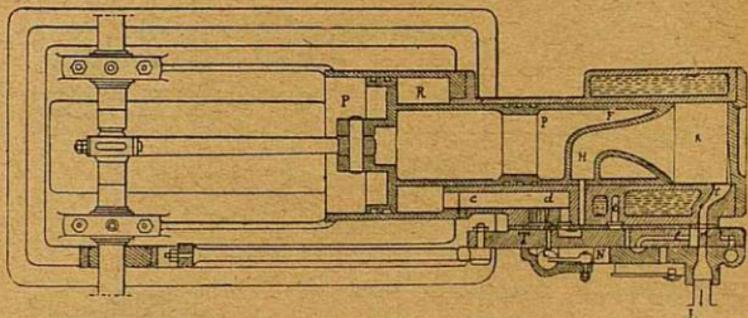


Fig. 20

que, por el regulador, puede ser más ó menos rechazada sobre la corredera de distribución T, de manera de dar, en un momento determinado, acceso en el depósito R á cierta cantidad de mezcla detonante; el camino seguido está indicado por las letras *t*. Esta corredera es conducida á su sitio, cuando la corredera T vuelve hacia adelante. Este motor tiene la ventaja sobre las máquinas del mismo tipo, de permitir una expansión muy extensa.

**Motor Dugald-Clerk.**—En este motor el gas es aspirado por un conducto *g* (figs. 21 y 22) y sigue el camino 1, 2, 3, 4, pasa por la válvula S y después se mezcla con el aire de manera de formar la mezcla detonante, y por un espacio anular,

estrangulado para suprimir el arremolinamiento, penetra en el cilindro mutador D. El volumen de gas y de aire mezclado, necesario á la explosión, es así aspirado durante la mitad próximamente de la carrera del pistón mutador P.

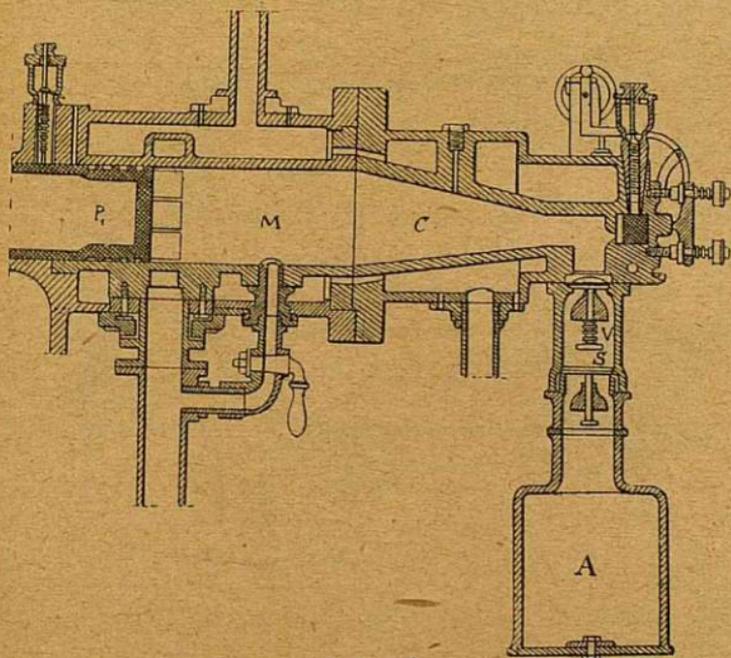


Fig. 21

Durante el final de la carrera, este mismo pistón continúa aspirando aire solo, como precedentemente, por medio de la capacidad A. El cajón T ha cerrado la llegada del gas. Este aire admitido durante la última mitad de la carrera, está destinado á yuxtaponerse á la mezcla sin confundirse con ella.

En la carrera de retroceso, este aire no mez-

clado es rechazado en el cilindro motor M durante la mitad de la carrera detrás del pistón mutador D, que corresponde á la segunda mitad de la carrera hacia adelante del pistón motor P, este aire llega por *4jke* y echa delante de él los gases quemados de la carrera precedente.

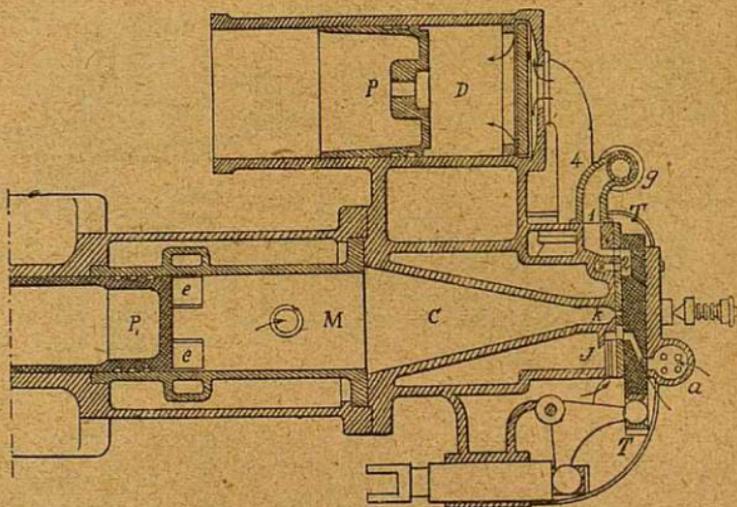


Fig. 22

Durante la media carrera final del pistón D, correspondiente á la media carrera inicial hacia atrás del pistón P, motor, la mezcla explosiva es aspirada por el mismo camino.

En lo que concierne al pistón motor P, la carrera hacia adelante comprende la explosión de la mezcla comprimida, precedida de una capa de aire puro ó de mezcla pobre; á seguida expansi-ona seguido de escape anticipado por las aberturas e que descubre el pistón antes de haber termina-

do su carrera. El final de la carrera hacia adelante sirve para la admisión del aire rechazado por el pistón mutador P.

Al comenzar la *carrera hacia atrás*, se termina el escape de los gases quemados mezclados al aire, que sirve de verdadero *limpiador*. Durante este tiempo, la entrada de la mezcla explosiva continúa y se termina, y esta mezcla se comprime á seguida poco á poco en la cámara de explosión C, que la válvula V mantiene cerrada. En *a* se encuentran los mecheros Bunsen, que provocan la explosión de la mezcla.

La corredera T es comandada por medio de una excéntrica y una pieza de igual forma á las que se usan para las campanillas.

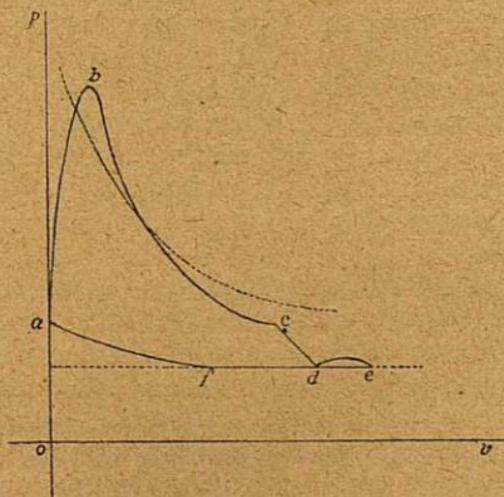


Fig. 23

La fig. 23 representa el diagrama de una máquina Clerk.

El punto *a* es el estado inicial del gas en el momento de la explosión, la línea *ab* representa la explosión á volumen sensiblemente constante.

De *b* á *c* se produce la expansión que cruza la adiabática real indicada en puntos; de *c* á *d*, el escape anticipado de los gases quemados; de *d* á *e*, la introducción del aire echado por la bomba de compresión que barre la mezcla y que termina de producir el escape y la limpieza de *e* á *f*. En fin, de *f* á *a*, compresión adiabática de la mezcla.

Este diagrama está realizado por el indicador de presión, sensiblemente como lo indica la figura.

El motor Clerk, muy usado, puede ser considerado como el tipo de los motores de compresión á volumen constante y á doble cilindro.

**Motor Seraine para pequeñas fuerzas.**—El cilindro motor *M* (fig. 24) está situado encima del cilindro de compresión *C*; al descender, el pistón motor aspira en *M* la mezcla detonante que rechaza á seguida al compresor *C*. De allí pasa el gas al mechero *A*, que lo inflama. Las potencias de este motor pueden descender hasta algunos kilogrametros.

**Motores de cilindro único.**—Estas máquinas no pueden suministrar más que una carrera motriz por cuatro carreras simples. De aquí la necesidad de que tengan una velocidad considerable, y un volante importante, á menos de acoplar dos máquinas semejantes de manivelas paralelas.

Las cuatro fases del ciclo comprenden cada una una carrera. Estas son:

Aspiración de la mezcla;

Compresión de la mezcla;

Explosión, expansión, escape anticipado;

Fin del escape.

El tipo de estas máquinas es el motor Otto, que apareció en 1877, y realizó por primera vez

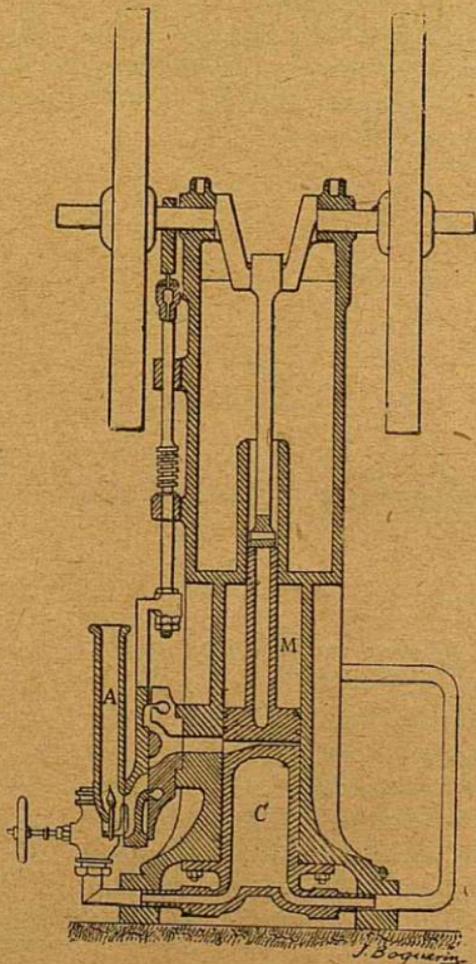


Fig. 24

y definitivamente el motor de gas, y á compresión verdaderamente industrial. Otto fué el primero

que estableció así el principio del motor á cuatro tiempos, lo que marca una fecha en la historia de los motores de gas.

**Máquina Otto.** — En esta máquina (fig. 25), el pistón deja en la parte de detrás del cilindro C (fig. 26) en el que se mueve, un volumen igual al tercio del volumen total.

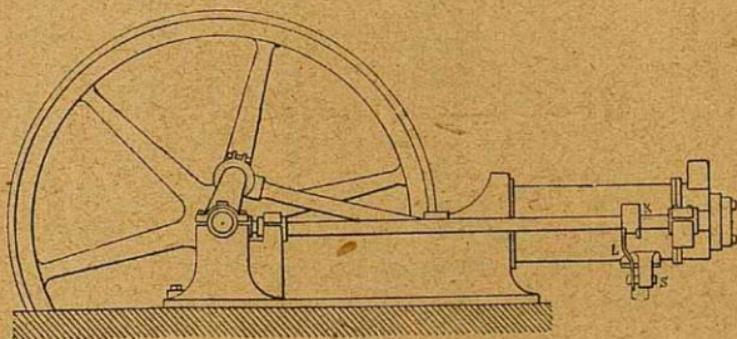


Fig. 25

Durante la *carrera hacia adelante núm. 1*, se produce la aspiración de la mezcla sensiblemente á la presión atmosférica; en la *carrera hacia atrás núm. 1*, el cajón cierra la admisión, y la mezcla explosiva es comprimida por la acción del volante; esta presión alcanza 2 kilogramos; en la *carrera hacia adelante núm. 2*, la explosión y la expansión se producen, seguidas de un escape anticipado de los productos de la combustión; en fin, en la *carrera hacia atrás núm. 2*, se produce el final del escape.

La corredera TT se mueve sobre el fondo del cilindro perpendicularmente al eje. Esta corredera está comandada por un árbol lateral paralelo á este

eje, y que da dos veces menos vueltas que el árbol motor, con el fin de no volver á poner en posición el cajón sino cada dos vueltas. Una pata K de este árbol arrastra una palanca L, que hace funcionar la válvula S de escape. La corredera de distribución resbala entre dos contraplacas. Tiene dos

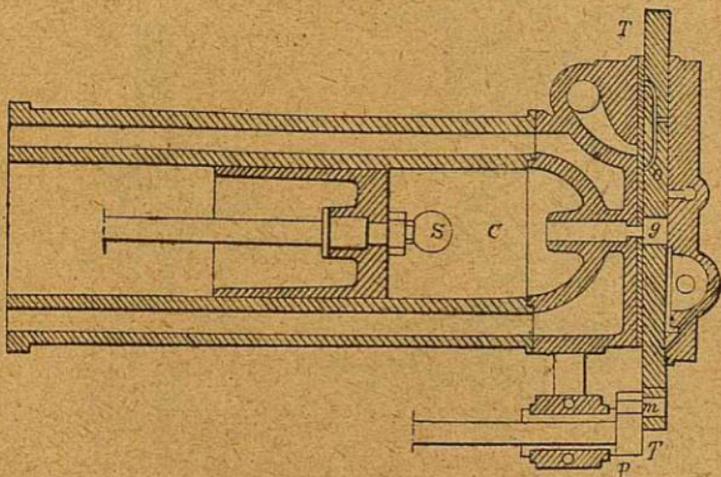


Fig. 26

aberturas: una *o*, doble, sirve para la introducción de la mezcla de gas y aire: la otra *g*, sirve para la inflamación de la mezcla gaseosa. Se ve en la figura 27 la llegada del aire en *a* y de gas en *b*; en *r* (fig. 28), se ve que el fondo del cilindro está en comunicación con el mechero *r* que sirve para la inflamación.

La corredera se pone en movimiento por un plato manivela P, con la ayuda del manetón *m*.

El ciclo recorrido está representado por la figura 29. Según *ab* se produce la aspiración á la

presión atmosférica sensiblemente; según *be*, tiene lugar la compresión durante la carrera siguiente; después la explosión *cd* á volumen constante, y la expansión *de* seguida del escape; siguiendo *ef*, que dura el recorrido *e'f'* del pistón y que hace caer la presión á una cifra un poco superior

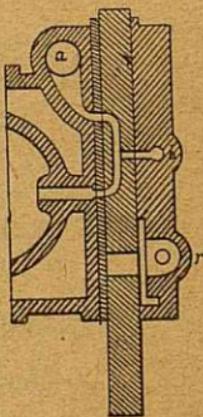


Fig. 27

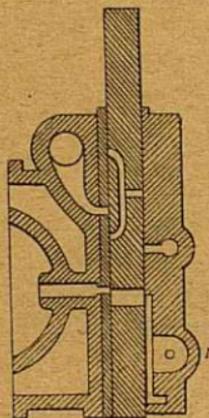


Fig. 28

á la de la atmósfera. La segunda carrera de retroceso ó cuarta carrera simple, termina, en fin, el escape siguiendo la línea *fa* que cierra el ciclo.

El encendido en el motor Otto tiene de notable que, siendo la presión más grande en el cilindro que en el exterior, la llama del mechero sería rechazada fuera. Por esto se han dispuesto las cosas de manera de transportar con la ayuda de la corredera T una llama bajo presión. Al efecto, un *encendedor intermitente* suministra á la lumbrera de la corredera cierta cantidad de gas que se inflama al pasar por delante de un *encendedor perma-*

nente, y que es transportado entre las dos contraplacas hasta el orificio central de admisión y de encendido. Un agujero de equilibrio permite establecer la presión del cilindro en el interior de la lumbrera que contiene el gas incandescente, antes de la comunicación con el cilindro.

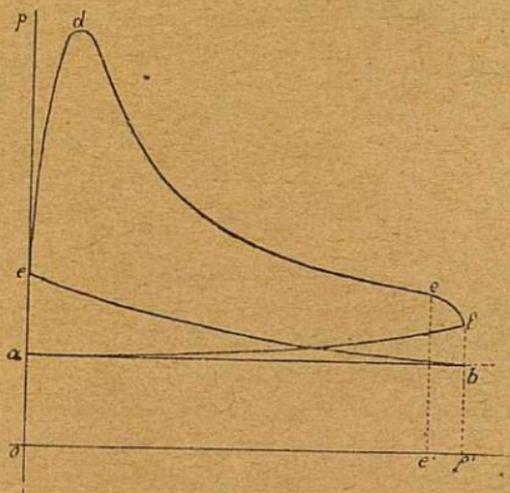


Fig. 29

Un regulador á fuerza centrífuga regula, con la ayuda de una pata, la llegada del gas, obrando sobre la válvula de admisión; puede llegar á suprimir ésta completamente, si la máquina se embala.

La potencia del motor Otto varia de 1/8 de caballo á 100 caballos y más, con un consumo de 600 á 800 litros de gas por caballo-hora.

Este motor es considerado como el tipo de la máquina de gas verdaderamente práctica, y ha

servido de modelo, á lo menos en principio, para casi todos los otros motores.

Se construyen también motores Otto de dos cilindros, que realizan una explosión por vuelta y tienen, por consiguiente, una mayor regularidad de rotación.

**Máquina Delamare-Debouteville.**—Estas máquinas funcionan generalmente con el gas Dowsons.

El cilindro C (figs. 30, 30 bis y 31) está provisto de una envoltura refrigerante R. El aire llega por A y el gas por el tubo G. La mezcla se efectúa en la esfera A, en la que el gas pasa cuando el pistón está al final de su carrera hacia atrás.

La válvula G que permite el acceso del gas, está accionada por la palanca L, movida ésta por la comanda de la corredera que da acceso á la mezcla detonante en el cilindro.

La mezcla aspirada por el pistón penetra por el orificio O; al efecto, el volante da el trabajo necesario. A la carrera siguiente, la mezcla se comprime hasta ocupar 23 á 25 por 100 del volumen primitivo, si se trata de gas Dowson, y de 30 por 100 si de gas del alumbrado.

Cuando se ha efectuado la compresión, la lumbrera I de la corredera se coloca delante del encendedor F, y tiene lugar la explosión. Esta se produce por una chispa eléctrica continua suministrada por una bobina de inducción.

Efectuada la expansión, el escape se hace por el conducto E, que una válvula movida por un árbol lateral descubre en el momento oportuno.

Un regulador de péndulo obra sobre la extremidad de la palanca L, que determina por sí misma la apertura ó el mantenimiento de la oclu-

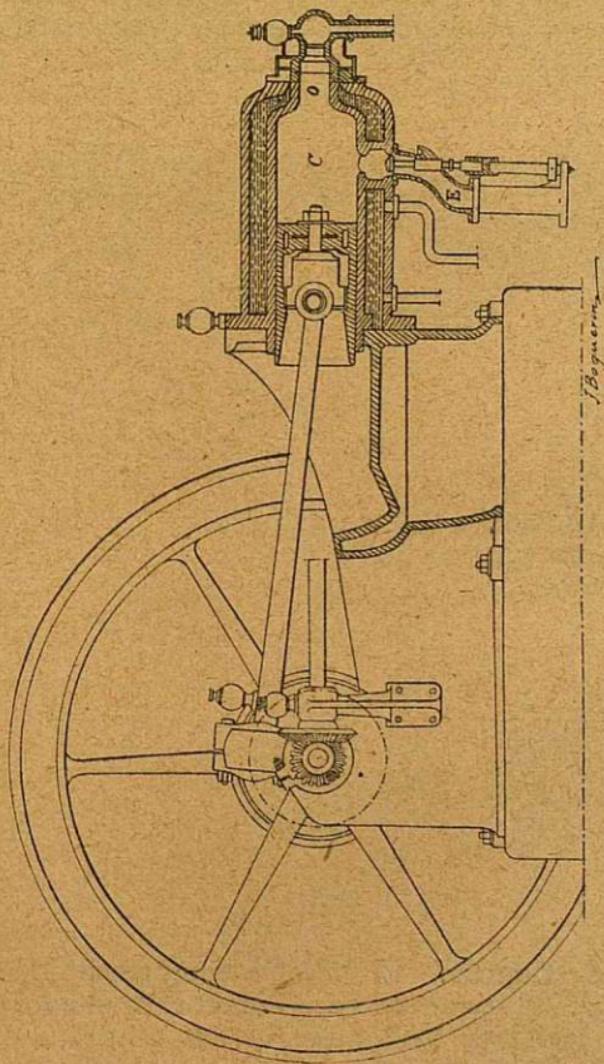


Fig. 30

sión de la válvula G de llegada del gas. Si la corredera marcha muy rápida cuando la máquina se embala, la palanca deja escapar la válvula, que no se abre.

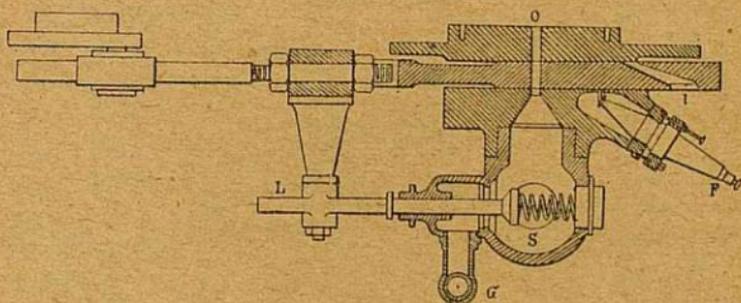


Fig. 30 bis

El diagrama de esta máquina es de la misma naturaleza que el de la máquina Otto descrita anteriormente.

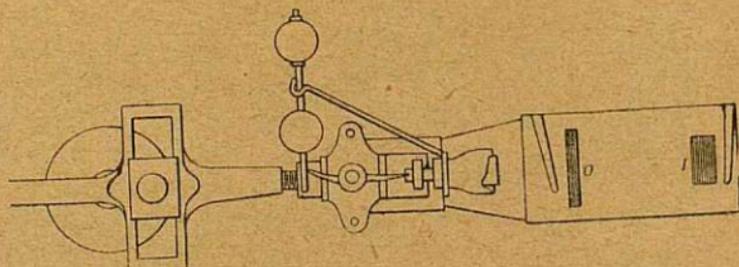


Fig. 31

**Motor Lenoir.**—El motor á compresión de Lenoir (fig. 32) tiene un recalentador R, el cual está dispuesto en la prolongación del cilindro motor. El corte de este cilindro está indicado en R; Se ve que está provisto interiormente de aletas ra-

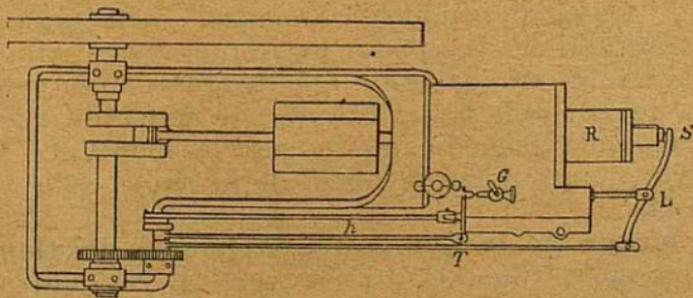
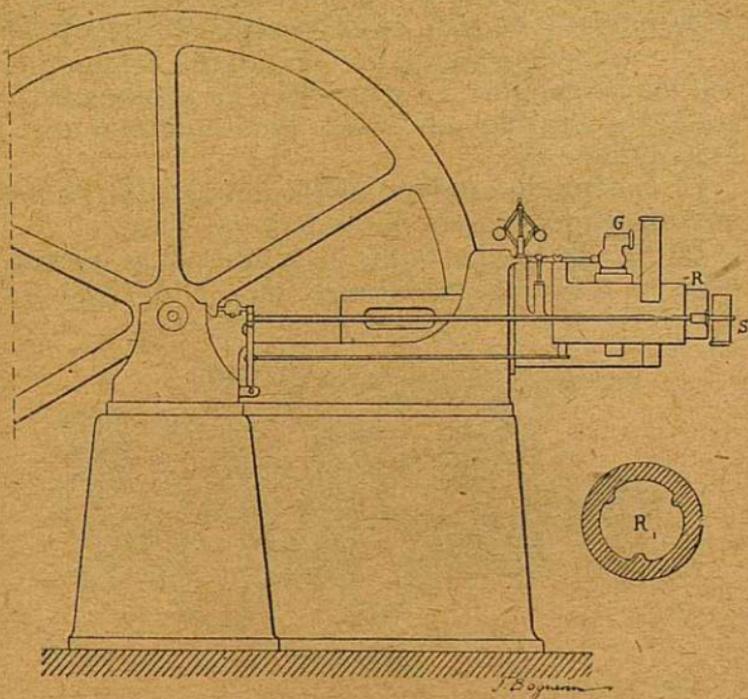


Fig. 32

diantes. Este órgano entretiene el cilindro á temperatura elevada; la compresión facilita así la inflamación, aunque el gas empleado sea pobre.

El escape se efectúa por la válvula S, comandada por la palanca L y la caña T, accionada por un árbol auxiliar que hace igualmente mover el distribuidor.

El encendido análogo al del motor Otto, se hace por un transporte de llama bajo presión.

La fig. 33 da el croquis de la corredera. Se reconoce en *a* la llegada del aire, en *g* la del gas; en *f*

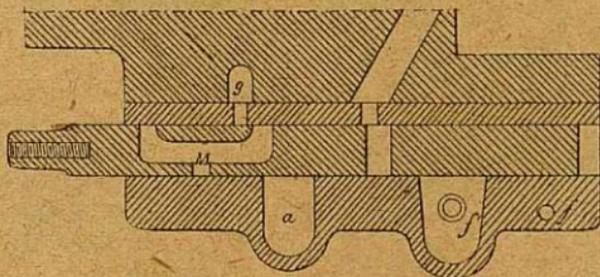


Fig. 33

y *f'*, los encendedores. La mezcla se efectúa en la cámara M. El regulador es de fuerza centrífuga y obra sobre un balancín que, levantando la palanca de comanda de la válvula de toma de gas G, accionada periódicamente por la máquina, permite á esta palanca obrar ó no sobre esta válvula.

#### **Motor de la Compañía parisiense del Gas.—**

Este motor (figs. 34 y 35) es vertical y á cuarto de efecto, como los precedentes. En G se hace la llegada del gas, en M la aspiración y la mezcla y en E el escape.

El encendido se efectúa eléctricamente con la ayuda de una pila, de una bobina Rhumkorff y

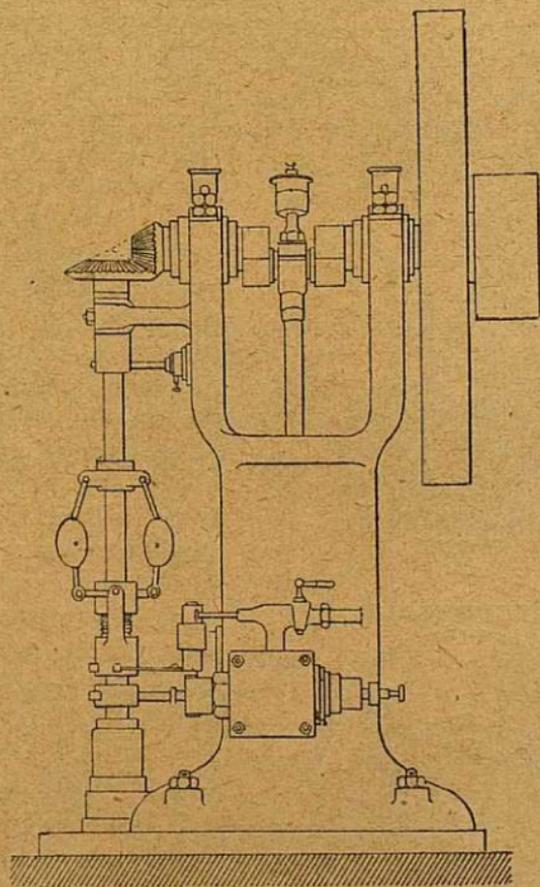


Fig. 34

de un inflamador F; L es la palanca de admisión del gas puesta en acción por una pata C fijada sobre el árbol auxiliar O; R es la palanca de

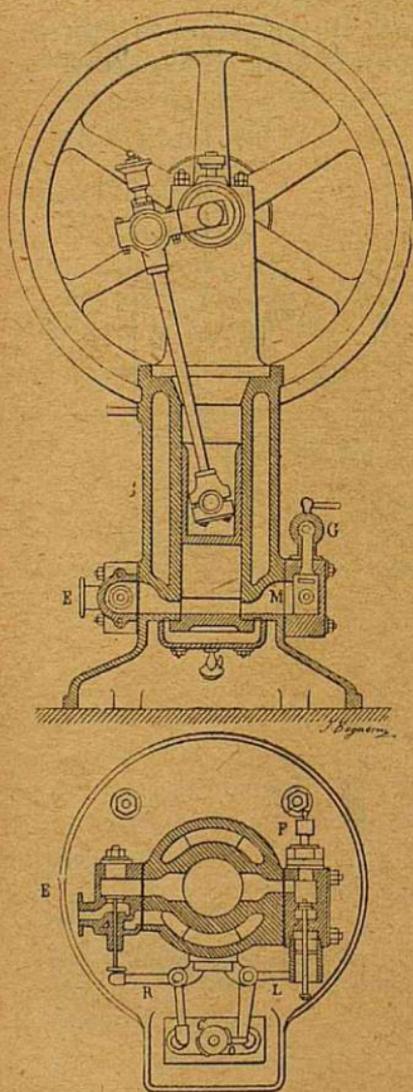


Fig. 35

escape movida de la misma manera. Este árbol O, movido en su remate por el árbol motor por medio de engranajes cónicos, lleva igualmente un regulador de fuerza centrífuga que levanta ó baja la pata de acción, de manera de hacerla escapar, en el momento en que aumenta la velocidad, la palanca L de comanda de la válvula de admisión de gas. Una envoltura refrigerante S impide un calentamiento muy importante del cilindro. El motor representado suministra 1/2 caballo á 400 vueltas. Consume 1'13 m.<sup>3</sup> de gas por caballo-hora; la compresión alcanza á 5 kilogramos.

Hay otra categoría de motores que comprende los motores compounds y los motores á doble efecto y que vamos á dar á conocer.

**Motores compound.**—Estos motores presentan teóricamente las mismas ventajas que los motores

compound á vapor, es decir, una mayor regularidad de marcha y un desgaste menor de los órganos.

Hasta ahora, sin embargo, no parecen dar los resultados satisfactorios que eran de esperar.

**Motor Otto compound** (figs. 36 y 37).—Los dos cilindros H y H<sub>1</sub> (fig. 37) son de alta presión, el cilindro B, de baja presión. El pistón de este últi-

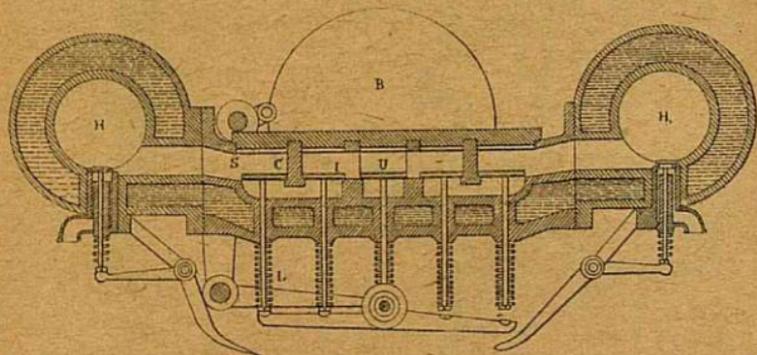


Fig. 36

mo está conjugado con los dos otros, de manera que concluye su primera carrera motriz mientras que el pistón del cilindro H efectúa el rechazamiento en B de los productos quemados de la carrera terminada, y que el pistón del cilindro H termina la compresión de la mezcla.

Durante la segunda carrera motriz, tiene lugar lo contrario. En estas condiciones, hay un golpe de pistón motor á cada vuelta del motor, que viene de H, de H<sub>1</sub> ó de B.

Los productos quemados pasan de H á B por el conducto C (fig. 36) á través de las válvulas S, I, una de expansión y la otra de retención. El es-

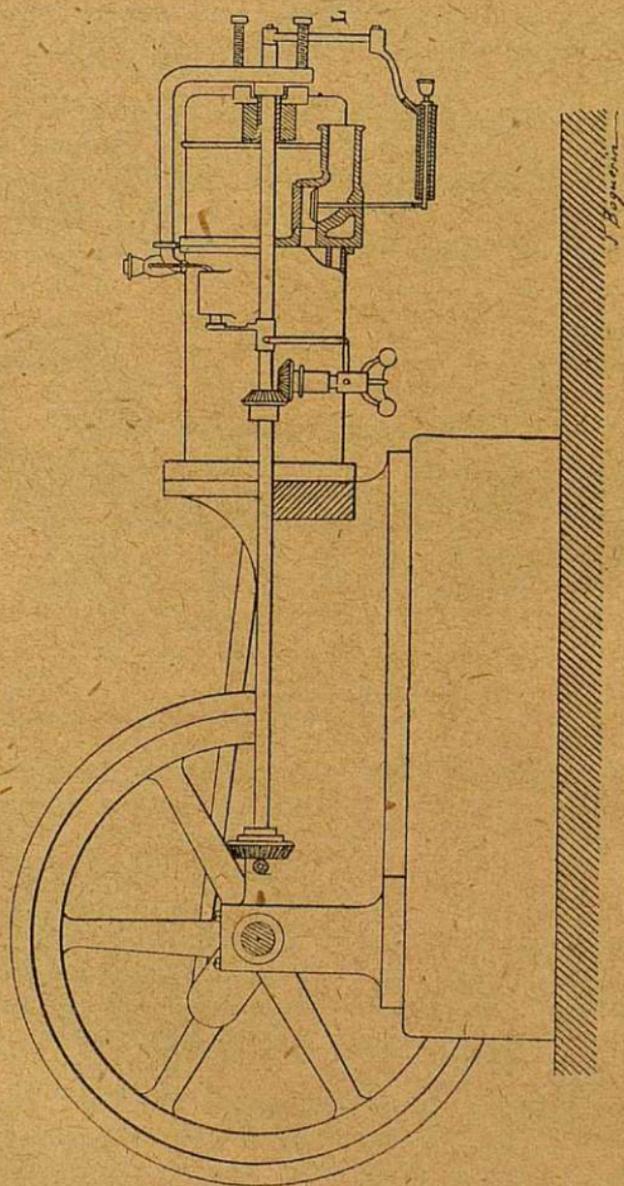


Fig. 37. - Elevación.

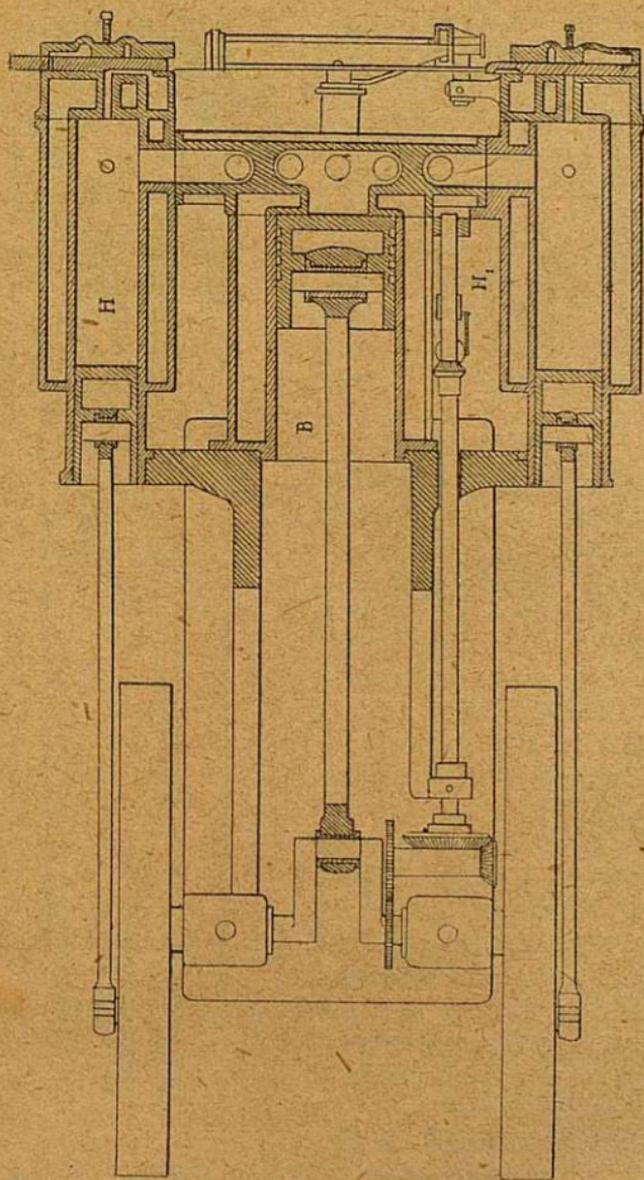


Fig. 37.—Plano.

cape de B se hace por la válvula U, movida por una palanca acodada especial L. Las válvulas S é I están movidas por patas y juegos de palancas apropiados.

Las válvulas de retención se abren antes de las válvulas de expansión, y seguidamente después del cierre anticipado de la válvula de escape U, de suerte que la presión del escape existe bajo las válvulas de expansión y facilita su elevación.

Las distribuciones del gas y del aire se hacen por medio de correderas semejantes á las de la máquina Otto ya descrita.

**Motores á doble efecto.**—Los motores á doble efecto tienen la ventaja de ocupar menos espacio que los motores á simple efecto; pero exigen, para el pistón, una guarnición, lo que es un inconveniente. Además, la acción de las paredes es muy importante, siendo el calentamiento muy considerable.

Se ha renunciado á las máquinas de doble efecto sin compresión, á pesar

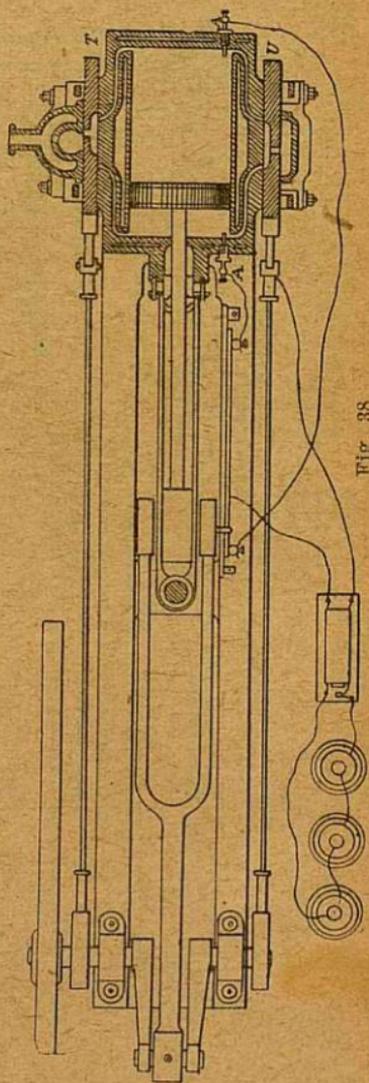


Fig. 38

de su regularidad, porque su rendimiento es muy débil.

Las máquinas de doble efecto á compresión tienen un rendimiento más elevado; pero presentan una complicación más grande del mecanismo. Se puede citar, en este orden de ideas, los motores Hugon (1865) y Lenoir.

**Motor Lenoir.**—Este motor (fig. 38) data de 1877. La mezcla detonante se efectúa en una caja de distribución especial, y la inflamación tiene lugar por una chispa eléctrica. La corredera T efectúa la distribución tanto de un lado como del otro del pistón; el cajón U sirve para el escape. El encendido se hace por los dos bornes A y A' en la extremidad de los cuales brota la chispa eléctrica, bajo la acción de un conmutador movido por la máquina misma. Una circulación de agua fría refresca continuamente el cilindro.

## CAPÍTULO IX

### Monografía de los motores á petróleo

**Motores sin compresión.**—Los motores á petróleo sin compresión son poco numerosos, como ya lo hemos dicho; citaremos el motor Rouart, que no es otro que el motor Bishop, ya descrito en el lugar correspondiente de los motores de gas, modificado para servir de motor á petróleo.

**Motor Bishop modificado por Rouart.**—El cilindro motor A (fig. 39), cerrado completamente en su parte superior, sirve de bomba compresora para enviar el aire comprimido al depósito R por mediación de la válvula; este aire sirve para alimentar el encendedor H que provoca la inflamación del aire carburado. El pistón motor rechaza al mismo tiempo el aire al carburador K, que alimenta el cilindro motor. La comunicación con la atmósfera se efectúa por medio de la válvula S y de las palancas L, accionadas por la caña del pistón y por topes apropiados.

**Motores á compresión.**—Esta clase de motores son muy numerosos, y derivan del principio de

los motores de gas á compresión, que hemos descrito en el capítulo correspondiente. Citaremos

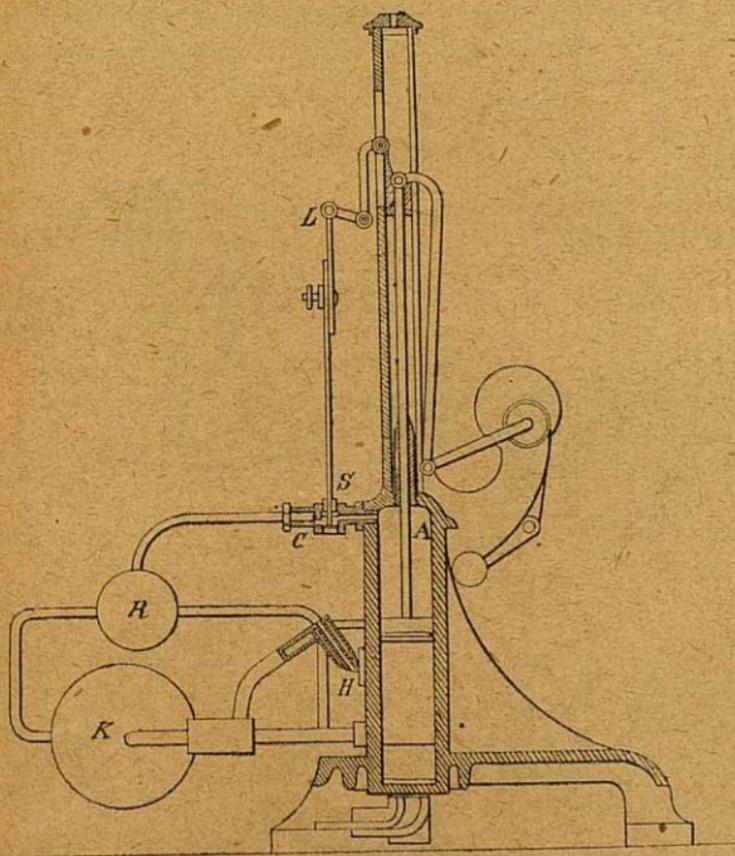


Fig. 39

algunos ejemplos que formarán un resumen del estado actual de perfeccionamiento de estos motores. La mayor parte realizan la compresión en el mismo cilindro motor y funcionan, por lo tanto,

á cuatro tiempos describiendo el ciclo motor de gas Otto.

**Motor á petróleo Otto.**—El tipo de 1890, que es el más reciente, se compone (figs. 40 y 41) de un

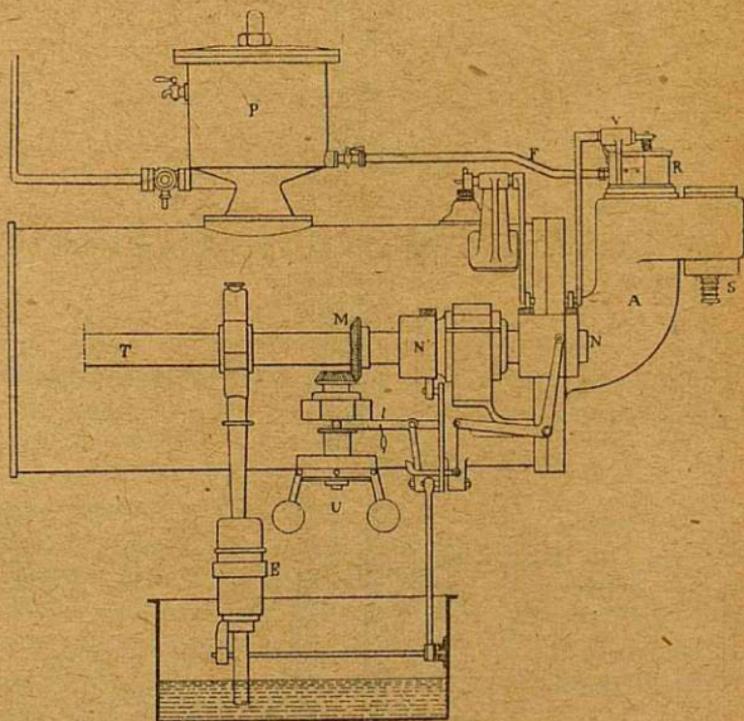


Fig. 40

cilindro motor M y de un depósito de petróleo P á nivel constante.

El aire carburado llega á A por un conducto que no está enfriado.

El aire complementario de la combustión llega á B por medio de una válvula S, movida por una

palanca accionada por un árbol T paralelo al cilindro y movido por la máquina.

El encendido se hace en K a la llegada de la mezcla. El petróleo, llegando por el tubo F, es pulverizado por el aparato R, después de haber pasado por el tornillo V, de limbo graduado, que

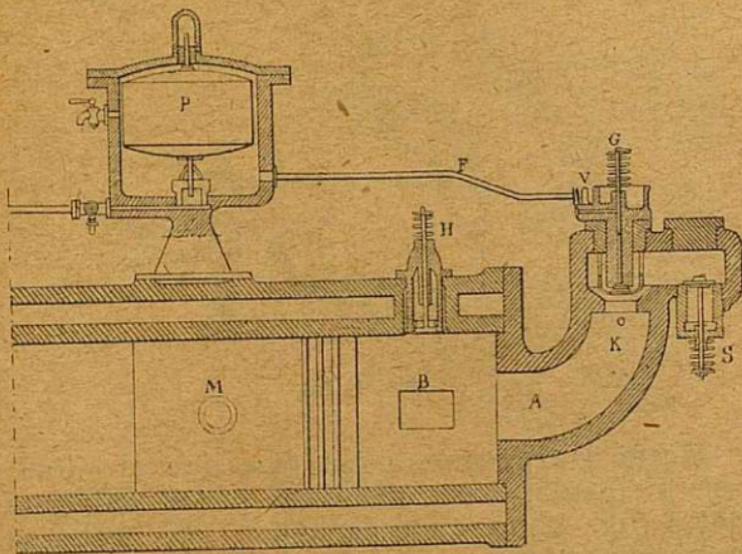


Fig. 41

sirve para la regulación. El aire llega por la válvula S, y la mezcla se efectúa en el pulverizador, cuando se abre la válvula G.

El mango N comanda las válvulas de admisión G y H de aire; N' es la pata que maniobra el escape; E es la bomba de circulación de agua, maniobrada por una excéntrica que toma su movimiento del árbol lateral T.

El regulador de fuerza centrífuga U, movido por engranajes cónicos, obra por mediación de

la palanca *l* y de una serie de palancas, en los mangos de las patas de admisión y de escape, de manera de mantener éste abierto y la admisión cerrada; al mismo tiempo detiene la bomba de circulación de agua E, para que la temperatura se mantenga uniforme en el cilindro.

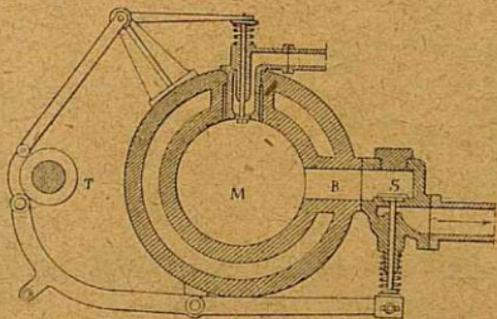


Fig. 41 bis

**Motor Hargreaves.**—En este tipo el cilindro está inclinado; el petróleo llega por el pulverizador A (fig. 42) después de haber sido rechazado por una pequeña bomba lateral M (fig. 43) accionada por la máquina.

El aire es rechazado por una bomba P accionada también por la máquina por medio de una biela *b* y de un platillo oscilante K. Este aire atraviesa la válvula S y se impregna, al paso, del vapor de agua tomado á la doble envoltura refrigerante, después pasa al regulador R y llega por fin á ponerse en contacto con el petróleo.

Un disco con patas comanda la bomba de inyección M y la palanca *l* que acciona el escape. El regulador T obra sobre la bomba de inyección del petróleo por mediación de una palanca B.

Es necesario hacer notar que el cilindro está recubierto en su parte inferior de ladrillos de plombajina mezclados con alquitrán.

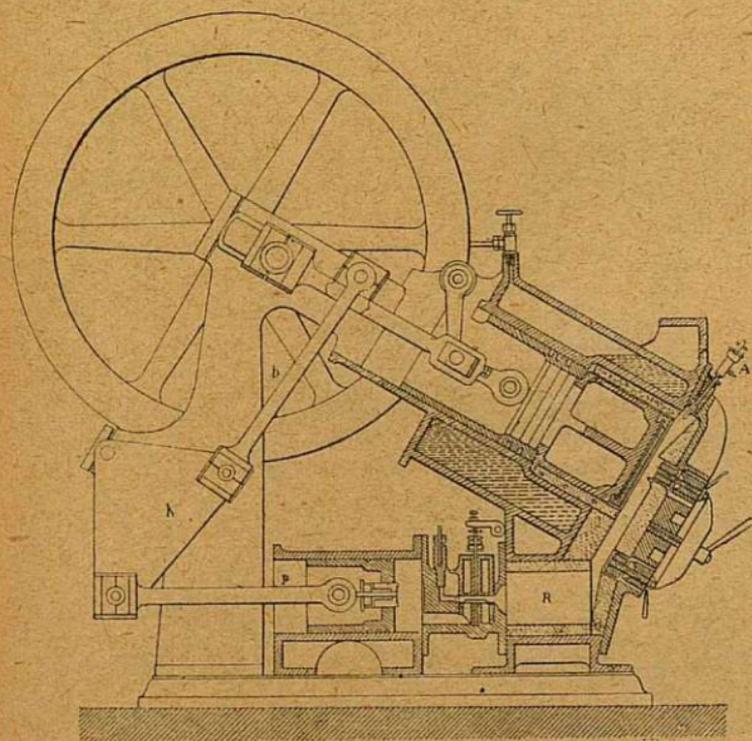


Fig. 42

El regulador R se compone de lápices sumergidos al rojo en una disolución de sal de platino que parece que favorece la perfección de la combustión de los gases.

**Máquina Brayton.**—Esta máquina, de cuyo tipo de 1890 da una idea la fig. 44, da un golpe

por vuelta del volante. Está provista de una bomba de compresión de aire y de una bomba de petróleo.

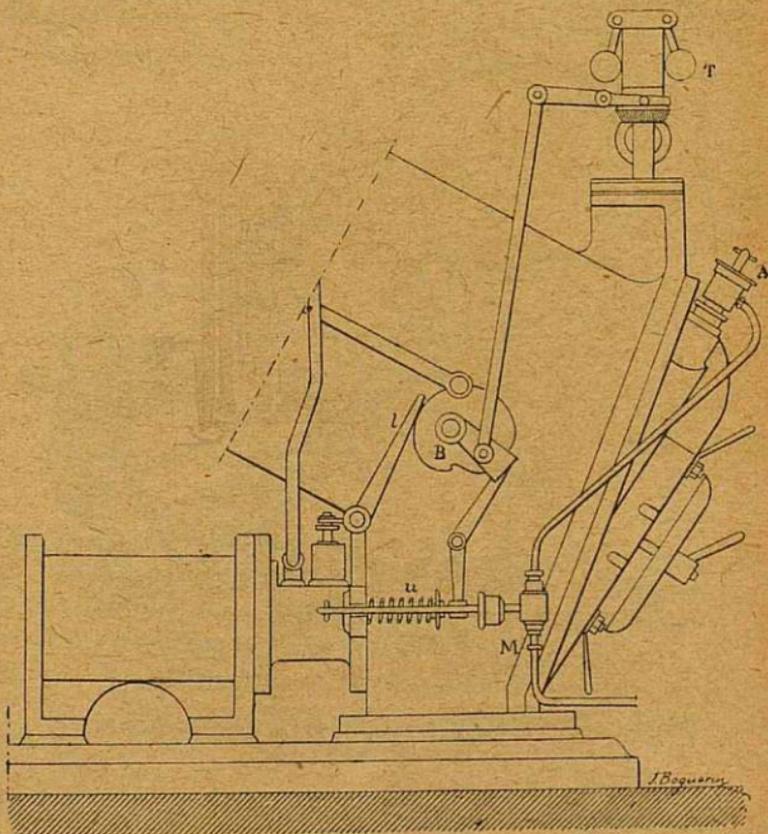


Fig. 43

Se sabe, en efecto, que la compresión tiene que tener lugar fuera del cilindro motor, si se quiere tener un golpe por vuelta del volante.

La bomba de aire está en A; la de petróleo, en P.

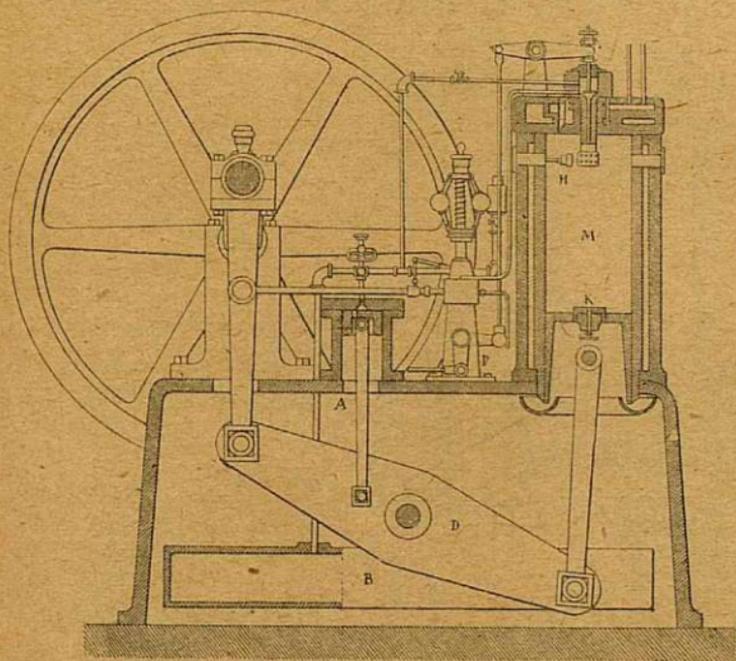


Fig. 44

Los dos flúidos llegan por dos tubos paralelos á una cámara pequeña C (fig. 45) cerrada por una válvula S maniobrada por la palanca L. Esta misma palanca comanda igualmente la válvula de escape E, que tiene por guía el mismo tubo de inyección T. El pistón motor tiene una válvula K (fig. 44) que sirve para la admisión del complemento de aire necesario á la combustión de la

mezcla, como asimismo para la expulsión de los gases quemados.

El aire comprimido por la bomba A regulariza su presión en un depósito inferior B. La transmi-

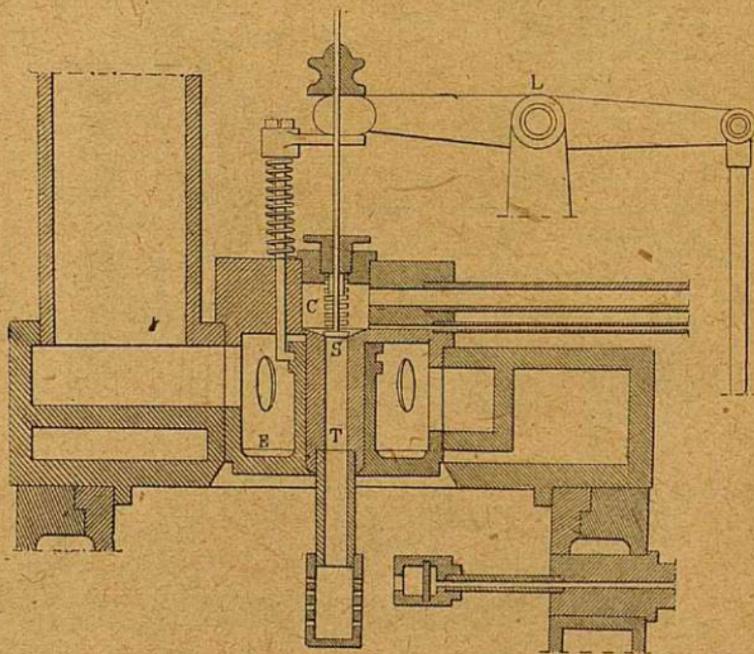


Fig. 45

sión del pistón al árbol motor se realiza por un balancín D, sobre el cual están tomadas las transmisiones necesarias á las maniobras de las bombas y de las válvulas.

**Motor Priestman.**—El cilindro motor se encuentra en C (fig. 46); P es una bomba de compresión de simple efecto, que da una vuelta cada dos del motor, y que comprime el aire en el de-

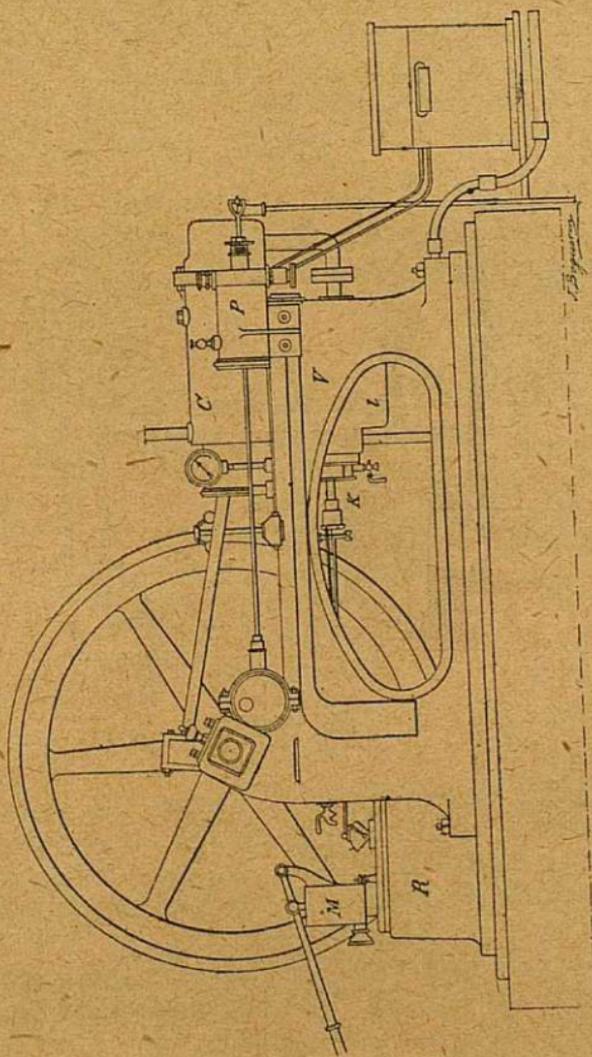


Fig. 46

pósito R, al mismo tiempo que rechaza el petróleo que contiene el pulverizador K. El petróleo pulverizado atraviesa el vaporizador del recalentador V, indicado con puntos en la figura.

Dentro de este recalentador, es donde llega, en el momento de la aspiración, el aire necesario á

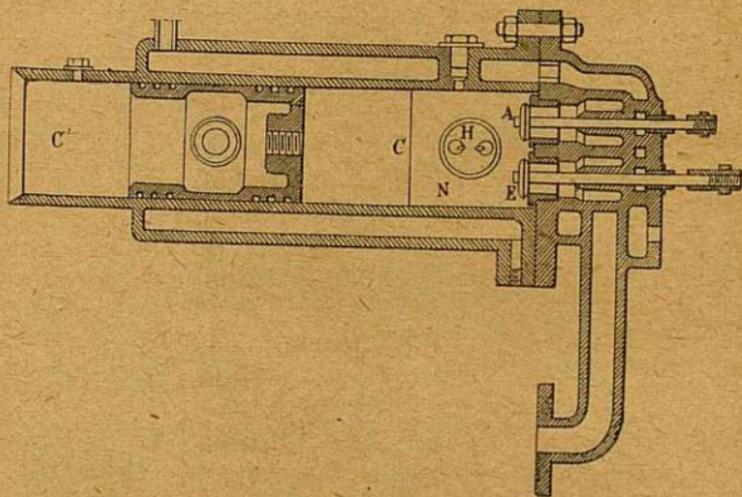


Fig. 47

la formación de la mezcla detonante. El petróleo llega, por fin, al cilindro motor. El encendido del explosivo se hace por medio de una chispa eléctrica producida por una pila de bicromato que se renueva cada veinticuatro horas.

La lámpara *l* sirve para calentar, á la puesta en marcha, el vaporizador V, lo mismo que la bomba á mano M sirve á la compresión del aire en el depósito de petróleo R también en el momento de poner en marcha el motor.

La figura 47 da el detalle del cilindro motor.

El pistón se mueve entre C y C'; N es la cámara de compresión. El ciclo realizado es el de cuatro tiempos de Otto, ya estudiado en las máquinas de gas. Las válvulas A y E sirven para la admisión y para el escape; H es el encendedor eléctrico con sus dos bornas entre las cuales brota la chispa. Los combustibles empleados en este motor son aceites purificados; el consumo descende á 450 gramos por caballo-hora en los motores de 5 caballos.

Estos resultados son mejores que los obtenidos con las máquinas de vapor, porque 450 gramos de aceite equivalen á 550 gramos de carbón próximamente, en tanto que las máquinas de triple expansión consumen hasta 700 gramos de carbón por caballo.

Hay otros varios tipos que tan sólo se diferencian de los anteriores en pequeños detalles, pero que se basan en los mismos principios.

Los motores de petróleo han adquirido bastante importancia en estos últimos años, y esto es debido á su aplicación á los automóviles, teniendo también aplicación frecuente para la navegación por los ríos.

---

## CAPÍTULO X

---

### Elementos de construcción de los motores

**Distribución y encendido.**—Las múltiples funciones devolucionadas á los aparatos encargados de producir la distribución y el encendido de la mezcla detonante, son los siguientes.

- 1.º Composición de la mezcla detonante en proporciones convenientes;
- 2.º Admisión en el cilindro;
- 3.º Inflamación de la mezcla gaseosa;
- 4.º Expulsión de los gases quemados.

En algunas ocasiones se ha empleado un solo aparato para efectuar estas cuatro operaciones; pero es preferible, y ésta es la opinión de la mayoría de los constructores, emplear varios órganos, porque de esta manera pueden hacerse más apropiados al objeto á que se dedican.

**Composición de la mezcla.**—En el momento de la aspiración en el cilindro motor es cuando se hace la mezcla del aire atmosférico con el gas combustible, bien que éste sea el gas del alumbrado ó el aire carburado; unos orificios, de sección

convenientemente proporcionada, son los destinados á dar paso á los dos componentes de la mezcla. Para hacer variar su velocidad de acceso se coloca un robinete sobre la canalización del gas, y otro sobre la llegada del aire á las diferentes máquinas.

En general, los órganos destinados á operar la mezcla de los gases están yuxtapuestos á los que producen su distribución. Vamos á estudiarlos simultáneamente.

**Distribución.**—El problema que se refiere á la distribución es relativamente sencillo.

En los motores del primer tipo, el distribuidor debe abrir la admisión al principio de la carrera, para cerrar en el momento en que debe producirse la inflamación y abrir la evacuación al final de esta carrera.

En los motores del tercer tipo, debe el distribuidor abrir la admisión al principio de la primera carrera de ida; cerrando en el punto en que se produzca el encendido. La apertura del órgano destinado á permitir la evacuación de los gases quemados, tendrá lugar en el punto de la carrera de vuelta en que la presión interior de estos gases venga á ser igual á la presión atmosférica.

En los motores del segundo tipo, la distribución consiste, del lado de la admisión, en abrir la aspiración del pistón, ó sea el orificio, por el cual llega la mezcla gaseosa ya formada, ó sea los orificios por los que llegan los componentes de estas mezclas, y de cerrar en el momento conveniente cada una de estas entradas. Del lado del escape, el orificio de evacuación de los gases, debe abrirse al final de la carrera de dilatación ó con un ligero avance, y cerrarlo, bien, en el caso de los motores á cuatro tiempos, al final de la carrera de

evacuación, bien, en los motores á dos tiempos, en el momento de la carrera de retroceso, en que son evacuados los gases quemados, y comienza la admisión de la mezcla tonante.

La distribución puede hacerse por medio de correderas; indicamos más adelante la manera ingeniosa como se hacía hace algunos años en los motores Benier, Bisschop, Otto y Langeng y Otto.

Actualmente la tendencia general es emplear válvulas.

Así encontraremos para la admisión, bien una válvula para la mezcla formada, bien dos válvulas para la composición de la mezcla, y algunas veces una tercera para regular la admisión.

Unas veces estas válvulas son automáticas y se levantan á la llamada del pistón, y otras veces son movidas por la misma máquina por un sistema de patas y palancas, y, en este caso, sometidas á la acción de un regulador de velocidad.

La válvula de escape es movida siempre por la máquina, y, en ciertos casos, sometida al registro del regulador.

Para los motores de combustión, del cuarto tipo, la distribución es análoga.

**Inflamación.**— Los diferentes procedimientos empleados para producir la inflamación de las mezclas gaseosas, son los siguientes:

a) El encendido por llama, que se subdivide en:

- 1.º Encendido por aspiración de la llama (reservado á los motores sin compresión);
- 2.º Encendido por transporte de llama;
- 3.º Encendido por propagación de llama.

El encendido por incandescencia, es el que un cuerpo, hilo, tubo ó bloque, es calentado exterior-

mente por una llama y puesto en relación, en el momento conveniente, con la mezcla tonante.

En la misma categoría puede entrar el encendido por un hilo de platino, llevado al rojo por una corriente eléctrica; este hilo puede estar enrojecido de una manera continua, ó solamente en el momento de la explosión.

b) El encendido por una chispa eléctrica.

c) En fin; un último modo, muy ingenioso, utilizado en el motor de combustión Diésel y algunos otros, que está basado en el principio siguiente: cuando se inyecta en el aire comprimido á alta presión y llevado á una temperatura suficiente, el petróleo y otros combustibles, se inflama aquél espontáneamente.

El encendido se hace, en general, un poco antes del final del periodo de compresión, con objeto de realizar en lo posible la explosión á volumen constante. En este caso, resulta, en el caso de la puesta en marcha, una gran dificultad para hacer franquear al pistón el punto muerto. La *Gas Motoren Fabrik* de Deutz emplea un dispositivo que da en marcha normal el encendido eléctrico antes del punto muerto de compresión; para la puesta en marcha, el desplazamiento de una palanca conduce este encendido detrás del punto muerto.

El modo de instalación varia mucho con los tipos de máquinas; unas veces se produce la inflamación, principalmente la obtenida por transporte de llama, por el distribuidor, otras veces un órgano especial está encargado de producirlo. En el segundo caso existe el temor de que si se desarreglan los órganos se produzca una inflamación inoportuna.

Daremos á conocer algunos sistemas de distribución empleados y examinaremos al mismo

tiempo la manera de componer la mezcla, la distribución y el encendido.

### Distribución y encendido del sistema Bénier.

—La corredera (fig. 48) efectúa la mezcla del aire y del gas que llegan por dos aberturas dispuestas en la contraplaca y gana la lumbrera del cilindro.

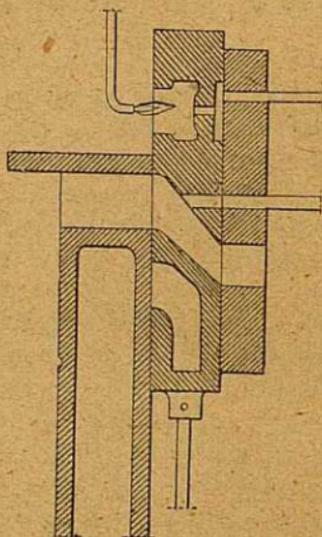


Fig. 48

Cuando la corredera se cierra á la admisión, un mechero quemador alimentado de gas por la contrapalanca inflama la mezcla, lo extingue la explosión y vuelve á encenderse en un mechero velador alimentado por la canalización general. Después la corredera vuelve atrás y deja escapar los gases quemados. El movimiento de esta corredera se obtiene con la ayuda de una pata sobre la que dos resortes de llamada la fuerzan á

apoyarse constantemente por mediación de un pequeño galete.

**Sistema Bisschop.**—El aire y el gas llegan al aparato pasando por válvulas cerradas de placas de caucho llevando los asientos perforados de agujeros. El distribuidor es una caja cilíndrica que, en la posición representada por el dibujo (fig. 49), da paso á la mezcla detonante. El encendido se hace por aspiración de la llama. Al efecto, un quemador permanente (fig. 50), dispuesto á altura conveniente, puede comunicar con el inte-

rior del cilindro por medio de un canal cerrado por una placa fina de acero suspendida libremente y que se levanta, á consecuencia del vacío parcial que existe en el cilindro, cuando el pistón descubre la abertura; la detonación se produce entonces; y haciendo ésta caer las válvulas sobre su asiento, pone fin á la admisión, después la corredera vuelve á subir y deja escapar los gases quemados por un conducto especial. Esta corredera es conducida por una excéntrica.

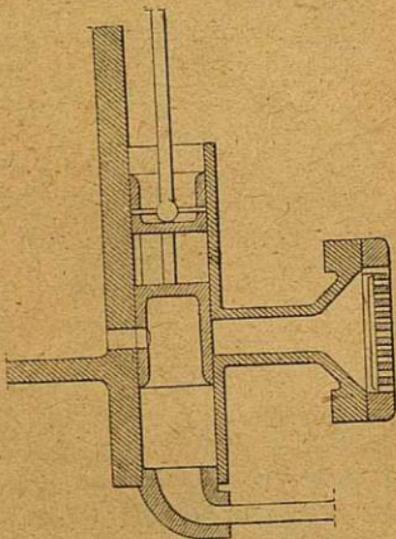


Fig. 49

**Sistema Otto y Laugen.**—La corredera D (figs. 51 y 52) es plano y hace comunicar, en el momento de la admisión, el cilindro con dos conductos, de los cuales uno *a* conduce el gas y el otro *b* el aire; después la corredera vuelve á subir, cierra la comunicación con el aire y el gas, una bolsa *c*, precedentemente llenada de gas por el conducto *a*, se enciende en un mechero velador, é inflama la mezcla contenida en el cilindro. En este caso hay *encendido*

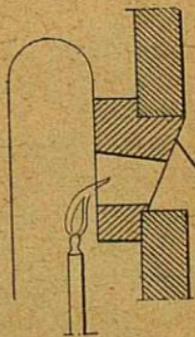


Fig. 50

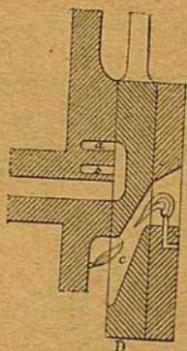


Fig. 51

por transporte de llama. El escape se produce por una abertura del cilindro que hace comunicar éste con el exterior; como esta comunicación existe todavía cuando la admisión se produce, una clapetela metálica *f* (fig. 53) obtura el conducto, gracias á la aspiración producida por el pistón.

Las distribuciones que acabamos de estudiar funcionan en los motores sin compresión. Vamos á examinar ahora algunos ejemplos de cajones empleados en los motores del segundo tipo.

**Sistema Otto.**—(Figuras 54 y 55). Esta corredera es conducida por una manivela que da una vuelta por dos del árbol mo-

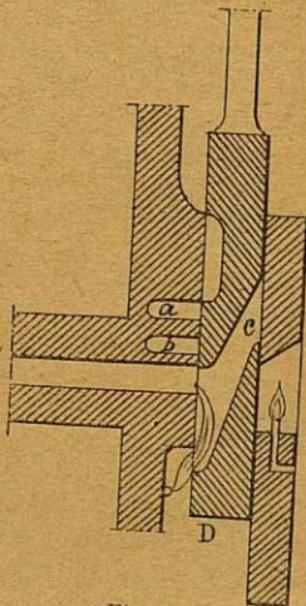


Fig. 52

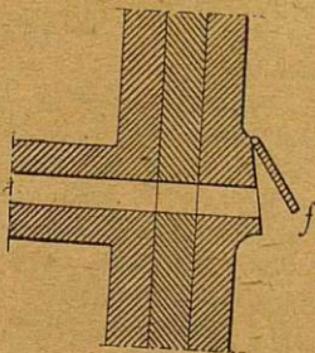


Fig. 53

tor; es decir que, siendo el ciclo de cuatro tiempos, se cumple todo entero durante una sola rotación de la manivela de la corredera. En la posición que produce la admisión, el aire llega por un canal *a*, se mezcla al gas conducido por la contraplaca que lleva un difusor *b*; la mezcla es en seguida admitida al cilindro por el canal *c*. La disposición de los conductos es tal, que el gas es admitido todavía en el cilindro después de es-

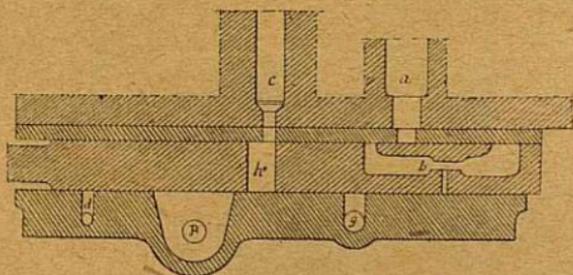


Fig. 54

tar cerrado el conducto *a*. Resulta, según M. Otto, una estratificación de la mezcla. Las capas ricas se encuentran en el fondo del cilindro, lo que da un buen rendimiento; se puede decir, con razón, que la mezcla rica formada permite la inflamación del resto, que es relativamente una mezcla pobre, y que la economía se obtiene por el empleo de una mezcla que se aproxima en el centro de la mezcla á 10 volúmenes de aire, y esto gracias á una buena compresión, como asimismo á una construcción cuidadosa, y no por una estratificación cualquiera.

La corredera tiene una cámara de encendido, que recibe durante el tiempo que éste está en la admisión, gas por mediación de los conductos *d*,

*c* y *b*. Al desplazarse la corredera, el gas, encerrado en la cámara de encendido, se inflama á su paso por delante del quemador permanente; después el conducto *h* es cerrado y otro viene á hacer comunicar la cámara con el cilindro, que

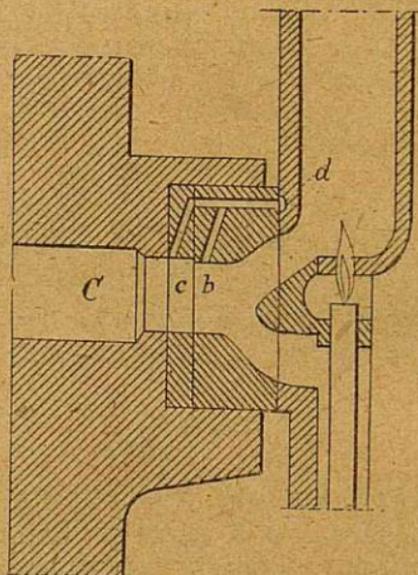


Fig. 55

contiene entonces la mezcla comprimida, y la presión se eleva poco á poco, para llegar á alcanzar la presión del gas en el cilindro, cuando la corredera, habiendo llegado á la posición de inflamación, viene á comunicar con la luz y hace detonar la mezcla que se encuentra.

El escape se produce por una válvula independiente de la corredera de admisión y comandada por una pata y una palanca.

**Sistema Clerk.**—El motor Clerk es de seis tiempos, á compresión en un cilindro separado; la corredera debe suministrar alternativamente la mezcla tonante y el aire puro empleado en la lim-

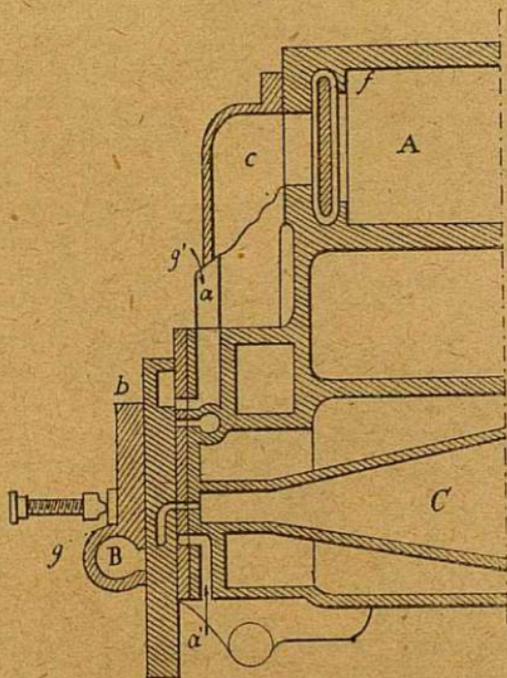


Fig. 56

pieza del cilindro; estos dos flúidos están almacenados en el mismo cilindro por el artificio siguiente: Estando la resbaladera de la corredera al que está encargado el papel de composición y de inflamación de la mezcla, en la posición indicada por las figs. 56 y 57, el gas puede llegar del tubo *a* al conducto *b*, que le hace comunicar con el cilindro

compresor A por mediación del conducto *c* y del espacio *d*; al mismo tiempo, y á consecuencia de la aspiración producida en este cilindro, se abre la válvula *s*, el aire que llega á la parte inferior de esta válvula se mezcla en el espacio *d* con el aire y va con él al cilindro A. En cierto punto de la carrera de éste, desplazándose la resbaladera,

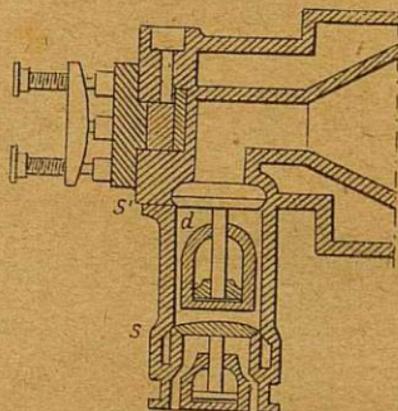


Fig. 57

cierra la llegada del gas y del aire puro, y continúa entrando al cilindro; un estratificador *f* sirve para amortiguar á la entrada del cilindro A la velocidad del gas, que según el Dr. Clerk se debe disponer por consecuencia; la mezcla tonante contra el pistón, el aire puro contra el fondo. Al volver el pistón hacia atrás, el aire puro es echado desde luego y viene á barrer el cilindro para preparar el camino á la mezcla tonante. Hay que temer, sin embargo, que estos dos flúidos no difusionen entre sí, y no se pierda así una cierta cantidad de gas. La inflamación se obtiene por la descensión de la

resbaladera; los conductos *g*, cuya poca sección y la longitud tienen por objeto detener la llama, conducen al quemador permanente B, la mezcla tonante comprimida, después la resbaladera descendiendo todavía, es encerrada la llama en el conducto *g*, donde la presión aumenta, y desemboca en la lumbrera del cilindro de dilatación C, donde inflama la mezcla. La comunicación entre los dos cilindros A y C se hace por medio de la válvula S'.

**Sistema Kœrting** (fig. 58).—En este motor, una válvula da paso á la vez al aire y al gas que se mezclan y se transportan al cilindro, donde son aspirados, comprimidos y después inflamados. La evacuación se obtiene con la ayuda de otra válvula, comandada por una palanca, en el momento deseado. El encendedor merece una mención especial; está fundado en las propiedades del tubo de Venturi. El gas comprimido entra en un tambor, móvil y perforado por una abertura cónica, y se inflama al contacto del quemador permanente. En el momento en que debe producirse la inflamación, la pieza superior C, movida por una pata, desciende, cierra la comunicación del tambor con el aire, se coloca de manera que la abertura central comunique también con el conducto del cilindro *a*, y la llama, cuya velocidad de propagación es, esta vez, gracias á la presión que se ha elevado en el tambor, superior á la velocidad de aflujo del gas, remonta la corriente y penetra por el conducto *a* hasta la mezcla tonante y la inflama.

**Sistema Otto-Crossley**.—La distribución del gas se hace también aquí por válvulas; el encendido se produce por el empleo de un tubo incandescente. El gas llega debajo del quemador (figura 59), se mezcla con una cantidad de aire apenas suficiente para que la mezcla sea combustible, y

viene á arder alrededor de un tubo de hierro; el complemento del aire necesario á la combustión llega por los agujeros *a* dispuestos en la base del

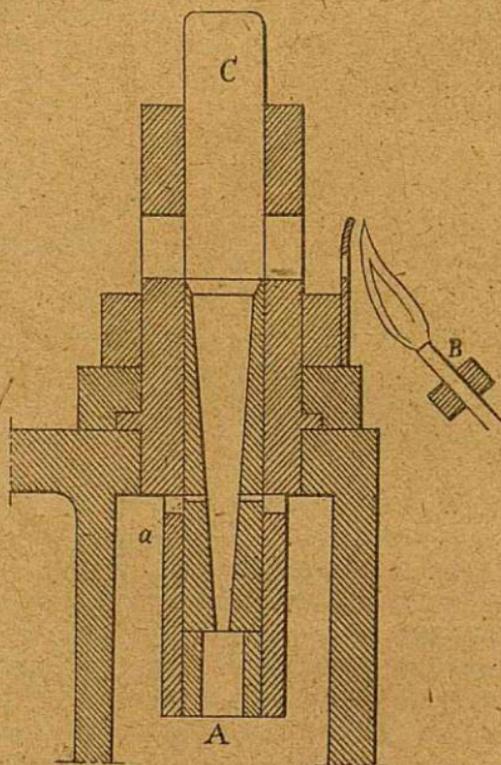


Fig. 58

quemador y cuya abertura se puede regular á voluntad: de esta manera, la llama reductora en el centro, no destruye muy rápidamente el tubo incandescente. Un obturador *b* hace en el momento deseado entrar en el tubo y en el espacio que lo

reune al cilindro la mezcla tonante que se inflama al contacto del tubo incandescente; la mezcla,

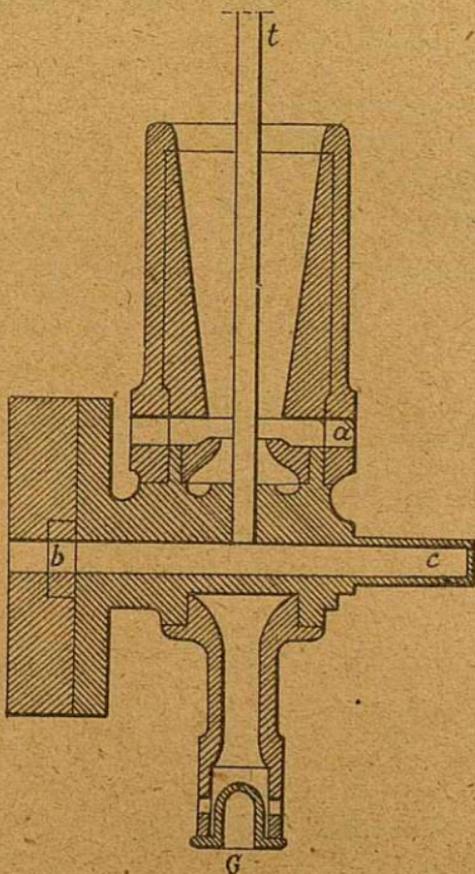


Fig. 59

acumulada en una cámara *c* debajo del tubo, tiene por objeto aumentar la fuerza de proyección de la llama al interior del cilindro.

Todos los dispositivos descritos, empleados para producir la distribución y el encendido, tienen sus ventajas y sus inconvenientes.

El encendido por llama ó por incandescencia exige un quemador que consume gas de una manera permanente; el encendido eléctrico, que es más especialmente empleado para los motores de aire carburado, necesita el empleo de bobinas de Rhumkorff, y de pilas que exigen cierto entretenimiento, ó máquinas magnetoeléctricas, conducidas por el motor, que no gastan nada cuando el motor no funciona, pero tienen que ser suplidas al arranque, por ejemplo, por un acumulador que se puede cargar en marcha por la máquina.

---

## CAPÍTULO XI

### Regulación y cambio de marcha

**Regulación de la velocidad.**—Para que pueda efectuar un motor de una manera conveniente el trabajo de que está encargado, es bueno, en general, y, en muchos casos, absolutamente indispensable, que su marcha sea regular. Para llegar á este resultado, se debe procurar uniformar lo posible, salvo, sin embargo, para los motores atmosféricos, cuya manera de trabajar es muy especial, la velocidad de las piezas en movimiento durante el tiempo que el motor recorre un ciclo completo. En segundo lugar, se debe mantener constante el número de vueltas de la máquina, cualquiera que sea el trabajo que se le exija, si se trata, por ejemplo, de conducir máquinas de un taller.

Se debe poder, además, en ciertos casos, regular á voluntad el número de vueltas de la máquina cuando acciona un propulsor de barco.

El primer objeto se alcanzará por el empleo de volantes, cuya acción es bien conocida, y de varios cilindros, que regularizarán el par motor.

Para los motores que marchan á gran velocidad, es conveniente, cuando se pueda, equilibrar todas las piezas móviles, y la materia así empleada producirá un efecto regulador á lo menos tan considerable como si estuviera afecto á un volante regulador.

La segunda condición se realizará proporcionando siempre el trabajo suministrado. Si se considera el caso, que es el más frecuente, en que el número de vueltas no debe variar sino entre límites muy estrechos, se deberá hacer variar la ordenada media del diagrama, es decir, la cantidad del gas quemado por vuelta, lo que se conseguirá, aumentando ó disminuyendo, bien la llegada del gas, bien la del aire; en este último caso, se puede tener una combustión incompleta, y por lo tanto una pérdida de gas.

En los pequeños motores que no reclaman una regularidad muy grande, se consigue muy fácilmente regulando á mano el robinete del conducto de gas ó de aire carburado.

En el caso de grandes motores, y en todos los casos en que el funcionamiento de éstos debe ser muy regular, se emplearán reguladores automáticos, reguladores de bolas, péndulares ú otros. La función de estos reguladores será comandar la válvula de llegada del gas ó los órganos de admisión al cilindro ó también los órganos de escape. Es evidentemente preferible restringir la llegada del gas ó mejor la admisión de la mezcla tonante. Cuando se opera sobre la válvula de llegada del gas, hay que tener cuidado de no empobrecer demasiado la mezcla; hemos visto, en efecto, que la pérdida por combustión incompleta aumenta bastante rápidamente; se podría también llegar á hacer la mezcla ininflamable, teniéndose así una

pérdida absoluta de gas; lo mejor es, y así lo hacen ciertos constructores, suprimir completamente, pasando de cierta velocidad, la llegada del gas ó de la mezcla tonante.

En los motores del primer tipo, se puede, por ejemplo, mantener abierta la válvula de evacuación, y en este caso, como la válvula de admisión no se podrá levantar, no se producirá ninguna pérdida de gas.

En ciertos motores, cuando se acelera la velocidad, se mantiene cerrada la válvula de escape y el motor forma freno. Esta disposición se usa mucho para los motores de automóviles.

**Reguladores.**—El regulador que de más antiguo se usa, es el de bolas que levanta, cuando la velocidad es muy considerable, un mango, que, por un sistema de transmisión cualquiera, bien cierra la válvula de llegada del gas, ó bien desplaza los órganos encargados de abrirla.

Los *reguladores pendulares* obran de la manera siguiente: la oscilación del péndulo se realiza durante el tiempo normal empleado por el pistón para describir su carrera; la presencia de una pieza que tiene el péndulo permite entonces á un órgano de la máquina hacer funcionar el cajón de admisión; cuando se acelera la velocidad, llega el péndulo con retraso y no se realiza la apertura.

Los *reguladores de bombas* funcionan de una manera análoga; una bomba movida por la máquina (motor Simplex, fig. 60) rechaza el aire en un depósito en el que una fuga regulable está practicada, y según la velocidad, la presión más ó menos considerable que existe en este depósito, determina la apertura ó el cierre de la válvula ó de la corredera.

**Regulador del motor vertical Otto.**—Este regulador se compone de una palanca acodada en ángulo recto, cuya rama vertical está terminada por un gancho destinado á asir la espiga de la válvula de admisión; la otra rama tiene un contrapeso, y está unida por un resorte á una pieza móvil de la máquina, que arrastra también, con

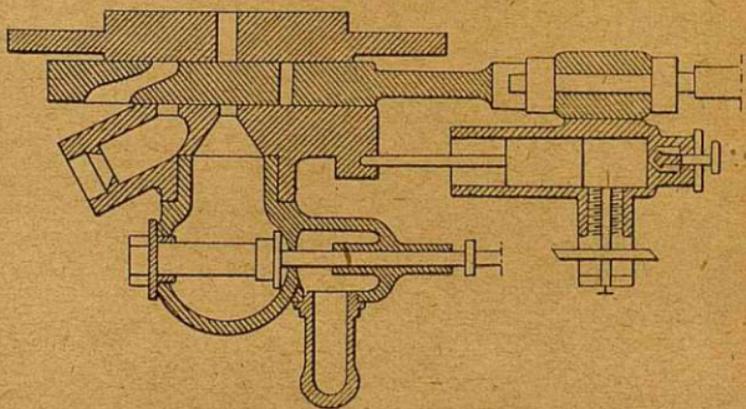


Fig. 60

la ayuda de un brazo, el punto de articulación de la palanca acodada. Cuando la velocidad es normal, la caña que soporta el contrapeso permanece horizontal, y la caña vertical engancha y levanta la válvula. Cuando la máquina adquiere mayor velocidad, el contrapeso, en virtud de su inercia, se retrasa del resto del movimiento y el gancho pierde la válvula.

**Motor á petróleo Forest.**—La válvula de llegada del gas se abre á cada aspiración con la ayuda de una pata que apoya sobre su espiga por la mediación de un triángulo (fig. 61); ésta está

unida en una de sus extremidades á un mango de un regulador de bolas. En tanto que la velocidad es normal, el triángulo permanece horizontal y la pata puede producir la elevación de la válvula. Si la velocidad se acelera, el regulador desptaza

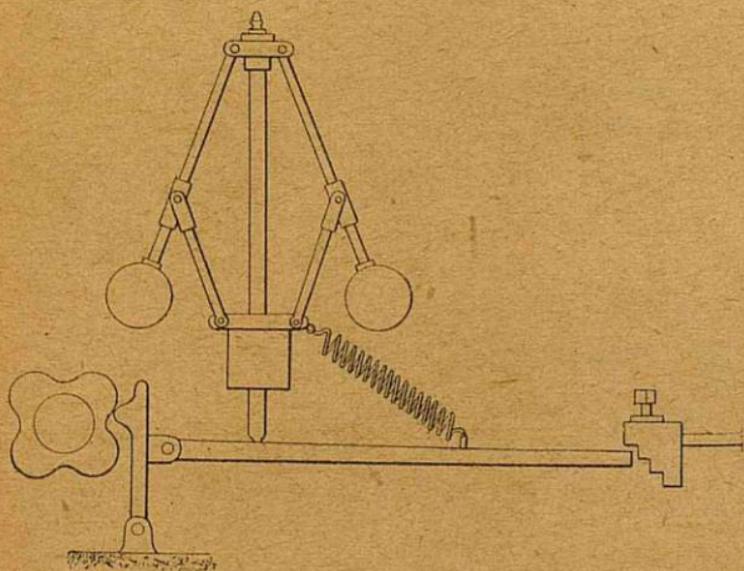


Fig. 61

el triángulo y la elevación no tiene lugar. En realidad, existen sobre el cuchillo que recibe el choque del triángulo varias muescas de desigual profundidad, lo que hace que la llegada del gas es desde luego restringida y después suprimida enteramente. Esta disposición es muy buena porque tiende á proporcionar el gasto del gas al trabajo á suministrar, y además suprime completamente su llegada cuando la mezcla tiende á ser inflamable.

**Motor Niel.**—Una pata viene á obrar sobre una espiga metálica articulada sobre una palanca oscilante alrededor de un punto; la extremidad de la palanca tiene una pieza de tres ramas, de las cuales la primera está fijada á una lámina de acero provista de un contrapeso; la otra rama viene á tropezar, cuando la palanca se levanta, contra un dedo de regulación, y hace oscilar el conjunto de la pieza; la tercera rama tiene una lámina rígida que, cuando la palanca desciende, hace abrir la válvula de admisión, apoyándose sobre una pieza fija. Cuando la velocidad de la máquina es muy grande, la lámina vertical no agarra la pieza fija, y la admisión no tiene lugar. La regulación se hace aquí por el sistema de todo ó nada.

**Motor Chacon.**—En este motor el regulador obra, no sobre la válvula de llegada del gas, sino sobre la que conduce al motor la mezcla tonante, que conserva así una composición constante. Cuando la máquina sea muy ligera, la cantidad de mezcla tonante admitida disminuye; se tiene, por consecuencia, una disminución de la compresión, lo que es poco ventajoso, sin duda, pero en cambio un aumento de la dilatación. Este sistema funciona muy bien.

**Motor Letombe.**—El regulador obra sobre la válvula de llegada de la mezcla y aumenta la admisión cuando la velocidad se acelera; pero, al mismo tiempo, obra sobre la válvula especial de llegada del gas para disminuir la riqueza de la mezcla. Por este procedimiento, se emplea, á débil carga, una mezcla relativamente pobre con una fuerte compresión; á plena carga, una mezcla rica con una compresión más débil. Esta excelente solución conserva al motor, en las diversas marchas, un consumo muy moderado.

**Motor Westinghouse.**—La válvula de admisión es automática, pero la composición de la mezcla se hace por una especie de robinete mezclador que puede, girando alrededor de su eje bajo la acción del regulador, hacer variar las dimensiones de los orificios de aire y de gas.

*Puesta en marcha.*—Para poner en marcha un motor de gas, es necesario introducir en el cilindro é inflamar la mezcla tonante. Para verificar esto, se hace dar, á brazo, algunas vueltas al motor, provocando así la admisión; la inflamación es algunas veces muy difícil de obtener si las paredes están frías y si, por la apertura de los diferentes robinetes, no se ha compuesto la mezcla de una manera conveniente.

El robinete de llegada del gas al cilindro debe estar abierto moderadamente, porque una gran proporción de gas haria ininflamable la mezcla; cuando se usa aire carburado, hay que tomar la precaución, si el carburador es de rotación, de hacerle dar varias vueltas á mano; se tendrá, naturalmente, separada la máquina de la transmisión.

Para los motores á compresión, la operación, es con frecuencia más laboriosa. No hay más que una explosión por cilindro cada dos vueltas, y es necesario comprimir la mezcla, lo que aumenta el trabajo.

También en cierto número de motores se suprime la compresión al principio de la marcha. Una pata abrirá, por ejemplo, la válvula de evacuación durante una parte de la carrera de compresión.

Cuando el encendido se hace por medio de una llama, hay que tener cuidado de regularla antes de hacer girar el motor. En el caso de motores

compuestos de varios cilindros, la puesta en marcha es un poco más rápida, pero no menos molesta. Para un motor de 10 caballos de 4 cilindros, hacen falta á veces 3 hombres para ponerlo en marcha.

Para obviar estos inconvenientes, se han imaginado sistemas auxiliares de puesta en marcha ó *self-starter*.

M. Dugald-Clerk, comprime en un depósito de hierro forjado la mezcla explosiva, que extrae durante la marcha, al compresor de su máquina. Para la puesta en marcha, esta mezcla obra sobre el pistón, desde luego por su presión y después por su fuerza explosiva, hasta que la máquina haya tomado bastante velocidad para alimentarse por sí misma.

Se ha encontrado este dispositivo muy perjudicial á causa de la posibilidad de la explosión del depósito, y se limitan con frecuencia á almacenar aire puro, que sería, por otra parte, muy sencillo hacer pasar á través de un pequeño carburador.

En los motores Crossley para las máquinas tipo *Tocado*, y mayores, se suele usar un iniciador de marcha de bomba. Este aparato tiene la ventaja de permitir que un solo hombre pueda iniciar la marcha en las mayores máquinas, y economice, en algunos casos, el coste de poleas loca y fija ó embragues. Cuando hay un número de motores trabajando, se puede emplear un iniciador y bomba de aire, que consiste en un motor pequeño, de unos dos caballos, que tiene al extremo opuesto al cilindro el compresor de aire. Este se comprime en la bomba, y descarga en el recipiente de aire, mediante una tubería, que comunica con los cilindros de los motores. Este método de iniciar la marcha es muy eficaz, y ha sido adoptado en

algunas de las recientes instalaciones hechas por Crossley, entre otras en los motores para la Corporación de Birmingham.

Existen otros sistemas, por ejemplo, se conduce al pistón á un sitio conveniente y se carga el cilindro de mezcla tonante, bien gracias á la presión en sí débil, que puede existir en la canalización, ó haciendo girar el motor á mano.

Este procedimiento da una puesta en marcha bastante lenta que puede tener un inconveniente en ciertos casos, en las máquinas marinas, por ejemplo, para las cuales un self-starter análogo al del Dr. Clerk parece completamente indicado.

El motor Diesel conserva en su depósito intermediario, bajo presión, el aire comprimido para la puesta en marcha.

---

## CAPÍTULO XII

---

### Engrasamiento de los motores de gas

**Necesidad del engrasamiento.**—El engrasamiento de los cilindros de los motores de gas es una cuestión delicada. Mr. Witz ha comprobado en sus ensayos en un motor de Delamarne, que son suficientes 160 gramos de aceite por hora para un motor de 8 caballos, ó sea todo lo más un gasto de 2 céntimos por caballo-hora.

Estos resultados son seguramente debidos en parte á las mejores disposiciones de los órganos; pero Mr. Witz los atribuye sobre todo á un empleo más razonable de las sustancias lubricantes.

Dicho señor dice que, en un cilindro de un motor de gas, la temperatura de la pared metálica es menos elevada que en una máquina de vapor, puesto que no llega á 100°; pero á cada explosión una llama, cuya temperatura puede evaluarse en 1,200°, barre el cilindro y quema el lubricante, que es mal conductor, formándose un unto seco, duro, adherente, carbonizado, que raya el metal y lo corroe rápidamente. En el cilindro de vapor, el agua de condensación suaviza el frotamiento;

en el cilindro de gas, toda la tarea incumbe al aceite, que es necesario prodigar á cada cilindro. Se recoge por la descarga un líquido negro, espeso, en el que se encuentran polvos metálicos de hierro y de cobre y partículas carbonosas.

Se evita esto con un flujo constante de aceite, que lave las superficies y arrastre las condensaciones carbonosas y metálicas.

Para salvar estos inconvenientes es necesaria una sustancia lubricante incombustible é inalterable.

Al principio se han empleado aceites animales; aceite de patas de buey, de ballena, de cachalote, de sebo, ó de manteca de cerdo. Estos aceites dan buenos frotamientos, son neutros, poco alterables y conservan sus propiedades á temperaturas elevadas. Este último punto se comprueba con la ayuda del aparato Coleman, en el que se mide el tiempo que el aceite tarda en derramarse á una temperatura determinada por un orificio de diámetro conocido. Pero estos aceites presentan defectos graves. Desde luego se descomponen, en presencia del vapor de agua, en glicerina y ácidos grasos; la glicerina se disocia ella misma, dando ácido acético y acroleína; los ácidos se combinan con los polvillos metálicos, y se produce una saponificación en presencia de los álcalis. Estos inconvenientes son quizás más sensibles en un cilindro de vapor que en un cilindro de gas, pero los aceites animales tienen el defecto más serio de quemarse muy fácilmente. Se explican, por lo tanto, los malos resultados que han dado en los motores de gas.

El empleo de aceites minerales es más ventajoso.

Los aceites minerales son productos líquidos

compuestos de carburos de hidrógeno á puntos de ebullición muy diferentes; éstos son los petróleos de la América Septentrional ó los aceites de nafta de las orillas del mar Caspio. Se sacan de estos aceites en bruto, más de 50 sustancias químicamente determinadas. Los petróleos americanos están formados, sobre todo, por los carburos de la serie  $C^mH^{m+2}$ ; los de la región del Cáucaso contienen en su mayor parte los carburos etilénicos  $C^mM^m$ .

La destilación permite separar estos múltiples elementos. Después de haber recogido los éteres, se extraen las esencias ligeras (gasolina, canadol), las esencias pesadas (bencina, nafta, ligroína) y se extraen los aceites purificados ó Kironises; esta primera serie de operaciones se detiene á  $170^{\circ}$  C. y da compuestos de densidad inferior á 0'8. Todavía quedan los alquitranes ó aceites pesados, de los que se extraen los aceites de engrasamiento.

Estos son conocidos generalmente por los nombres de Vulcan, Eclipse, Phœnix, Golo-Oil, aceite de la Estrella, balvolina, oleonafta, etc. Estos son untosos, opacos, de un moreno claro; su densidad está comprendida entre 0'88 y 0'92. No se destilan sino á  $280^{\circ}$  ó  $300^{\circ}$ , y lo mismo á  $320^{\circ}$ . Sus vapores no son inflamables sino hacia los  $180^{\circ}$ ; su permanencia es buena á las temperaturas elevadas. Puros, estos aceites, son unos lubricantes excelentes; se reconoce su valor frotándolos por largo tiempo entre el índice y el pulgar, son rudos al tacto, pero no dan ninguna sensación de calor. Se les adiciona fraudulentamente aceite de resina, y entonces el residuo de su evaporación es escamoso; algunas veces se agregan materias mucilaginosas, y en este caso,

si se las agita en el agua, dan un color blanquecino. La reacción con una lejía de sosa ó una disolución amoniaca descubren los aceites grasos; en fin, el ácido sulfúrico permite comprobar la presencia de los aceites de alquitrán, produciendo una coloración oscura. En resumen, un fraude ó una rectificación defectuosa pueden ser reconocidos sin gran trabajo.

Un aceite mineral bien rectificado es el mejor lubricante de los cilindros de los motores de gas, porque no se descompone, se quema menos fácilmente que los aceites animales y da menos condensaciones duras. El aceite americano es preferible al ruso.

Existen depuradores, como el de Mr. Ducretet, por ejemplo, que permiten recuperar el aceite empleado en exceso, obteniéndose generalmente, por un engrasamiento abundante, una economía sobre el gasto del gas.

Se puede emplear este aceite, lo mismo para el engrasamiento de las articulaciones, que el del cilindro y de la corredera. Este último particularmente debe ser engrasado moderadamente y con aceite de primera calidad.

**Engrasadores.**—Los engrasadores empleados son de diferentes sistemas. En unos, el engrasador Otto, por ejemplo, una rueda armada de agujas que se sumergen en un cangilón que contiene aceite, depositan éste gota á gota en tubos que lo conducen á las superficies que hay que engrasar; la rueda es movida por una correa que pasa por el árbol de distribución.

En otros sistemas, un robinete colocado en la base del recipiente de aceite y movido por la máquina, distribuye el aceite gota á gota en uno ó varios tubos.

Mr. Clerk, se sirve, para la distribución del aceite en un motor, de una pequeña bomba movida por la máquina.

Un gran número de constructores emplean simplemente engrasadores continuos que no cesan, como los precedentes, de distribuir el aceite.

Hay que mencionar especialmente el empleo, para el engrasamiento exterior, de grasa de calidad particular, de las que se hace uso con frecuencia. Se la emplea en cajas atornilladas sobre los conductos que comunican con el interior de los cojinetes de los caballetes ó de las bielas; esto sucede con el engrasador Wanner, que emplea la grasa llamada *locomotive*. Este dispositivo es extremadamente cómodo para las piezas en movimiento, en las que los engrasadores ordinarios dejan algo que desear algunas veces; además, el uso de estos engrasadores produce una economía apreciable.

---

## CAPÍTULO XIII

### Manera de ensayar los motores de gas

**División de un ensayo.**—En el ensayo de un motor de gas, es decir, la determinación de su valor, es una operación cuyo interés é importancia no es necesario encarecer. Este ensayo hay que hacerlo con orden y método, y debe dividirse en varias series:

1.º Ensayo de potencia y consumo en marcha normal, en el cual se tratará de obtener como potencia y como número de vueltas los resultados previstos por el constructor;

2.º Ensayo de potencia y de consumo en vacío, en las mismas condiciones de número de vueltas que anteriormente;

3.º Ensayo de funcionamiento, destinado á comprobar el servicio del regulador, en el cual se hará variar, dentro de los mayores límites, el trabajo demandado á la máquina, dejando al regulador solo el cuidado de gobernar la marcha.

Los principales elementos que hay que notar en un ensayo, son los siguientes:

Sistema del motor.

Número de cilindros.

Diámetro y carrera de los cilindros.

Volumen del espacio muerto relacionado al volumen total de los gases en el momento de la admisión.

Sistema de inflamación.

Relación entre la biela y la manivela.

Duración del ensayo.

Número de vueltas.

Fuerza desarrollada sobre el árbol, levantado el freno.

Fuerza desarrollada en los cilindros, calculada sobre los diagramas.

Consumo de agua.

Temperatura del agua á la entrada y á la salida.

Temperatura del gas al escape.

Temperatura del aire exterior.

Si el motor es alimentado con gas de alumbrado, gas Dowson u otros.	}	Consumo de gas en los cilindros.
		Consumo de gas del condensador.
		Presión atmosférica.
		Presión del gas en los conductos.
		Potencia calorífica del gas.
		Volumen de aire empleado.

Si el motor es alimentado por el aire carburado.	}	Consumo de gasolina ó de petróleo.
		Densidad y potencia calorífica del petróleo empleado.
		Volumen total del aire empleado.

Se debe procurar, en estos ensayos, salvo bien entendido para el tercero, que el número de vuel-

tas no varíe más que entre límites muy estrechos.

Siempre que sea posible, es conveniente hacer un ensayo al freno que permita determinar la potencia en caballos disponibles en el árbol. Se puede emplear el freno de Prony, bien el freno de cuerda de instalación más sencilla; en los dos casos, el calor desarrollado por el frotamiento se lo lleva el agua de riego.

Mientras dure el ensayo, debe ser registrado el número de vueltas por un contador totalizador. Además, á intervalos regulares, es conveniente anotar el número de vueltas por minuto, para asegurarse de que no varía la marcha.

Esta nota se hará al mismo tiempo que se toman las curvas en los indicadores. Se puede emplear un modelo cualquiera de indicador; es necesario tomar las precauciones siguientes para la instalación del instrumento y la notación de las curvas: Los tubos que hagan comunicar el cilindro con el indicador, deben ser cortos, y su diámetro á lo menos igual al diámetro del pistón del indicador; el resorte debe ser apropiado á la presión máxima que haya que anotar, sus deformaciones deben ser proporcionales á las presiones, y debe estar tarado en caliente. Se deberá tarar de nuevo después del ensayo, para asegurarse que la temperatura á que ha estado sometido el resorte, no ha alterado sus propiedades. El movimiento del cilindro porta-papel debe ser rigurosamente proporcional al del pistón de la máquina; es necesario, por consiguiente, que el bramante del indicador, en el caso en que se emplee este procedimiento para la transmisión del movimiento, esté siempre tendido, que esté enganchado en un punto que tenga el movimiento del pistón, ó un movi-

miento proporcional, y, por último, que, en su último recorrido, sea paralelo á la caña del pistón. El pistón del indicador debe tener un frotamiento suave en su cilindro y estar engrasado con aceite mineral.

El peso de las piezas móviles, pistones, cañas, resortes, etc., de los indicados debe ser lo más reducido posible; la inercia de estas piezas, para los motores de marcha rápida, y sobre todo á consecuencia de la explosión, puede ocasionar oscilaciones que ocultarian la marcha real de la curva.

Se anotará con cuidado la cantidad de gas ó de petróleo consumido durante el ensayo. Será conveniente, siempre que la instalación lo permita, anotar igualmente, con la ayuda de un contador de grandes dimensiones, la cantidad de aire empleado, como también la de agua consumida durante el ensayo, como su temperatura á la entrada y á la salida. Este dato es muy importante, porque permite evaluar la cantidad de calor perdido por las paredes. La temperatura de los gases á la salida será evaluada por medio de un pirómetro.

Los diagramas sacados en los cilindros permiten el cálculo de la fuerza de la máquina, en caballos indicados, y por comparación con los resultados suministrados por el ensayo al freno, mostrarán de qué manera es utilizado, el trabajo desarrollado, en el motor. Además, y ésta es, sobre todo, su importancia, permiten darse cuenta de la manera como se realiza el ciclo y de los perfeccionamientos que hayan sido llevados á la máquina.

**Resultados de diferentes ensayos.**—A continuación damos los extractos de algunos informes de ensayos hechos en motores de diferentes tipos:

1.º Experiencias hechas en un motor Lenoir de aire dilatado, por M. Fresca, el 17 de marzo de 1861. (*Anales du Conservatoire des Arts et Metiers*, t. I, p. 867.)

Duración del ensayo: 5 horas.

Diámetro del cilindro: 140 milímetros.

Carrera del pistón: 120 milímetros.

Velocidad: 94 vueltas por minuto.

Trabajo en el freno: 0'9 caballo.

Contenido en gas de la mezcla tonante: 7'5 p. 100.

Presión máxima: 4 atmf. 36.

Temperatura del gas de la descarga: 220°.

Volumen de agua de circulación por caballo-hora: 120 litros.

Temperatura del agua á la salida: 90°.

Gasto de aceite de engrasamiento: 36 gramos por hora.

Consumo de gas por caballo-hora: 2,598 litros.

Calor llevado por el agua de circulación: 85 por 100.

2.º Experiencias hechas sobre un motor Otto y Langen, por M. Meidinger en 1868. (*Die Gasmachine*, por M. Schatter, p. 131.)

Diámetro del cilindro: 130 milímetros.

Carrera del pistón: variable.

Velocidad. Vueltas por minuto	Número de golpes de pistón	Trabajo al freno	Consumo por caballo-hora
106	43	47'7 Kg.	834
90	37	44'5	830
75	34	40'1	810
60	29	35'5	757
40	20	26'5	742

3.º Experiencias hechas en un motor Durand, alimentado con gas del alumbrado, y luego con aire carburado. (*Tratado de los motores de gas de Mr. Witz, p. 216.*)

Elementos del ensayo	Gas	Aire carburado
Duración de la experiencia	2 h.	2 h.
Número de vueltas. . . .	185	180
Trabajo efectivo. . . .	2'45 c.	2'88 c.
Gasto de gas ó de gasolina de densidad 0'695. . . .}	712 l.	0'667 l.

4.º Resultado del concurso de la Sociedad de Artes de Londres en 1888. (*Tratado de los motores de gas de Mr. Witz, p. 216.*)

Elementos del ensayo	Motor Atkinson	Motor Crossley	Motor Griffin
Duración del ensayo. . . .	6 h.	6 h.	6 h.
Potencia nominal. . . .	6 c.	6 c.	6 c.
Velocidad media. . . .	131'1 v.	160'1 v.	198'1 v.
Trabajo indicado. . . .	11'15 c.	17'12 c.	15'47 c.
Trabajo efectivo. . . .	9'48 c.	14'74 c.	12'51 c.
Rendimiento orgánico. . .	0'85	0'86	0'81
Consumo de gas por caba- llo indicado. . . . }	526 l.	575 l.	634 l.
Consumo de gas por caba- llo efectivo. . . . }	618 l.	765 l.	784 l.
Utilización. . . . .	22'8 %	21'2 %	19'2 %

Ensayo hecho con un motor Crossley en la Exposición de Bourdeos el 5 de diciembre de 1895.

Potencia de la máquina: 75 caballos.

Diámetro del pistón: 0'432.

Carrera: 0'610.

Volante: 8 toneladas de peso.  
Diámetro del volante: 2'422.  
Velocidad normal: 210 á 220 vueltas.

El ensayo se verificó haciendo funcionar una dinamo sistema Thomson-Houston, por correa y regresando la intensidad de la corriente eléctrica por medio de una resistencia líquida. El voltímetro no indicó variación ninguna.

### *Primer ensayo*

Carga aproximada: 500 caballos efectivos.  
Duración del ensayo: 1 hora 15 minutos.  
Término medio de voltios: 104.  
Idem de amperios: 394.  
Idem de vatios: 40,976.  
Velocidad media: 211'7 vueltas por minuto.  
Término medio del número de explosiones: 73 por ídem.  
Idem de las presiones medias de seis diagramas: 6'580 kilogramos.  
Consumo de gas total: 46'590 metros cúbicos.  
Idem por hora: 37'272 ídem.  
Trabajo indicado: 96 caballos.  
Consumo por kilómetro-hora: 909'6 litros.  
Idem por caballo-hora indicado: 388 ídem.

### *Segundo ensayo*

Aproximadamente á media carga.  
Duración del ensayo: 15 minutos.  
Término medio de voltios: 103.  
Idem de amperios: 207'5.  
Idem de vatios: 21,372'5.  
Velocidad media: 214 vueltas por minuto.  
Término medio de explosiones: 49 por ídem.

Presión media del diagrama núm. 7: 6'720 kilogramos.

Consumo total: 6'180 metros cúbicos.

Idem por hora: 24'720 idem idem.

Trabajo indicado: 65'8 caballos.

Consumo por kilovatio-hora: 1,110 litros.

Idem por caballo-hora indicado: 376 idem.

---

## CAPÍTULO XIV

---

**Instalación, conducción y conservación de los motores de gas, de esencia de petróleo y de gases pobres.**

**Instalación de las máquinas.**—La instalación de una máquina comprende:

1.º La construcción de los macizos de fundación;

2.º La colocación de las piezas mecánicas.

**Construcción de las fundaciones.**—Los cimientos de máquinas, como deben, sobre todo por su peso, resistir los esfuerzos estáticos y dinámicos de las máquinas, deben constituir obras monolíticas. Estas se hacen en fábrica de piedra tallada, de morrillo, ó simplemente de cemento, debiendo descansar sobre tierra firme ó sobre roca.

En el caso en que se emplee piedra tallada, los macizos pueden ser, según su importancia, de uno solo ó de varios trozos recibidos con cal hidráulica ó cemento, y unidos unos á otros por grapas de hierro.

Si se emplean morrillos, es preferible no constituir hiladas regulares, salvo en los paramentos,

con el fin de no provocar planos de ruptura y unirlos con cemento, mejor que con cal hidráulica, para que las uniones puedan resistir más á los esfuerzos de tracción.

La mampostería debe hacerse de manera de colocar las piedras de pie, con el fin de no crear en ninguna parte planos de ruptura.

Para las máquinas poco importantes, se hacen macizos económicos con hormigón de cal hidráulica ó de cemento.

En cajas de madera, instaladas en el emplazamiento de los macizos, se echa el hormigón y, después de desecación completa, se obtienen macizos monolíticos.

En los macizos es necesario disponer, durante su ejecución, agujeros para el paso de los bulones de fundación.

Este perforamiento es indispensable cuando se usan piedras labradas, ó bien puede ser practicado en las otras obras de fábrica cuando los bulones tienen poca longitud (0'40 m. á 0'50 m.); pero cuando sus dimensiones pasan á 0'50 m., es preferible disponer los agujeros al construir el macizo. Al efecto, se disponen, en el emplazamiento de los agujeros, tubos de zinc de un diámetro superior en 40 ó 50 milímetros al de la espiga del bulón, y se fabrica el macizo alrededor. Los tubos de zinc se implantan muy exactamente, después de haber hecho un trazado exacto sobre un tablero de madera instalado al nivel superior del macizo. Los tubos se introducen en los agujeros del tablero, colocados verticalmente por medio de la plomada; su base se sujeta con yeso y su cabeza queda mantenida por el tablero, de suerte que los obreros no puedan moverlos. Cuando llega el momento en que el tablero estor-

ba á los obreros, se quita después de haber sujetado sólidamente todas las cabezas de los tubos por medio de listones de madera.

Es evidente que la cabeza de los tubos debe estar colocada lo más exactamente posible, con el fin de que el orificio superior corresponda con el de las máquinas.

Cuando los bulones no tienen más que 1 á 2 metros de longitud, es suficiente implantar exactamente sus pies y recibirlos con yeso después de haberlos colocado á plomo por medio de la plomada.

Una vez terminados los macizos, debe comprobarse si los agujeros están bien exactos.

#### **Colocación de las piezas de las máquinas.—**

Para colocar en su sitio las piezas de las máquinas, se emplean las *plomadas de eje*, el *nivel*, el *compás*, la *regla*, la *escuadra* y las *llanas*.

Se figura en el espacio el eje del cilindro y el del árbol por medio de hilos de latón, de acero ó de seda, atados por una extremidad y tendidos por la otra por medio de pesos conocidos, con el fin de poder calcular la flecha que tienen en un punto cualquiera de su longitud, cuando ésta deba alcanzar 8 á 10 metros.

Se puede también figurar este eje por medio de postecillos espaciados de 1 á 2 metros unos de otros y provistos de discos con un agujero de 1 á 2 milímetros de diámetro. Colocando un disco á cada una de las extremidades de la línea, se ve por el uno una luz colocada detrás del otro y se colocan las miras intermedias de manera de ver la luz por todos los orificios. Estos suministran una serie de puntos muy exactos, entre los que se puede tender hilos cuya flecha es despreciable.

La perpendicularidad de los ejes se comprueba

por medio de escuadras de acero muy exactas y suficientemente largas, y su paralelismo por medio de llanas cuya longitud iguala su distancia.

Estando trazados los ejes, se ponen los de las piezas en coincidencia con ellos por tanteamientos por medio de un compás ó de una llana de palastro, cortada en sector circular, que se hace girar alrededor del eje. De esta manera se colocan el cilindro y las silletas del árbol.

Cuando las trepidaciones hacen oscilar las líneas de ejes verticales, trazadas por los hilos tendidos libremente por una plomada, se evitan las oscilaciones sumergiendo la extremidad del plomo en un recipiente pequeño con aceite cuya viscosidad las paraliza.

Para comprobar si los movimientos del suelo ó de la fábrica no hacen ladear las máquinas, los constructores colocan en los bastidores contra los cuales se puede aplicar, la regla y la plomada.

Durante el montaje, es conveniente examinar con atención las piezas, buscar sus defectos aparentes y comprobar si sus dimensiones están conformes con los dibujos suministrados. Al mismo tiempo se mide exactamente la longitud y el diámetro de los cilindros, de las bombas y la carrera del pistón.

Es necesario dejar un espacio libre alrededor del macizo de fundación, para que permita realizar las maniobras necesarias alrededor del aparato: la puesta en marcha, la limpieza del cilindro y de los aparatos de admisión y de descarga, etc. Según Witz, se disponen junto á la pared más próxima las llaves de gas y de agua y las bolsas antipulsativas, las cuales deben tener una capacidad por lo menos igual á 25 veces el volumen de una aspiración del motor. Con estas dimensio-

nes es bien seguro que no ha de producirse ninguna depresión en las canalizaciones y se podrá prescindir de cualquier otro aparato de arreglo intermedio. Las paredes de estas bolsas deben quedar algo flojas para que puedan conservar toda su eficacia; las llaves de llegada se tienen que regular, lo que se puede hacer automáticamente por medio de mecanismos muy sencillos; cualquiera que sea la clase del motor empleado, habrá siempre que disponer las bolsas antipulsativas verticalmente y lo más próximas que se pueda del motor.

Pasando de 3 caballos, los motores de gas tienen que enfriarse, á causa de la temperatura que se desarrolla en sus cilindros á consecuencia de las explosiones, con una circulación de agua. Si se dispone de una canalización de agua bajo presión, bastará colocar sobre la canalización un tubo de un diámetro que esté en relación con la presión para llevar el agua al cilindro. Cuando no se utiliza el agua que sale del cilindro, se regula la salida de ésta de manera que tenga una temperatura de 60° por lo menos; es más conveniente que esta temperatura llegue á los 80°, pero entonces es necesario que el aceite con que se engrase el cilindro sea muy bueno.

Un termómetro colocado sobre el tubo de salida del agua indicará la temperatura, debiendo regular las llaves según sus indicaciones.

Cuando hay escasez de agua ó su precio es bastante elevado, es imprescindible para buscar la economía en uno ú otro sentido, instalar depósitos de enfriamiento con vuelta de agua. En ocasiones, un depósito cualquiera es suficiente; en este caso, el depósito se coloca á un nivel superior al de la máquina, y su fondo comunicando con la

parte inferior de la envoltura del cilindro, en tanto que la parte superior de esta envoltura lleva otro tubo que termina en la parte alta del depósito para asegurar la circulación, por medio de la diferencia de densidad entre el agua caliente y el agua fría. Se necesitan unos 400 á 500 litros de agua por caballo de fuerza; pero la casa Kœrting construye unos enfriadores provistos de aletas de un gran poder impulsivo, con los cuales hay bastante con 200 litros de agua por caballo, para asegurar una suficiente refrigeración.

**Averiguación de las causas de desarreglo en la marcha de un motor de gas.**—Para averiguar el estado de un motor de gas hay que examinar sus diferentes órganos, siguiendo el orden de la marcha de la mezcla gaseosa hacia el cilindro.

Para comprobar el encendedor, se abre la llave del gas, se enciende el mechero, y se da vuelta al volante hasta comprimir la carga. Se para el motor un poco antes de llegar al punto muerto, y se escucha el ruido que se produce en el encendedor; cuando la llama arde en el interior con un silbido regular y la válvula superior está estanca, la inflamación de la mezcla debe producirse al rebasar el punto muerto. Si, por el contrario, no se verifica la inflamación, hay que desarmar el encendedor y examinar con cuidado el alcance del cilindro móvil.

Para asegurarse que la llama arde en la válvula inferior del encendedor, es necesario levantar la pieza de ensambladura del cilindro móvil, y dar vuelta al volante, dejando la llave del gas abierta; hay que fijar con la mano el cilindro en su sitio durante el período de aspiración, y no quitarlo del cajón sino al concluir el período de compresión.

Si el encendedor se encuentra en buen estado, se verá, mirando en el interior, arder en el fondo una pequeña llama azul claro.

En general, se puede decir que la válvula inferior está rasgada ó no está estanca cuando al levantar el cilindro móvil la llama sale del encendedor silbando, con fuerza, hasta que el manubrio alcance su punto muerto inferior.

El cilindro móvil no está estanco si el encendedor sopla durante todo el tiempo de la compresión, aun cuando el cilindro móvil no se levante.

La luz de la válvula inferior se encuentra obstruída si la llama no quema en la válvula de encendido inferior.

Las válvulas de encendido se gastan con el tiempo, y este desgaste produce una disminución en la elevación de la válvula. De esto resulta que el encendido no se efectúa con la misma regularidad, y que el trabajo motor se entorpece.

El cilindro móvil puede también, después de cierto tiempo, hundirse en su sitio; en este caso, el encendido no se verificará hasta que el émbolo haya rebasado el punto muerto.

Si la cavidad llega ó pasa de 2 á 3 milímetros, el encendedor funcionará de un modo defectuoso.

Para subsanar este inconveniente, hay que limar los orificios de encendido hasta que se encuentren al nivel de la portada del cilindro móvil. Se lima también la parte superior de la válvula inferior hasta que el cilindro móvil no la rechace de su asiento más que un cuarto de milímetro.

**Extinción de la llama de encendido.**—Las causas que pueden producir la extinción repetida de la llama de encendido durante la marcha del motor, son las siguientes:

1.º El resorte de la válvula de encendido puede no estar suficientemente tendido. La tensión ha de ser bastante fuerte para que el borde superior del tornillo iguale el borde superior de la caja del resorte.

2.º La válvula de encendido puede estar untada y no cerrar bien. Es preciso, en tal caso, sacar la válvula, limpiarla, y si es preciso esmerilarla hasta que haga buen asiento.

3.º Si la junta de la unión no se encuentra bien hecha, parte de la mezcla comprimida se escapará por entre la unión superior del encendedor, y el borde superior de la caja de la válvula, y apagará la llama del encendedor.

4.º El mechero de la llama de encendido puede no encontrarse bastante acercado al encendedor. Para que la llama del encendido arda en buenas condiciones, es preciso que el tubo de latón del mechero penetre hasta el saliente en el agujero practicado en el encendedor, y que sea mantenido en su sitio por el tornillo de presión.

5.º La llama puede ser apagada por la aspiración del motor. Este caso puede presentarse cuando la presión del gas es demasiado floja, ó cuando el diámetro del tubo de llegada del gas no es suficiente.

El motor, por su aspiración, produce el vacío en los tubos, y la llama se apaga. En este caso, hay que aumentar la presión del gas, ó sustituir los tubos por otros de mayor diámetro.

Quando la válvula de escape chilla, ó cuando se encuentra untada, se producen, al poner en marcha, detonaciones en el tubo de escape.

Esto depende de que parte de la carga, atravesando la válvula, penetra, durante el período de compresión, en el recipiente de escape.

Esta parte de la carga se enciende al mismo tiempo que la carga contenida en el cilindro y sale por el tubo de escape con una fuerte detonación.

El medio más rápido y más seguro de investigar que no hay derrames en ningún órgano del motor, es el hacerle dar vueltas en sentido contrario, y para esto hay que empujar energicamente el volante.

Si está todo bien estanco, es necesario que, después de detener el volante durante cierto tiempo antes que el manubrio haya rebasado el punto muerto inferior, al soltar el volante el émbolo vuelva á subir con fuerza.

**Insuficiencia de fuerza del motor.**—Si el motor no desarrolla su fuerza normal, aunque el encendido se haga con regularidad, es que el émbolo no está estanco ó que se ha ovalizado.

En este caso hay que echar aceite sobre los segmentos entre el émbolo y el cilindro, dando al mismo tiempo vuelta al volante en el sentido inverso.

Si durante esta operación se forman muchas burbujas de aire, hay que quitar el émbolo y cambiar los segmentos; se aumentará de este modo la fuerza del motor, á menos que el cilindro esté demasiado gastado.

Es indudable que cuando un cilindro se desgasta con mucha rapidez, la culpa es del aceite que se usa, que es de mala calidad.

Hay que tener buen cuidado que las partes frontales de las paredes del cilindro tengan siempre un aspecto limpio y reluciente.

---

## CAPÍTULO XV

### Combustibles y aparatos para su fabricación

Los diferentes combustibles empleados en los motores son: el gas del alumbrado, los gases de agua y gases pobres, los de altos hornos, el acetileno, el aire carburado por los aceites y las esencias de petróleo y alcohol.

**Gas del alumbrado.**—El gas de hulla tiene, como hemos dicho, una composición muy variable. Esta composición varía con la naturaleza de la hulla, la temperatura de las retortas de destilación, y los procedimientos empleados para la depuración.

Según Mr. Witz, su composición media es:

Naturaleza del gas	En peso	En volumen
	<i>Gramos</i>	<i>Litros</i>
H.. . . . .	100	1116·0
CO. . . . .	150	119·6
Az. . . . .	100	79·6
C <sup>2</sup> H <sup>4</sup> . . . . .	490	683·3
C <sup>4</sup> H <sup>4</sup> . . . . .	130	103·6
Carbuos diversos. . . . .	30	12·0
	1000	2115·1

La densidad es de 0'36, el peso del metro cúbico de 473 gramos. El volumen del aire necesario para la combustión es de 11,390 litros para 1 kilogramo de gas. El número de calorías desprendidas por la combustión de 1 metro cúbico de gas es de 5,520; esta cifra no representa, por lo demás, más que un término medio.

No entraremos en los detalles de la fabricación; el solo punto importante es saber que la depuración quita al gas los compuestos de hidrógeno y de carbono y disminuye, por consecuencia, el calor calorífico. Esta depuración es necesaria cuando se destina el gas al alumbrado; y lo es mucho menos para los gases destinados únicamente á la alimentación de los motores. Resulta de una experiencia de Witz, que un gas que tenga, á la salida del colector, un poder calorífico de 5.535 calorías, cae después de la depuración á 5,292.

Es, por lo tanto, conveniente, en el caso de que una fábrica de gas alimente exclusivamente motores, restringir la depuración en una fuerte proporción. El poder calorífico de un gas dado varía en el mismo sentido que su poder luminoso.

En el caso en que el gas suministrado por las fábricas es pobre, es decir, poco luminoso, es ventajoso, cuando sirve para el alumbrado, enriquecerlo haciéndolo pasar por un carburador, y la economía que resulta es con frecuencia bastante apreciable. Lo mismo sucede con los motores y, en muchos casos, sería ventajoso agregar al motor de gas un carburador. La ventaja posible cambiará, naturalmente, con la composición y, sobre todo, con el precio del gas de las fábricas; precio que varía actualmente de 0'10 á 0'50 pesetas el metro cúbico.

El precio de coste real del gas, en las grandes fábricas, es muy inferior á estas cifras; el cok y los subproductos provenientes de la depuración tienen, en efecto, un valor importante cuando se halla dónde darles salida: una fábrica de poca importancia podrá difícilmente, aparte del cok, dar salida á los residuos en buenas condiciones. Será, por consiguiente, preferible, á menos que la importancia de los motores que haya que alimentar ó del alumbrado á producir al mismo tiempo no sea considerable, recurrir, si se puede, al gas de las fábricas; la instalación de una fábrica particular sería, en la mayor parte de los casos, más onerosa. No es tan sólo la hulla la susceptible de suministrar, por la destilación, un gas propio para el alumbrado y la calefacción. Se ha empleado con éxito la madera, la turba y los aceites de petróleo.

Los motores *Ragot* y *Sécurité* emplean, como combustible, el petróleo vaporizado por los gases provenientes del escape.

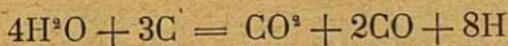
El gas Pintsch se obtiene por la destilación de petróleo que se derrama lentamente en retortas calentadas al rojo claro; el gas producido se lava y depura con cal y con serrín. Este gas posee un poder calorífico muy considerable, 20,000 calorías próximamente por metro cúbico; es, por consecuencia, incomparable para la alimentación de los motores.

**Gas de agua y gases pobres.**—Estos gases se obtienen, no sólo por una sencilla destilación, sino por una reacción química.

Si hacemos obrar á alta temperatura el aire sobre el carbono, se producirá, según las proporciones relativas de los dos cuerpos, bien el ácido carbónico, bien el óxido de carbono; la mezcla de

estos dos cuerpos con el ázoe del aire empleado, forma un gas combustible.

Si, además, hacemos reaccionar, sobre el carbono, á alta temperatura, vapor de agua recalentado, se reproducirá, bien ácido carbónico, del óxido de carbono y del hidrógeno, ó bien únicamente óxido de carbono é hidrógeno:



Los gases producidos por la última reacción, á los que se reserva el nombre de gases de agua, tienen un poder calorífico de 3,000 calorías al metro cúbico.

Han sido imaginados diferentes procedimientos para utilizar estas reacciones.

En unos (gas Lowe, gas Strong) han hecho pasar sobre el combustible, antracita, carbón ó cok previamente encendido, una corriente forzada de aire que conduce bien pronto la masa de carbón á la incandescencia; los gases concluyen de quemarse en una cámara de fábrica, haciendo llegar las paredes al rojo blanco. En un momento dado, se suspende la operación, y se hace pasar en un sentido inverso una corriente de vapor que se descompone al atravesar la columna de carbón; es necesario interrumpir de tiempo en tiempo la fabricación del gas de agua, y hacer pasar por el aparato una nueva corriente de aire; se comprende, por lo tanto, que este gas de agua pueda contener ázoe y ácido carbónico.

En otros procedimientos, se hace reaccionar á la vez sobre el calor, carbón, aire y vapor, y la mezcla de composición compleja que resulta de la operación lleva el nombre de gas pobre.

Los aparatos en que se produce este gas, se llaman gasógenos, y su invención es debida á dos franceses, Thomas y Laurens, que estudiaron muy detenidamente los procedimientos para la fabricación económica de los gases pobres; pero Siemens fué el que en realidad dió una forma racional á los gasógenos, y los aplicó á las necesidades de la industria, y en particular á la metalurgia y á la cristalería. La disposición adoptada por Siemens fué reproducida por sus sucesores.

**Gasógeno Dowson.** — Después del de Siemens, éste fué el primero que tuvo un gran número de aplicaciones, y sigue teniéndolas por su sencillez.

Este aparato se compone (fig. 62) de cinco partes distintas: el *generador*, el *calentador de vapor*, el *barrilillo*, el *scrubber* y el *gasómetro*. El generador es una retorta, propiamente dicha, de gas cilíndrica, hecha con ladrillos refractarios y colocada verticalmente; los ladrillos están protegidos por la parte exterior por una envoltura de palastro. El combustible, antracita ó cok, se pone sobre una rejilla, y la alimentación puede hacerse en marcha por medio de una tolva, provista de una tapadera y de una válvula, que no deben estar nunca abiertas las dos á la vez, para evitar las introducciones de aire y, por consiguiente, las explosiones. El *calentador de vapor* no es más que una caldera en serpentín de poca capacidad, destinada á producir el vapor que ha de ser descompuesto al contacto del carbón incandescente, y que se produce á razón de 600 centímetros cúbicos por caballo efectivo desarrollado por el motor.

El vapor que sale de esta caldera atraviesa un inyector, estilo Koerting; la columna de vapor, al penetrar en un tubo cónico abierto, arrastra el

aire por inercia, de tal modo que el gasógeno se alimenta á la vez de aire y de vapor. El aire mantiene la combustión del carbón, y el agua se des-

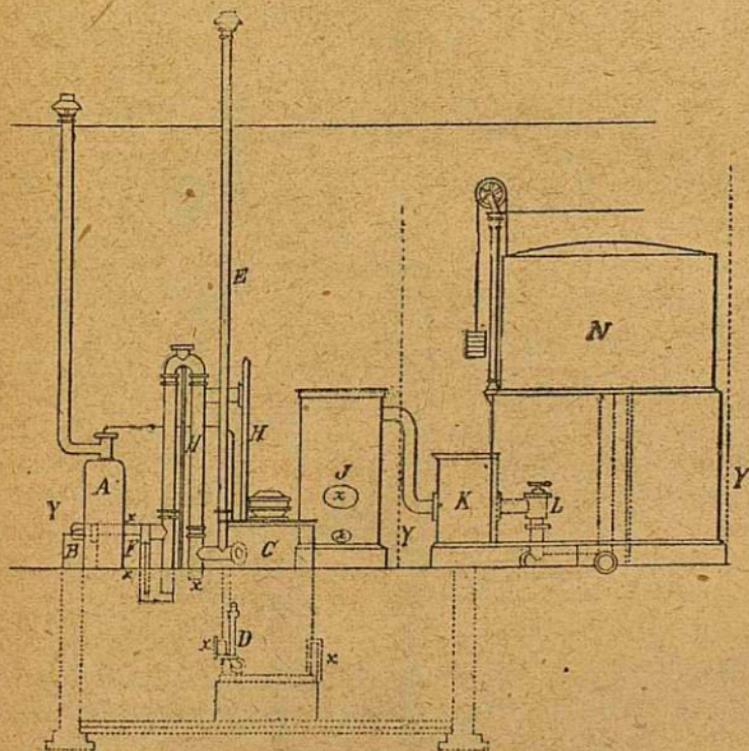


Fig. 62

compone en sus elementos; se obtiene, pues, una mezcla de gas de agua y de gas de aire. De la regulación del inyector resulta, por lo tanto, la calidad del gas producido.

Este gas, al salir del generador, atraviesa un barrilillo ó *caja hidráulica*, dividido en dos por un

tabique vertical; el nivel del agua determina la presión bajo la cual funciona el gasómetro; del barrilillo pasa el gas al scrubber ó *columna de cok*,

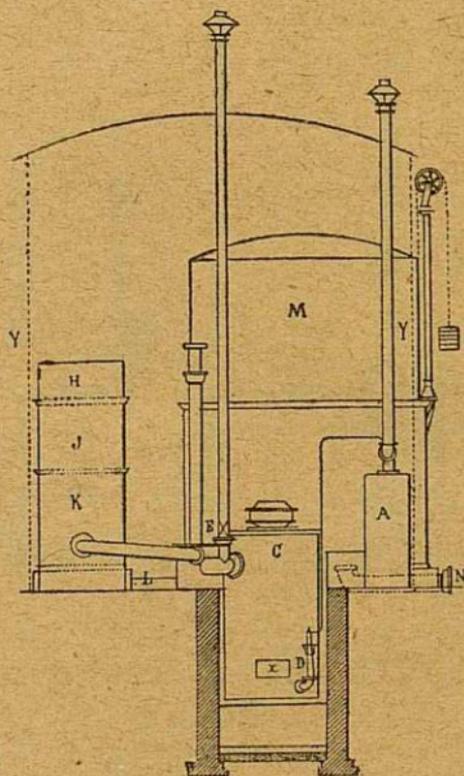


Fig. 62 A

en donde se enfría y se lava al atravesar una masa de cok regada constantemente con una lluvia muy fina de agua, terminando por atravesar una caja llena de serrín, donde se purifica el gas antes de desembocar en el gasómetro.

De varios análisis hechos con el gas Dowson por Witz, resulta que esta mezcla combustible se compone, por lo regular, de  $1/4$  de hidrógeno,  $1/6$  ó  $1/4$  de óxido de carbono y  $1/2$  de ázoe. La capacidad calorífica varía, con la clase del carbón empleado, entre 1,350 y 1,500 calorías; 1 kilogra-

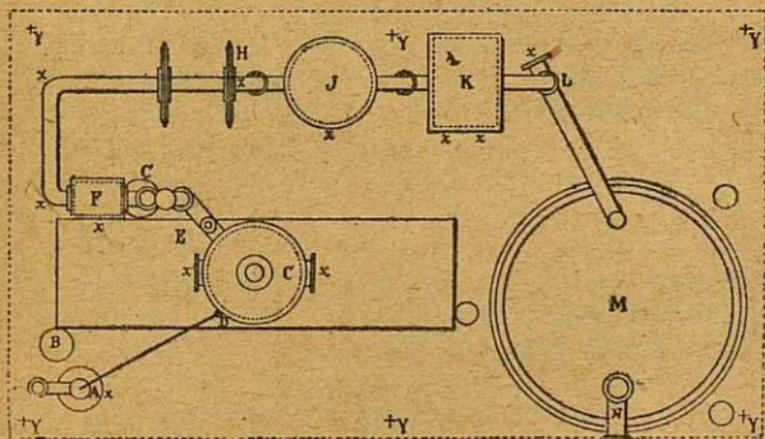


Fig. 62 B

mo de antracita inglesa da, poco más ó menos, 4 metros cúbicos de mezcla gaseosa, que viene á costar de 1 á 2 céntimos metro cúbico.

Hay que advertir que esta mezcla tiene la cuarta parte de riqueza que la del gas del alumbrado; pero resulta, de todas maneras, más barata, toda vez que su fabricación cuesta de seis á diez veces menos.

**Gasómetro de Buire-Leucachez.**—El gas de gasógeno contiene en volumen 20 partes de ácido carbónico, 115 de óxido de carbono, 66 de hidrógeno y 178 de ázoe, que forman un total de 379 me-

tros cúbicos; su composición centesimal es, por lo tanto, la siguiente:

Oxido de carbono. . . . .	29'4
Acido carbónico. . . . .	5'9
Hidrógeno. . . . .	17'6
Azoe. . . . .	47'1
	<hr/>
	100'0

Seis equivalentes de carbono, ó sea 72 kilogramos, han intervenido en la operación; teóricamente, 1 kilogramo debería producir 5'26 metros cúbicos de gas de un poder calorífico medio de 1,360 calorías á 0° C, y bajo la presión atmosférica. Estas cifras permiten calcular el rendimiento de un gasógeno y el valor del gas obtenido. Los mejores resultados han sido obtenidos por los gasógenos ideados por Leucachez, y construidos según los planos de éste por los talleres de la Buire en Lyon.

La característica de este gasógeno (fig. 63) consiste en la supresión de la caldera de vapor, que exige una atención particular y una vigilancia constante para su alimentación. El hogar consta de un cilindro de tierra refractaria rodeado de una envoltura de arena obrando de calorífugo. El carbón se echa por medio de una tolva, cuyo fondo se hace volcar por medio de una palanca de contrapeso, de modo que no haya nunca comunicación entre el interior y la atmósfera. Este combustible, carbón pobre, ó antracita, se esparce sobre una reja de gradas que impide que caiga en el cenicero; un barrote hueco recibe, por una llave, un chorro de agua tenue que brota en el cenicero, en el cual se evapora al instante merced á la radiación del brasero; el vapor que se desprende, arrastrado con el aire soplado,

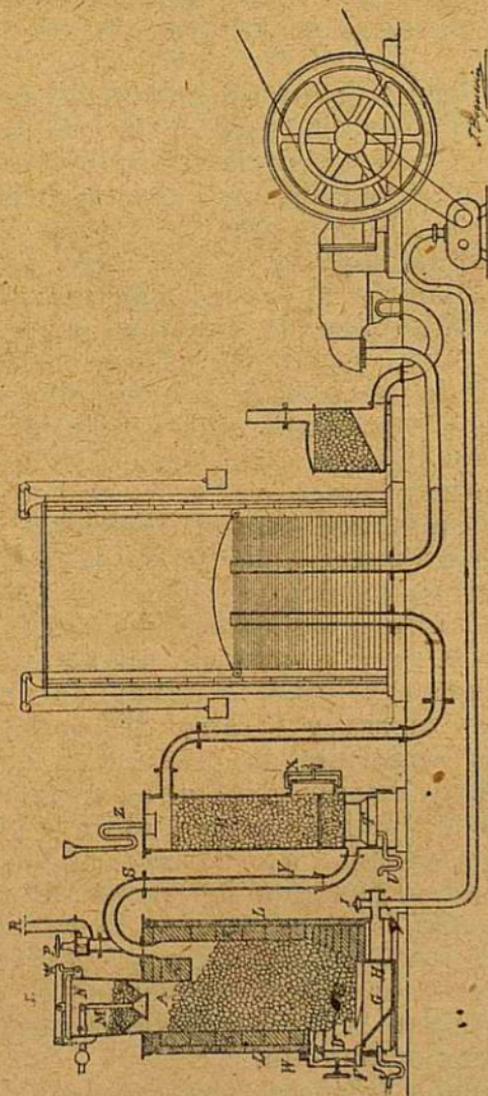


Fig. 68

penetra en la cuba del gasógeno, en donde se descompone al contacto del carbón incandescente. El exceso de agua se escurre por un sifón de desagüe.

Un ventilador centrífugo accionado por el motor sopla el aire necesario á la operación. La necesidad de este ventilador compensa hasta cierto punto la ventaja que resulta de la supresión de la caldera de vapor.

El gas producido sale por un tubo y penetra en el lavador, venciendo la pequeña resistencia de la junta hidráulica<sup>SY</sup> destinada á oponerse á que vuelva el gas al generador. Atraviesa las rejas que cierran la columna de cok, en donde se despoja de los polvos arrastrados y se enfría al contacto del agua que cae en forma de lluvia de la parte superior; luego va á desembocar en el gasómetro, mientras que el agua que proviene del lavador brota fuera por un desagüe.

Cuando el gasómetro se encuentra lleno y ha llegado á lo último de su carrera vertical, obra sobre una palanca unida por un alambre á una clapatela puesta sobre el conducto de aire. Esta clapatela se cierra y el aire del ventilador se escapa á la atmósfera; la producción del gas se para automáticamente y vuelve á empezar cuando el gasómetro, al bajar, vuelve á abrir la clapatela. Este arreglo permite, por lo tanto, proporcionar la producción al consumo del motor. Al poner en marcha, estando el gasómetro lleno, se puede desamarrar inmediatamente, y queda tiempo suficiente para hacer recobrar, por medio del ventilador, al hogar la temperatura necesaria para un buen funcionamiento.

Una pequeña rampa de gas, colocada debajo de la reja de gradas y alimentada por gas suminis-

trado por el gasómetro, facilita la puesta en marcha y puede ser utilizada para activar el fuego después de un período de parada; un recalentador tubular, atravesado en un sentido por los gases calientes producidos por el gasómetro y en el otro sentido por el aire de insuflación, asegura una calefacción metódica, así como una economía de calórico.

En fin, hay que emplear para un gasógeno de 60 caballos, que produce 200 metros cúbicos por hora, 100 litros de agua para la vaporización y 500 litros para el lavado. El agua de refrigeración del cilindro motor puede utilizarse muy bien para este objeto, para lo cual se necesita disponer un depósito de enfriamiento en el cual el agua se vuelve á recoger por medio de una bomba.

**Gasógeno Gardie.**—Este aparato se distingue por el uso de un aire muy comprimido (6 á 7 kilogramos), mezclado con vapor á la misma presión, muy caliente por consiguiente y cuyo efecto es muy enérgico.

El generador tiene forma de crisol; el carbón va sostenido por las paredes, lo que hace inútil la rejilla.

El aire y el vapor desembocan en la cuba por una corona de toberas y una ventanilla colocada á ese nivel permite el darse cuenta del grado de incandescencia obtenido. La carga se hace por medio de una tolva con dos obturadores, según el medio ordinario; el gas que sale á alta temperatura calienta un serpentín atravesado por el vapor de alimentación, el cual se encuentra así calentado sin gasto ninguno; luego desemboca en un lavador rudimentario, compuesto de dos tubos concéntricos de altura desigual, y desemboca en

el gasómetro. El aire comprimido por una bomba especial en un depósito, se calienta en un recuperador atravesado en sentido inverso por los gases de la descarga del motor; de este modo se recalienta sin gasto con los calores perdidos y produce un aumento sensible en la proporción del vapor inyectado.

El gasógeno Gardie posee, pues, innovaciones ingeniosas; el gas producido es muy rico, 1,400 calorías, y sin evaporación de alquitrán ó de amoníaco, lo que permite suprimir los lavadores *scrubbers* indispensables en los otros sistemas.

Su único inconveniente consiste en el depósito de aire comprimido, que necesita una bomba de cierta fuerza y constituye una complicación.

**Gasógeno Taylor.**—El gasógeno Taylor es uno de los modelos más perfectos y mejor combinados que han aparecido en el curso de estos últimos años. Se ha probado con buen éxito en varias industrias, en la metalurgia y en la cerámica. Se compone de un generador de gas, de una caldera que sirve para producir el vapor de inyección, de un haz tubular recalentador, de una serie de tubos de enfriamiento, de un barrilillo, de un lavador ó *scrubber*, y de un gasómetro.

La característica del Taylor, entre todos los aparatos similares, consiste en su sistema de desengrasación; merced á su suelo giratorio se pueden sacar las escorias del combustible y limpiar la rejilla sin parar la marcha. Con esta disposición no es necesario emplear antracita pura; se puede hacer uso de cualquiera clase de carbones pobres de poco coste.

El generador de vapor va colocado sobre el gasógeno, y se calienta con los gases calientes que de éste salen.

Al salir de este generador, el vapor producido pasa por un calentador, y luego por un haz tubular recorrido por los gases. La alta temperatura de la mezcla de aire y de vapor produce un rendimiento elevado. Por otra parte, los gases calientes producidos por la descomposición del agua en el gasógeno recorren tubos verticales de gran superficie, en donde se enfrían, y luego se lavan en un barrilillo, atraviesan un lavador de cok, y por último llegan al gasómetro.

La mezcla de gases (hidrógeno, óxido de carbono, etc.) producida en el gasógeno puede alcanzar un poder calorífico de 1,400 á 1,500 calorías; se necesitan, pues,  $3 \frac{1}{2}$  volúmenes de este gas para representar un volumen de gas del alumbrado ordinario que tiene 5,200 calorías. Por consiguiente, un motor cuyo consumo de gas del alumbrado es de 700 litros por caballo-hora, exigirá 2,500 litros de gases pobres para desarrollar la misma potencia. Para producir este volumen gaseoso con el aparato Taylor bastan 550 gramos de antracita.

El coste del caballo-hora depende del precio del combustible empleado. Tomando, por ejemplo, como base de evaluación, un motor de 8 caballos, que consume por caballo-hora 700 litros de gas del alumbrado, á 20 céntimos metro cúbico, y funcionando diez horas, el gasto diario será de:

$$\frac{700 \times 8 \times 10 \times 0.20}{1000} = 11.20 \text{ pesetas,}$$

ó sea 0.14 por caballo-hora.

Si este motor fuera alimentado por gas pobre, producido con antracita pura, que cuesta á 55 pesetas tonelada, exigiria 550 gramos por caballo

(para 2,510 litros, equivalente á 700 litros de gas rico), y el coste sería:

$$\frac{0'550 \text{ Kg.} \times 8 \times 10 \times 54}{1000} = 2'42 \text{ pesetas,}$$

ó sea 0'0302 por caballo-hora.

Si se emplea, en vez de antracita, carbón pobre de unas 30 pesetas, el gasto sería:

$$\frac{0'555 \text{ Kg.} \times 8 \times 10 \times 30}{1000} = 1'32 \text{ pesetas,}$$

ó sea 0'0165 por caballo-hora.

La economía sería, pues, de 88 por 100 sobre el gas del alumbrado á 20 céntimos metro cúbico, y de 45 por 100 sobre el gas de antracita puro. Esta economía no necesita comentarios.

### **Gasógeno Crossley sin caldera y gasómetro.**

— Los gasógenos Crossley se construyen de varios tipos. Empezaremos por los tipos inferiores de 80 caballos.

Se distinguen de sus similares por la solidez de su construcción; volumen reducido al minimum; facilidad en la vigilancia, y poder reconocer en cualquier instante la marcha de todos sus elementos. Consta, de: un gasógeno propiamente dicho ó productor; un saturador adosado al elemento anterior, y un limpiador.

Su marcha es la siguiente:

La toma de aire se hace por el tubo A (figs. 64 y 64 bis), que comunica directamente con la parte inferior del saturador. Un chorro de agua, para la formación del vapor, tiene su acceso por el tubo B, y la evacuación del sobrante por el B'. El aire, después de atravesar el saturador, pasa á la cámara

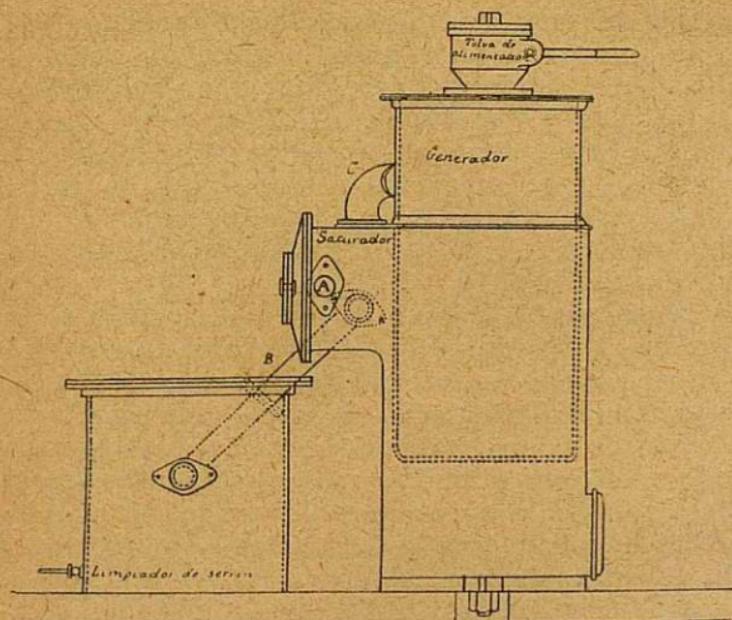


Fig. 64

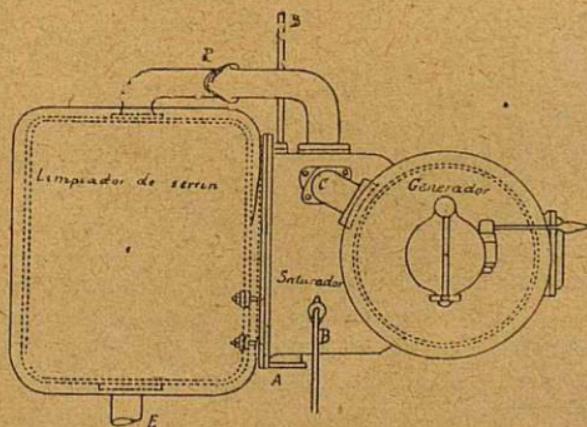


Fig. 64 bis

anular del gasógeno, atravesando de arriba abajo, y se introduce en el gasógeno, propiamente dicho, por la parte inferior, indicando las flechas su marcha; y después de atravesar toda la masa combustible, vuelve al saturador en estado de gas, por el tubo C, atraviesa el saturador de arriba abajo, y por el tubo B va directamente al limpiador, de donde se hace la toma para los motores por el tubo E.

El gasógeno, propiamente dicho, consta de un primer cuerpo cilíndrico C (fig. 65), de palastrò, con revestimiento interior refractario; en la parte superior lleva una tolva de carga, con su válvula V articulada, y la palanca de maniobra, dispuesto todo el sistema de modo que, cuando hay necesidad de abrir la tolva para la carga, la válvula cierra la comunicación del exterior al interior, á fin de evitar mezclas detonantes. Al cerrarse la tapa de la tolva, la válvula deja el paso del combustible, y cae en el interior del gasógeno, haciendo que todo él se consuma, y que la marcha sea regular, mediante el sencillo procedimiento de prolongar la tolva con un aditamento cilíndrico, que termina á la altura de la entrada del gas en el saturador. Este primer cuerpo cilíndrico enchufa en otro C', de mayor diámetro, cuyo objeto es formar la cámara anular AA. La parte inferior lleva el cenicero, con su puerta de limpiar. La unión de los dos cilindros se hace sencillamente por las cantoneras C.

El verdadero mérito del sistema, y que constituye el triunfo de esta patente, es la supresión de la parrilla. Forma el fondo del gasógeno una plataforma PP, sobre la que descansan directamente las escorias. Con este procedimiento se evita todo contacto del combustible con el metal, muy per-

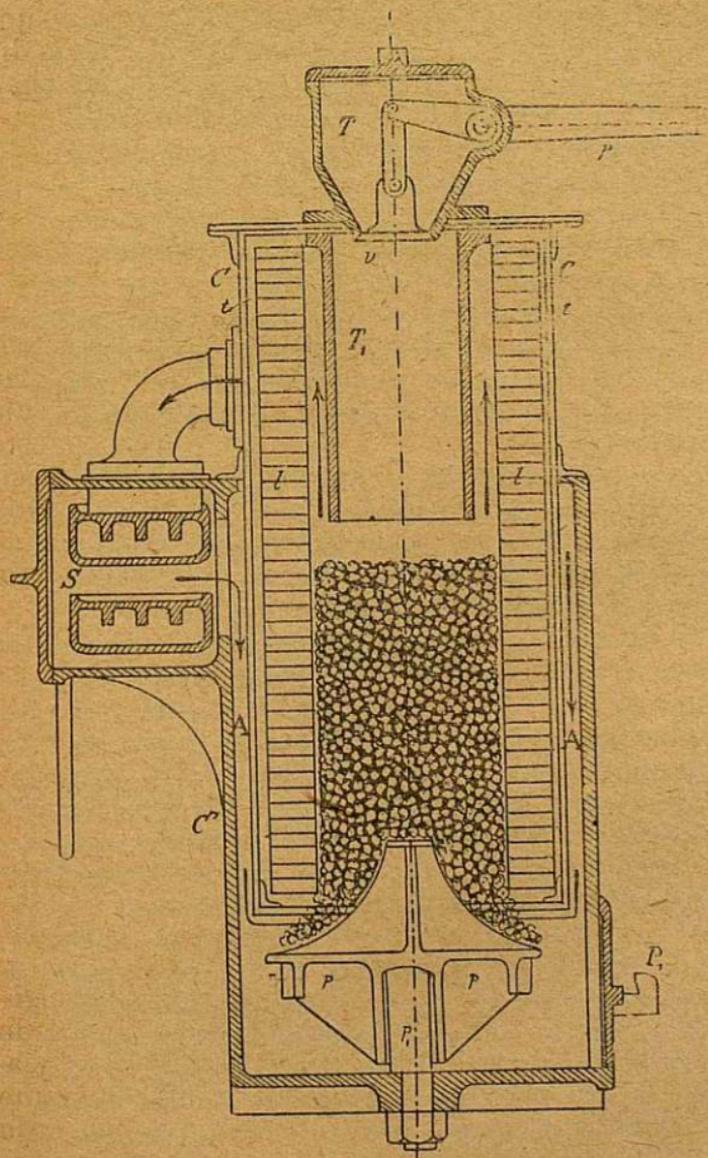


Fig. 65

judicial para la buena conservación; la parrilla la constituye una capa de escoria que, por su naturaleza misma, deja una gran permeabilidad, fácil marcha y distribución del aire en toda la masa.

El picado y desengrasación, operación que es penosa para el personal y punto débil en los gasógenos, se evita en éste con el auxilio de la misma plataforma P, que es móvil alrededor de un pivote que se pone fácilmente en movimiento desde el exterior por intermedio de una palanca, consiguiéndose al propio tiempo que este giro produzca la caída del exceso de escoria, y que se recobre fácilmente el espesor primitivo de la masa combustible.

En este sistema no es posible, por mala que sea la calidad del combustible, que llegue á un estado pastoso, en el que, soldándose, por decirlo así, los elementos de carbón, impidan el acceso del aire, por la falta de permeabilidad.

El examen que tan ligeramente acabamos de hacer lleva al ánimo que el rendimiento térmico del productor, ó gasógeno, propiamente dicho, es el máximo que puede obtenerse, por la feliz disposición de la cámara anular y de la plataforma giratoria. La primera impide la pérdida por radiación; y la segunda da un consumo gradual y total del combustible, por el espesor constante que se obtiene en la masa incandescente.

El saturador tiene en este sistema el doble papel de recalentar y saturar el aire de vapor de agua, antes de su ingreso en la cámara anular, para lo que no se necesita gasto ninguno de combustible, toda vez que los gases, al salir del gasógeno, á una temperatura mayor de 500 grados, en lugar de perderse este calor en los lavadores y limpiadores, llenan aquel fin obteniendo que el

comburente llegue al conductor cargado de vapor de agua, sin temor de alterar la marcha ni añadir al gas combustible con exceso de ácido carbónico y compensando al propio tiempo el enfriamiento

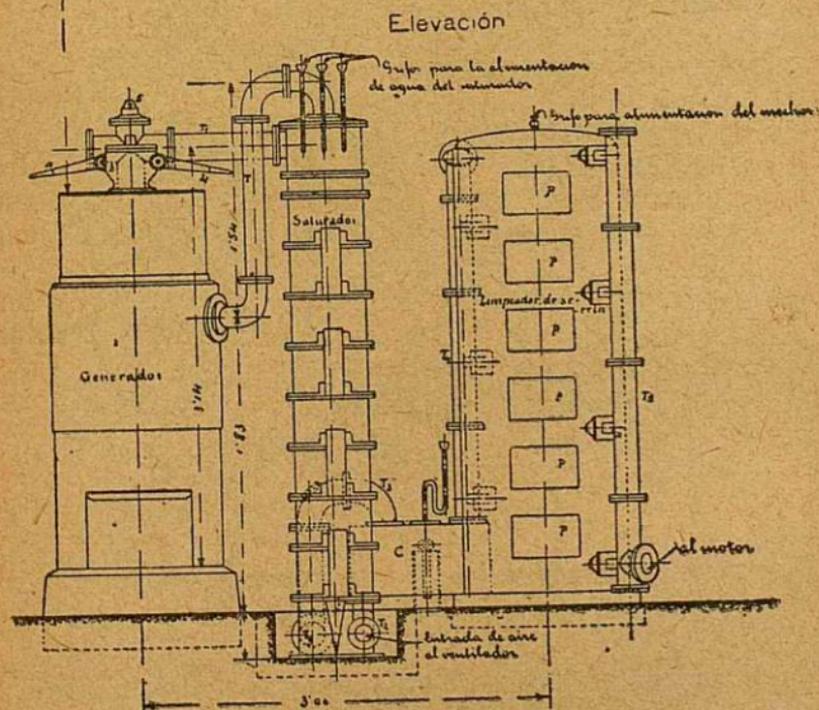


Fig. 66

del gasógeno, debido á la entrada del vapor de agua que arrastra el aire.

Conviene volver á insistir en que el gas formado pasa del gasógeno á la parte superior del saturador, y, alternativamente, por secciones que constituyen un sinuoso recorrido, á la parte infe-

rior. El aire sigue el camino contrario; una pequeña cantidad de agua, penetrando por la parte superior del saturador, atraviesa todo su espesor en contacto con el aire. Del saturador pasa el gas á un amplio limpiador, ó purificador, de serrín y cok, con puerta convenientemente arreglada para vaciarle y llenarle.

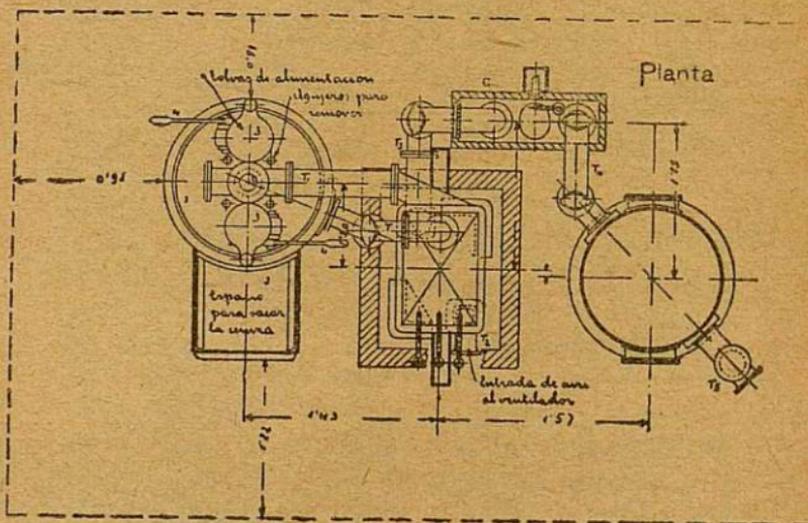


Fig. 67

Los tipos mayores de 80 caballos no varían más que en algunos detalles, para su mejor rendimiento, regularidad y facilidad en el manejo; así es que la plataforma giratoria descansa sobre un juego de bolas de acero, que facilitan y suavizan el movimiento. El saturador está separado del productor, con la característica de ser rectangular. El limpiador y el saturador adquieren mayor importancia afectando la forma cilíndrica.

Entre estos dos elementos se intercala una caja

hidráulica, para evitar el retroceso de los gases. Un ventilador, que se mueve á mano para el encendido, lo es después por el motor mismo. El plano de la fig. 68 señala la disposición de una instalación de 100 caballos.

Se construye así mismo otro tipo muy interesante para las industrias, sobre todo en regiones en que la mala calidad de los combustibles ó el recorrido, impiden emplear otra cosa que carbones inferiores.

La instalación que representa la fig. 69 ha sido proyectada para trabajar con granzas de cualquier carbón bituminoso que no se aglutina.

#### Gasógeno Benz.

—En este generador, el gas pobre se obtiene conduciendo una corriente de aire atmosférico y de

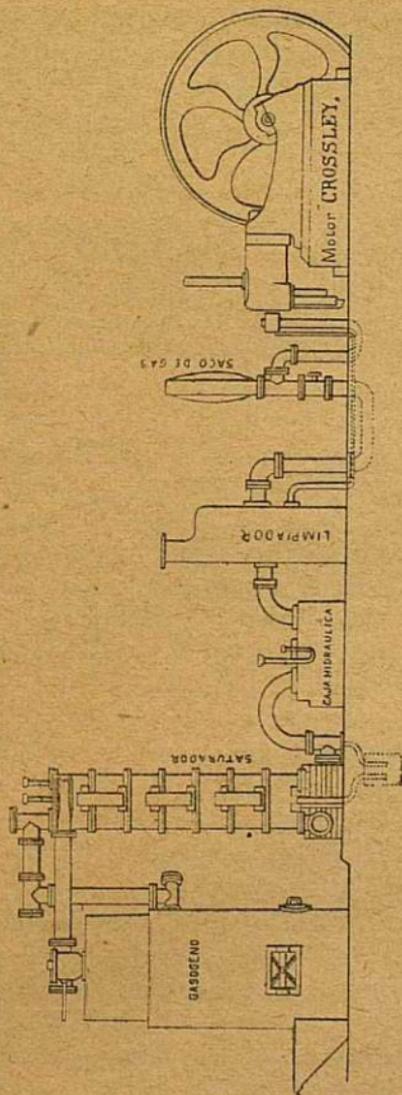


Fig. 68

vapor de agua á través de una columna de combustible (carbón de antracita) puesto á incandescencia, purificándose los productos obtenidos y quemándose éstos luego en el motor.

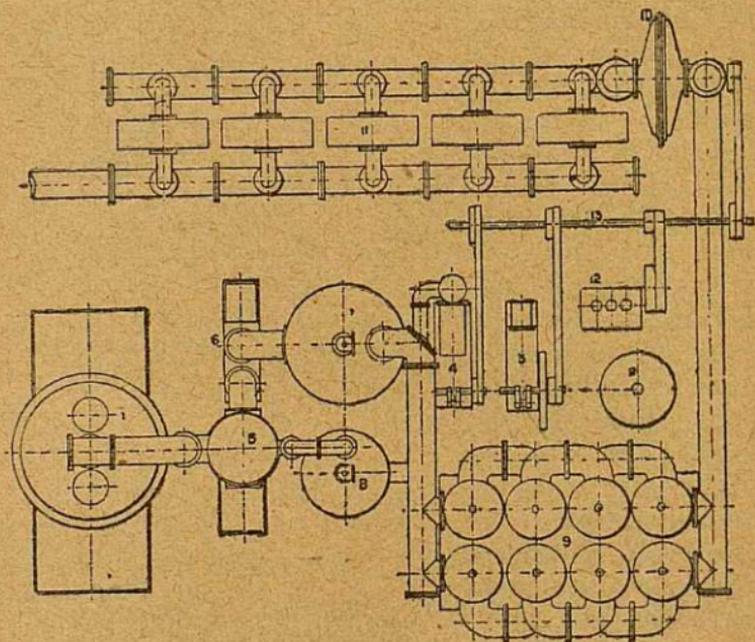


Fig. 69 .

Cuando la corriente de aire mezclada con vapor de agua pasa por el generador, forma el oxígeno del aire primeramente ácido carbónico con el carbono del combustible puesto á la incandescencia, y este ácido carbónico viene á reducirse casi completamente á óxido de carbono al pasar por las capas siguientes de carbón incandescente. El vapor de agua que se introduce, se descompone por los carbones incandescentes, re-

sultando de esta manera óxido de carbono é hidrógeno, quedando el nitrógeno y el aire del ventilador, así como el ácido carbónico que se haya producido, mezclados con los productos del generador en forma de gases indiferentes.

Los aparatos que se emplean para la producción del gas (fig. 70) son: un generador A, con el cajón recogepolvos B, el aparato evaporizador C, el purificador D y la caja de gas E, desde la cual el motor aspira el gas que necesita.

El embudo de entrada, revestido de material refractario, del cilindro del generador A, se llena de carbón de antracita por el embudo F de entrada según la cantidad que se necesite; también durante el funcionamiento del motor, levántandose la válvula cónica combinada con la palanca G, y dispuesta en la desembocadura del embudo, después que sobre la parrilla del generador se haya encendido un fuego de leña y de carbón de encina y estén cerradas las dos puertas. Después se hace que entre el aire por el pie H del generador, y mediante un ventilador provisto de un manubrio, con el objeto de que la capa de carbón se ponga más pronto en combustión. En esta operación de poner en marcha el generador, la válvula I de doble asiento deberá estar puesta de tal manera que el humo que se produce al encender el generador salga por el tubo K al aire libre. También deberá estar abierto un robinete para la salida del aire dispuesto en el nivel de agua superior. De un modo contrario, como sucede en aquellas instalaciones que trabajan mediante presión de vapor y con inyector, no se quema el gas producido primeramente en el generador, puesto que el gas se forma solamente mediante la entrada de aire á través del carbón y contiene

en su consecuencia casi siempre ácido carbónico; lo mismo sucede en cualquier estufa ordinaria alimentada con carbón y en la cual se escapan también los gases, sin quemarse, por la chimenea.

En las instalaciones de motores á gas pobre, provistas de inyector de presión de vapor, todo el gas que sale al aire libre tiene que quemarse antes, en virtud de su gran contenido de ácido carbónico; lo que se evita al principio en las instalaciones Benz, puesto que se introduce solamente aire, pero ningún vapor, escapando el vapor de agua que se forme en el aparato evaporizador por el robinete de escape arriba mencionado, el cual queda abierto cuando se enciende el generador.

Después de que se ha puesto en combustión la capa de carbón que existe en el generador, se cierra la llave de escape de la tubería de vapor, produciéndose de esta manera la entrada del vapor en el pie del generador. Así se producirá el gas necesario para el funcionamiento del motor, lo que se reconoce encendiendo el gas que sale de la llave de prueba que existe en la válvula de reacción. El gas útil para el funcionamiento debe tener una llama de color de matiz rojo, azulado, amarillento, y la cual no se extingue.

Después, la válvula de reacción I, puede colocarse de tal manera, que se cierre el paso al aire libre y se abra aquél al purificador.

El purificador D, está relleno de cok, y mediante una llave de paso entra en el mismo desde arriba continuamente agua fresca, la cual, pasando por el cok, purifica el gas, se reúne en el pie K del purificador hasta una altura determinada, y vuelve á salir por el tubo L. El tubo L está dis-

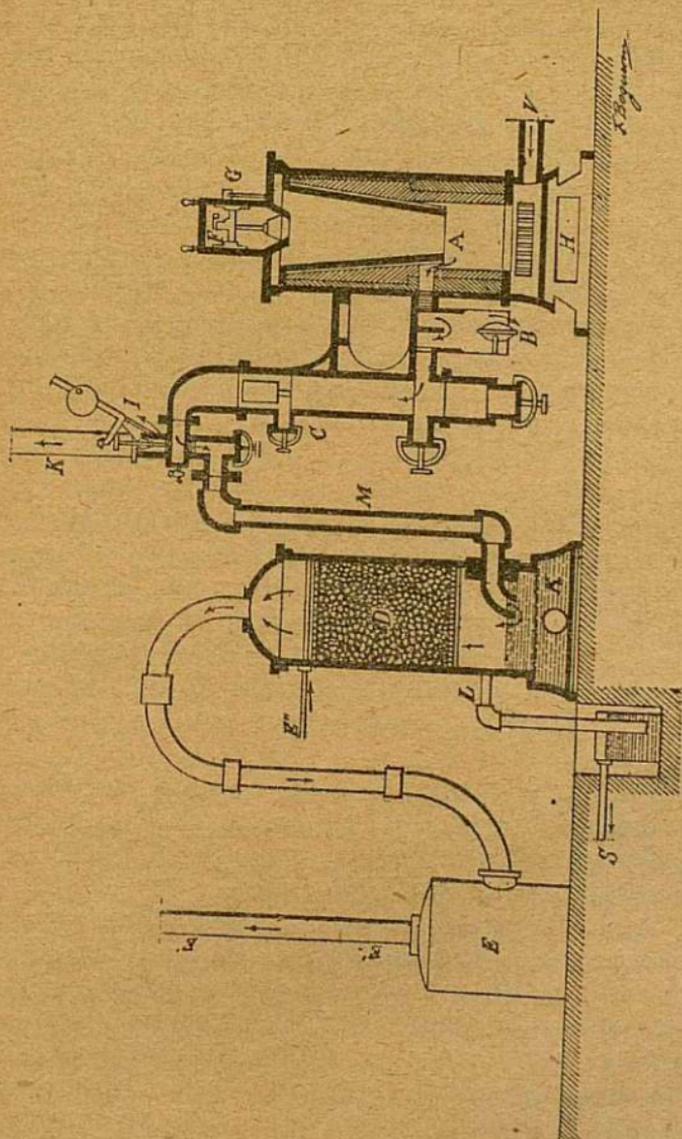


Fig. 70

puesto de tal manera, que el gas que viene del tubo M de entrada del gas, tenga que atravesar una capa de agua de cinco centímetros próximamente, evitándose de esta manera el que el gas retroceda al generador. Hechas estas operaciones, puede ponerse el motor en marcha de modo que éste aspire el gas ya perfectamente útil. Desde entonces se introduce el gas mediante un ventilador, movido por medio del mismo motor, y el cual está combinado con este último por una correa. El cilindro generador A se cargará también de antracita durante el funcionamiento desde el embudo relleno G, lo que resulta necesario siempre que la ventanilla que está en la tapa del generador hace transparentar un color rojo de la lumbre.

Si hay que suspender la producción del gas durante cortos intervalos, se hace seguir el fuego, cerrándose todas las llaves y aberturas, excepción hecha de un agujero, para avivar la lumbre, de una de las dos puertas del pie H del generador, y colocándose la válvula de cambio de tal manera que el humo tenga que salir por el tubo N al aire libre.

El gas que se forma de esta manera, es, como ya hemos dicho, igual al que se produce al poner el motor en marcha, porque en este caso se conduce solamente aire al generador.

El vapor de agua necesario para el desarrollo del gas pobre se produce en un aparato evaporizador, el cual funciona mediante los gases calientes que salen del generador. La presión del vapor de agua tiene durante el funcionamiento una columna de agua de 250 milímetros próximamente, y ésta podrá subir á lo sumo hasta 500 milímetros, puesto que, la entrada del agua de alimentación,

se efectúa solamente por gotas, y la misma pasa por un tubo, el cual por una parte comunica con el depósito de agua del aparato evaporizador, y por otra libremente con la atmósfera. Además, existe en la tubería del vapor, desde el aparato al generador, una válvula de seguridad, la cual sopla, llegando la presión á producir una columna de agua de 300 milímetros.

**Gasógenos con aprovechamiento de sulfato de amoniaco.**—En una instalación importante, es conveniente recoger, como se hace con el gas del alumbrado, los productos secundarios de la fabricación, cuyo precio hace algunas veces disminuir notablemente el valor del gas producido.

Dos son los sistemas: el *Mond* y el *Duff*, ambos sancionados por la experiencia, y cuyo principal objeto es poder emplear combustible barato y recuperar el amoniaco.

Tanto en los gasógenos *Duff* como en los *Mond*, se puede hacer buen gas de los carbones más menudos y baratos, aunque éstos tengan el 10 á 20 por 100 de cenizas, y aunque sean de una naturaleza bituminosa, y que se aglomeren y contengan una gran proporción de polvo fino, calidades de carbón que se encuentran sumamente baratas en España, por motivo de que no se pueden emplear en las calderas de vapor. Con estos carbones se ha encontrado que la recuperación de sulfato de amoniaco varía entre 38 á 45 kilogramos por tonelada de carbón, según la calidad y clase del carbón empleado.

Según un ensayo de M. Humphrey, un motor Crossley de 60 caballos no ha consumido más que 420 gramos de carbón por caballo indicado.

En estos gasógenos no se produce la cantidad de vapor necesaria; y, á menos que se pueda

aprovechar el vapor de escape de otras máquinas, es preciso con aprovechamiento del sulfato de amoníaco, agregar de 20 á 25 por 100 á la cantidad del coste del combustible, ó sea la cantidad que se gasta en producir el vapor adicional necesario.

Vamos ahora á describir los dos tipos de que hemos hablado.

**Generador Mond.**—Este es el más antiguo de los dos mencionados, y consta (fig. 71), como todos los gasógenos, de los tres indispensables elementos: productor ó gasógeno, propiamente dicho, con saturador y lavador, á fin de obtener gas puro y frío; sin embargo, tiene diferencias esenciales, por lo que creemos que merece lugar preferente en la clasificación de los gasógenos de presión, y colocarlos como un cuarto tipo que se puede clasificar con el nombre de *gasógenos recuperadores*.

Fijándose en la figura se puede seguir el proceso de la producción.

El gasógeno es cilíndrico, como todos sus similares; de parrilla con doble fondo, á fin de poder circular el aire inyectado y recalentarlo antes de su ingreso en el productor (hace las veces de cámara anular en los Crossley); lleva su tolva de carga que se prolonga en un tubo tronco-cónico, que, como en el Crossley, sirve para regular el consumo del combustible. Se emplean carbones bituminosos de bajo precio, que son transportados en vagones al pie del productor y por elevadores se depositan sobre la plataforma P, para poder verificar la carga con facilidad en la batería de productores. Esta se hace á intervalos, que dependen de la calidad del combustible, y por cargas de media tonelada.

El combustible (supongamos el gasógeno en

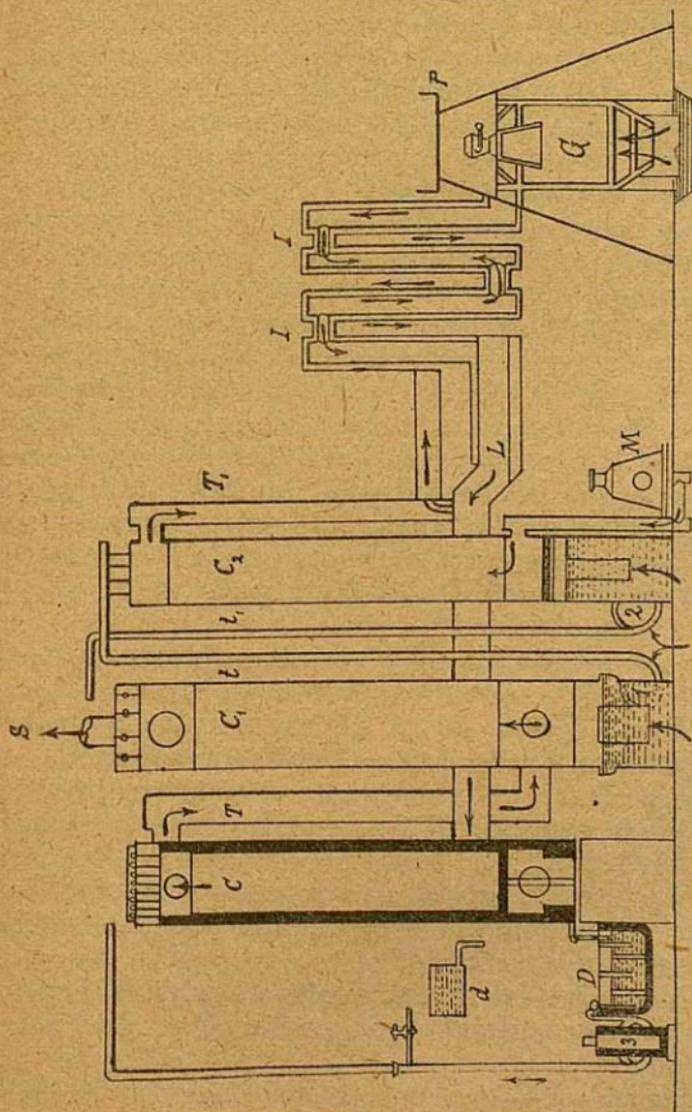


Fig. 71

marcha) cae en la parte superior, y empieza á recalentarse y paulatinamente á encenderse.

Los productos de la destilación pasan, antes de unirse al gas producido, por la parte inferior del combustible, donde su temperatura destruye ó quema el alquitrán y lo convierte en gas fijo; todos los menudos caen en esta zona, donde se encuentran con el aire inyectado, recalentado y saturado, con una temperatura de 85° centígrados, y es totalmente utilizado. Contrariamente á lo que se hace en otros gasógenos, la cantidad de vapor de agua inyectada sube á dos y media toneladas por tonelada de combustible gasificado. Esta gran cantidad de vapor tiene por principal objeto conservar en la parte inferior una temperatura que no destruye el amoníaco ni permite la formación de escorias. Media tonelada de vapor se lleva el gasógeno por tonelada de combustible quemado, produciendo fácilmente un 29 por 100 de hidrógeno libre.

Sale del productor y pasa á un intercambiador, que consiste, como fácilmente se deduce del esquema, en dos series de tubos; por la primera pasan los gases que salen del gasógeno á una temperatura próximamente de 500° centígrados, y por la segunda el aire que viene de la columna enfriadora  $C_2$ ; la primera cede su calor á la segunda, por lo que el aire ingresa á la parte inferior del productor recalentado y el gas enfriado pasa al lavador.

Más adelante diremos cómo el aire, al ingresar en el intercambiador, va saturado ya de vapor de agua.

**Lavador.**—Merece que nos fijemos en este detalle, que es característico tanto al Mond como al Duff. Tiene por objeto producir una mezcla ínti-

ma entre el gas fabricado y el agua, y convertir (por la formación de vapor, que tiende á saturar el gas) el calor sensible en latente.

Se consigue esta mezcla íntima haciendo que el agua caiga dentro del lavador (que es un depósito rectangular de fundición), en forma de lluvia, y al propio tiempo por dos linternas LL que reciben su movimiento por transmisión exterior, que remueven constantemente la superficie del agua. Con este procedimiento se obtiene una temperatura de  $90^{\circ}$ ; el gas á esta temperatura y saturado de vapor de agua, pasa, como lo indican las flechas, por la parte superior del lavador, y por un tubo horizontal llega á la parte inferior de la columna C, forrado de plomo y relleno de pedazos de teja, á fin de presentar una gran superficie. Por la parte inferior de esta columna se hace circular, por intermedio de una bomba, una corriente de disolución de bisulfato amónico

( $\text{SO}^2 \begin{array}{l} \nearrow \text{OH} \\ \text{---} \text{ONH}^4 \end{array}$ ) con un 4 por 100 por exceso de ácido sulfúrico. El amoníaco libre del gas se combina con el ácido sulfúrico libre, y se obtiene así el sulfato amónico; con el fin de obtener un proceso continuo, se saca constantemente de la corriente ya citada una cierta cantidad que se evapora, obteniendo sulfato amónico sólido, el cual se proyecta en el depósito D, en donde un depósito superior suministra, de un modo continuo, el ácido sulfúrico, y así se obtiene constante el nivel en el depósito D, con la densidad conveniente y necesaria.

El gas, libre ya del amoníaco, pasa de la parte superior de la columna á la inferior de C<sub>1</sub>, llamada columna ó torre enfriadora del gas, en donde se enfría totalmente al atravesarla de abajo arriba,

con el auxilio de una corriente de agua fría, que tiene su ingreso por la parte superior, y conducida por el tubo  $t_1$ . El agua, en su carrera de arriba abajo, siguiendo los canales sinuosos que forman los pedazos (llamémosles grava de tija) enfría totalmente el gas por contacto, y ella, á su vez, se calienta.

El gas, totalmente purificado, recuperado el amoniaco bajo la forma de sulfato y enfriado, pasa á los gasómetros, ó á los motores directamente, ó á los hornos, según su aplicación.

Hemos terminado con el gas: lo tenemos ya producido; sigamos al agua caliente, que la hemos dejado en la parte inferior de la columna  $C_1$ : es conducida por un tubo  $t$  á la parte superior de una tercera columna  $C_2$ , llamada torre ó columna de calentar el aire.

Como la anterior, rellena de grava de teja, para proporcionar una gran superficie de contacto. El aire se inyecta por una máquina soplante, y tiene su ingreso por la parte inferior de esta columna, y en su recorrido ascendente se calienta y saturá, saliendo por el tubo  $T_1$  con una temperatura de  $73^{\circ}$ , pasando al intercambiador.

El agua sigue el camino contrario del aire, y se recoge fría en la parte inferior, donde por intermedio de la bomba 2 se impele por el tubo  $t_1$  á la columna  $C_2$ . Por este método de utilización del calor, se añade al gasógeno una tonelada de vapor por tonelada de combustible gasificado.

Vemos, por tanto, cerrado el ciclo por que volvemos á recoger el agua caliente en la parte inferior de la columna  $C_1$ , donde por la bomba 1 se impele á  $C_2$ . Es lo que caracteriza perfectamente al sistema Mond. Como en el Crossley, la carga del gasógeno, picado del fuego y limpia del ce-

niero, se hace perfectamente en plena marcha.

El gran volumen de vapor empleado desempeña también el papel de regulador para mantener la calidad del gas uniforme.

Este sistema se debe al Dr. Mond, cuyos trabajos comenzaron el 79 del siglo pasado, llevándose á efecto una instalación de importancia en Winnington. Cada productor ordinario Mond usado en Winnington es capaz de gasificar de 20 á 24 toneladas de carbón bituminoso en veinticuatro horas, y el volumen de gas suministrado por tonelada de combustible varía de 3,974 metros cúbicos á 4.530, según la calidad del carbón suficiente para desarrollar 2,000 caballos indicados por hora, utilizándolo en motores de gas. El valor del sulfato de amoníaco producido por tonelada de combustible, al precio que entonces regía en Inglaterra, era de 13'60 pesetas, libre de todo gasto: tomando como tipo de cambio el 36 por 100.

Este diagrama es, en realidad, ideal, porque la gran producción de vapor necesaria no puede suministrarse, de igual manera que en el Duff, sin el auxilio de una caldera que, además de servir el vapor á los motores, dé amplio margen para la buena marcha del productor.

El poder calorífico por metro cúbico del gas Mond seco es de 1,114'3 calorías á 0° centígrados; y, si es saturado, 1,317'8 á 15° centígrados.

**Sistema Duff.**—Como el anterior, consta (figura 72) de una batería de gasógenos productores; éstos tienen el fondo movable desde el exterior por un sistema de engranajes que permite regular el aire inyectado, y que, partiendo del centro del gasógeno, se esparce y filtra por todo el combustible, evitando con esta disposición, como en el Crossley, que haya ningún escape ni desperdicio.

La carga se hace por elevadores á una plataforma, que corre paralelamente á las baterías de productores, cuya carga se verifica por tolvas, como en todos.

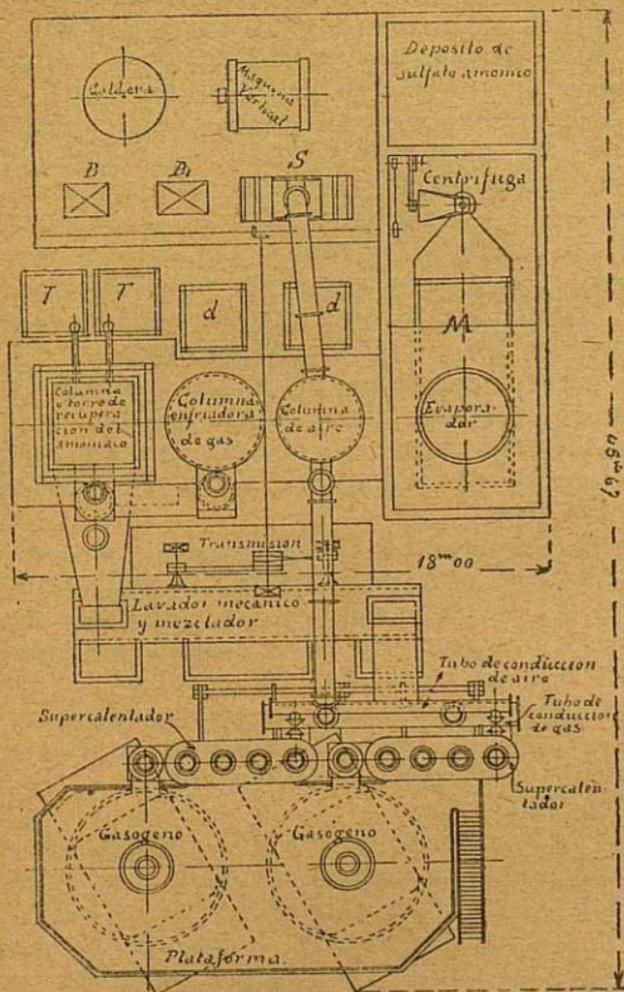
El gas producido pasa á unas cámaras rectangulares, que se llaman *supercalentadores*, cuya misión es idéntica al intercambiador del Mond, con la particularidad que sirven, por disposición especial de esta patente, para separar el polvo del carbón que arrastra el gas, así como también para una primera purga del alquitrán. El gas pasa al lavador mecánico, que desempeña el mismo papel que en el Mond: provocar la mezcla íntima del agua y del gas, para enfriarle y saturarle. Del lavador pasa el gas á la columna ó torre de recuperación del amoníaco, donde circula una disolución débil de sulfato amónico, suministrado por una bomba B, con ácido sulfúrico libre, verificándose la combinación del amoníaco libre con el ácido sulfúrico para dar el sulfato amónico.

En esta misma torre ó columna se verifica la total purificación del gas, separando totalmente el alquitrán, que pasa á los tanques separadores T.

El gas puro pasa directamente desde la parte superior de esta torre á la parte superior de la segunda columna C, por la que se hace circular de abajo arriba una corriente de agua impulsada por la bomba B.

El gas se recoge frío en la parte inferior de esta torre y en los gasómetros, etc., etc.

El agua caliente es recogida en la parte superior, y se conduce directamente á la parte alta de la tercera columna C<sub>1</sub>, y, al descender, cede su calor al aire, que, inyectado por la máquina soplante S, sigue un camino opuesto, ó sea de abajo



Planta de una instalación **Duff** de 4 000 caballos

Fig. 72

arriba, donde es recogida y conducida al supercalentador.

El agua fría recogida en un depósito  $d$  es la que suministra el agua á la torre C.

Vemos en este sistema que sólo se necesita una bomba, por el sencillo cambio de la dirección de entrada del agua. El sulfato amónico obtenido en la primera columna es conducido al departamento M, en donde se concentra por ebullición y evaporación gradual, y recogido en el departamento D. Sistema análogo se sigue en el Mond, donde los evaporadores forman una batería.

La máquina soplante y bombas de agua y disolución de sulfato amónico son movidas por un pequeño motor vertical  $m$ , con su correspondiente caldera  $c$ , que al propio tiempo suministra vapor al evaporador.

En una instalación de 2,000 caballos, esta caldera es de 30 á 40 caballos, necesitándose mayor fuerza si hay recuperación del sulfato. Necesita además un gasómetro de 7 metros de diámetro, que sirva como regulador de presión.

Con estos gasómetros se puede obtener, por caballo-hora efectivo, un consumo de 454 á 500 gramos de combustible. Por ejemplo, con el menudo de Puertollano.

Para la recuperación del amoníaco, hacen falta 900 kilogramos de ácido sulfúrico comercial por tonelada de sulfato amónico recuperado. Por cada tonelada de carbón quemado, se pueden recuperar de 40 á 60 kilogramos de sulfato, según la calidad del combustible.

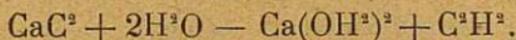
Duff recomienda que no se intente la recuperación, á menos que haya una carga continua de 4,000 caballos.

Una instalación de esta potencia, necesita,

como término medio, 450 litros de agua por hora, si no hay recuperación, y de 900 litros si la hay.

El agua debe estar libre de sedimentos.

**Acetileno.**—El acetileno se obtiene haciendo reaccionar en el agua carburo de calcio, según la fórmula:



El carburo de calcio se prepara quemando en el horno eléctrico la cal y el carbón.

1 kilogramo de carburo da, con 560 gramos de agua, 345 litros de acetileno. En la práctica, sin embargo, no hay que contar, en vista de las impurezas que se encuentran en el carburo industrial, más que con una producción de 300 litros por kilogramo.

Este modo de producción permite obtener acetileno á una presión más fuerte que la empleada para el gas del alumbrado y tener, por consecuencia, depósitos y canalizaciones de menor importancia.

Sin embargo, á pesar de las esperanzas que el acetileno puede hacer concebir para las instalaciones fijas, parece que, en el estado actual, al menos, no hay que pensar en él para los coches automóviles, por ejemplo.

**Aire carburado.**—Pueden dividirse en tres clases los aparatos destinados á la carburación del aire:

1.º Aquellos en que la carburación se hace en presencia de una gran parte del aire necesario á la combustión, en un depósito separado, calentado ó no por el gas de escape.

Este método presenta un inconveniente en el caso en que se opera con petróleos, que son mez-

clas de hidrocarburos de volatilidades diferentes; las partes más volátiles desaparecen las primeras y dejan con frecuencia en el depósito un residuo inutilizable. Para remediar este inconveniente y mantener lo más constante posible la composición de la mezcla, es preferible alimentar poco a poco el carburador, y sobre todo facilitar la volatilización aumentando las superficies de contacto con aire y utilizando el calor perdido de los gases de escape para calentar la mezcla.

Otro inconveniente es la presencia, cerca de la máquina, de un depósito de cierta capacidad lleno de una mezcla explosiva.

2.º Aquellos en los cuales la volatilización del líquido, petróleo, alcohol, esencia, se hace en un vaporizador separado del cilindro y calentado sea por el gas de escape, sea por el calor perdido de la lámpara de encendido; la mezcla con el aire se hace en este caso en el cilindro motor.

3.º En fin, la volatilización puede operarse en la cámara de combustión misma donde el líquido es rechazado por una bomba en el momento conveniente, pulverizado ó no. Se dispone, con frecuencia, en este caso, á la llegada del líquido, una masa de metal ó de tierra refractaria, que tiene por objeto almacenar el calor durante la explosión y facilitar así la volatilización del petróleo proyectado sobre él, y es suficiente asimismo, en ciertos casos, para su encendido.

Este último método ofrece la ventaja de permitir una regulación precisa del combustible inyectado; además, la bomba puede ser puesta, con facilidad, bajo el registro de un regulador de velocidad. Este tercer modo es común á los motores de explosión y á los motores de combustión.

**Carburador Durand.**— Este carburador ha sido estudiado de manera de permitir la utilización del petróleo de una densidad de 0'70, que cuesta un poco menos caro que la gasolina. Este carburador se compone de un recipiente cerrado en el cual se encuentra el petróleo; en la superficie flota un macarón poroso de corcho, en medio del cual llega el aire que se ha de carburar por medio de un tubo que atraviesa la tapadera del recipiente; la evaporación es, pues, siempre superficial, y las impurezas quedan en el fondo del depósito.

Se puede, cuando se desea recalentar el petróleo, servirse de los gases quemados. La parte más volátil del aceite empleado se acumula en el fondo del depósito, que se purga cuando es necesario.

**Carburador Dowson** (fig. 73).— En este carburador, el petróleo conducido bajo presión por el tubo *a*, viene en el momento de la aspiración del motor á caer por el tubo *b* sobre la válvula de aspiración *c* que se abre bajo el efecto del aire que llega á través de telas metálicas *d*; el movimiento de descenso de la válvula deja bajar una bola que obtura el tubo *b* y que está mantenida en tiempo normal en su sitio por la espiga de la válvula.

La mezcla pasa á través del recalentador *e*, recibiendo el calor del tubo *f*, por donde pasan los gases de escape por la mediación de una nervadura cuya conductividad se regula perforando un cierto número de agujeros *h*.

Para la puesta en marcha, se vierte por *k* gasolina. Como la llegada del petróleo está regulada por la válvula de admisión automática, es siempre constante la composición de la mezcla.

En el motor Grob (fig. 74), el petróleo conducido por una bomba en *a*, bajo el registro del regulador, es arrastrado por el aire aspirado por la máquina, á través de un cono de tela metálica *b*, á un tubo calentado por el calor perdido de la

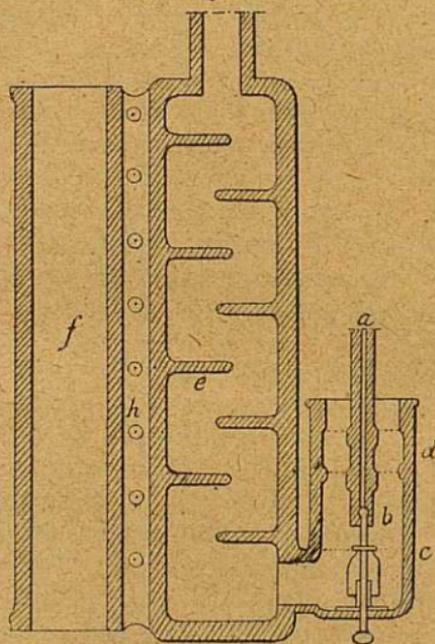


Fig. 73

lámpara de encendido, y después el aire y el vapor llegan á la válvula de admisión.

Aquí la composición de la mezcla varía con la velocidad de la máquina.

El carburador Lenoir es cilíndrico y dispuesto horizontalmente sobre un eje que le hace ejecutar 506 vueltas por minuto por medio de un piñón

movido por el mismo motor. Unos tabiques verticales perforados dividen el cilindro en varios de-

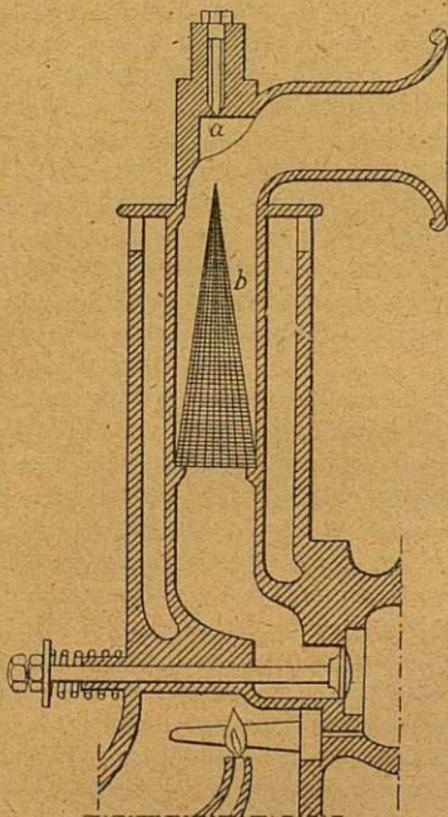


Fig. 74

partamentos, y la pared interior va guarnecida con pilas pequeñas que hacen de norias; el carburo llena estas pilas, y se eleva con ellas, merced al movimiento de rotación, para verse en lluvia

cuando las pilas alcanzan el punto culminante de su carrera. El aire se encuentra, pues, saturado de vapores combustibles que son aspirados por el motor durante el primer tiempo del ciclo. Este carburador es el que alimenta los motores agrícolas y las máquinas para barcos de Lenoir.

En el *carburador Schrab* se reemplaza el agua contenida en la doble envoltura del cilindro, para enfriar sus paredes, con el hidrocarburo que se trata de gasificar. Desde este sitio el hidrocarburo, que ha alcanzado ya una temperatura de  $80^{\circ}$ , pasa á un recipiente de carburación con varios departamentos, que atraviesan los gases de la descarga; estos gases así rechazados en un líquido hirviente se vuelven á carburar, apoderándose de hidrógeno, de óxido de carbono y otros gases muy combustibles, y se hacen de nuevo aptos para volver á entrar en el ciclo y para producir otra nueva explosión, pero con la condición de encontrar el oxígeno necesario á su combustión. El inventor asegura que los gases de la descarga no se llevan más que  $1/16$  de lo que se llevaría el aire puro al atravesar la esencia de petróleo, y explica de este modo la economía extraordinaria realizada por su motor, el cual no consumiría más que un litro de gasolina por caballo en diez horas de trabajo. Este es un resultado verdaderamente notable y que hace, si es exacto, del aparato de M. Schrab, un generador de fuerza de una economía sin igual.

Existen además el carburador Faiquet, el Meyer, el Delamare, y otros que no damos á conocer por no hacer interminable este trabajo.

Para finalizar este capítulo daremos á conocer el Daimler, célebre por su aplicación á los coches-automóviles de Panhard y de Pengeot, que ga-

naron los primeros premios en las carreras París-Rouen 1894 y París-Burdeos 1895.

En el modelo de motor empleado para los coches, los dos cilindros están colocados uno detrás de otro, no reunidos, sino más bien ligeramente inclinados sobre la vertical. Estos cilindros van provistos de una válvula central que sirve para introducir el aire comprimido, destinado á rechazar los productos de la combustión de los gases después del escape. La válvula de admisión y la de escape van encerradas en una caja que contiene también el tubo incandescente para el encendido de la mezcla explosiva.

El regulador, colocado sobre el árbol motor, tiene por objeto, cuando la velocidad de la máquina rebasa cierto límite fijado de antemano, impedir la apertura de la válvula de evacuación. Los gases quemados, quedándose en el cilindro, se oponen á la introducción de una nueva carga de gases, y la máquina da una vuelta sin explosión motriz. Los volantes de regularización de la velocidad van también encerrados, con el mecanismo, en una caja que tiene comunicación con el aire exterior por medio de una válvula automática que se abre de fuera á dentro, cuyo objeto es conservar siempre por el juego de los émbolos, obrando á modo de bombas aspirantes, cierta cantidad de aire comprimido para la alimentación.

El motor Daimler lleva una marcha bastante regular; se alimenta con aire carburado á su paso entre la gasolina encerrada en un carburador cilíndrico. El calentamiento de las paredes causado por las inflamaciones repetidas del gas, se rebaja por medio de la circulación del agua, que se enfría al pasar por el espacio anular de dos tubos concéntricos que existen de un extremo al otro

del coche; el calor que esta agua absorbe se disemina con rapidez por el contacto continuo del aire frío con los tubos.

Ante el éxito de los automóviles ha hecho que los inventores hayan tratado de establecer motores cada vez más ligeros y prácticos, tanto para las necesidades de la locomoción, como para otros usos.

Entre los numerosos sistemas de esta clase citaremos particularmente el motor de gran velocidad, aplicado por Dion y Bouton á sus triciclos automóviles. El encendido se hace eléctricamente por medio de un dispositivo ideado por el capitán de Place; el enfriamiento es producido por unas aletas que rodean el cilindro; la transmisión se efectúa por medio de engranajes, y el conjunto está bien combinado y produce una buena marcha.

Por el mismo estilo son los motores de esencia de los coches Lepape y Gautier, de los triciclos y cuatriciclos *Gladiator*, y del cochecillo-tandem de Bollée, que ha dado sorprendentes resultados de velocidad con un gasto muy reducido.

---

## APÉNDICE

---

### Carbones y yacimientos

Creemos de utilidad dar á conocer á nuestros lectores los carbones que se usan en las fábricas y los yacimientos que de ellos existen en España, y vamos á hacerlo.

Los carbones minerales ó fósiles, tienen como carácter químico disolverse completamente, á excepción de las cenizas, á una temperatura inferior á 100° en una mezcla de ácido nítrico y clorato de potasa. Su origen lo deben á la transformación de sustancias vegetales. Forman una escala continua: antracita, hulla, lignito y turba; la primera representa el estado más perfecto de carbonización, y la última el primer grado de descomposición de los vegetales.

**Antracita.**—Este carbón tiene un negro agrisado, con un brillo más bien metálico, ó medio metálico, que graso; su densidad media es de 1'5, y su peso el de 1,000 kilogramos el metro cúbico. La dureza, como densidad, superior á los demás combustibles minerales.

Composición elemental, sin tener en cuenta las cenizas:

Carbón. . . . .	93 á 95
Hidrógeno. . . . .	2 á 5
O y N. . . . .	3
Total. . . . .	100

y composición inmediata:

Cok pulverulento. . . . .	90 á 92
Gas. . . . .	8 á 10
Total. . . . .	100

Las antracitas se caracterizan perfectamente por los fenómenos de combustión; no arden más que en grandes masas, sobre una parrilla y con tiro forzado; son difíciles de encender, se consumen lentamente, sin humo y con una llama corta; se decrepitan y disminuyen de volumen sin fundirse ni deformarse; éste es el obstáculo para sus aplicaciones industriales.

Se divide en dos clases:

1.<sup>a</sup> Antracita vítrea, completamente homogénea, fractura concoidea en todos sentidos, fragmentos de bordes cortantes; notable por su pureza.

2.<sup>a</sup> La común ó laminar, de un poder calorífico de 9,000 á 9,200 calorías; pura, vaporiza 9 kilogramos de agua por kilogramo de combustible. Tiene especialmente aplicación para los gasógenos.

**Hullas.**—Forman una serie, que pasando insensiblemente de las antracitas, llegan de igual forma á los lignitos. A pesar de estas variaciones, forman un conjunto bien caracterizado; su color es negro en general, y brillante; fractura según su clase, concoidea, desigual, laminar ó esquis-

tosa. Son frágiles y poco duras; su polvo, negro, ó de un pardo muy obscuro; su densidad varia de 1'25 á 1'40; su peso es de 70 á 80 kilogramos el hectolitro. Ninguna se presenta en estado de pureza, pues siempre aparece mezclada con cantidades más ó menos grandes de arcilla ó esquistos, procedentes de las capas con que por lo general alterna el combustible; suelen tener calizas, y carbonatos de hierro, substancias que no perjudican, á no ser que su proporción sea muy considerable. No sucede así con las piritas de hierro, que, desgraciadamente, suele contener siempre la hulla. Esta causa limita considerablemente las aplicaciones que podrían tener en estado de pureza, puesto que, descomponiéndose aquéllas por la acción del calor, el azufre ataca los hogares, los forros de calderas y cilindros de motores de gas; en éstos se remedia teniendo cuidado de colocar, además de purgadores ó limpiadores físicos, otros químicos.

Composición elemental, y comprendida entre los límites siguientes:

Carbón.. . . . .	75 á 93
H.. . . . .	4 á 6
O (1 á 2 por 100) N.. . . .	3 á 19
Total. . . . .	100

En el comercio se clasifican por su tamaño en:

- 1.º *Todo uno* (tal como sale de la mina); entre 2 á 10 milímetros;
- 2.º Grueso ó doble cribado: volumen mayor que el puño de la mano;
- 3.º Casi igual al puño;
- 4.º Pequeña galleta: 1 á 5 decímetros cúbicos;
- 5.º Polvo.

**Productos de la destilación.**—El análisis inmediato permite determinar el valor industrial de un combustible mucho mejor que el análisis elemental. La mejor manera de reconocer, por consiguiente, la diversa variedad de la hulla, consiste en someterla á la destilación en una retorta; se obtiene así gas combustible, agua amoniacal, alquitrán y cok. El cok es un carbón duro, brillante, de color gris acero, cuya carbonización está en relación con la temperatura y los procedimientos de carbonización, pero sobre todo con la naturaleza de la hulla. En general, cuanto más carbón contiene la hulla, más cok deja; la materia gaseosa se compone, sobre todo, de hidrógeno carbonado, y en menores proporciones, hidrógeno bicarbonado, hidrógeno puro, óxido de carbono, nitrógeno, hidrógeno sulfurado y un poco de amoníaco. Las proporciones relativas de estas sustancias dependen de la naturaleza de la hulla y del grado de calor á que se destila. La hulla destilada en grandes masas, por ejemplo, en las fábricas de gas de alumbrado, suministra por término medio 250 litros de gas por kilogramo; para cierta hulla esta proporción se eleva hasta 400 litros. La proporción de agua depende, principalmente, de la del oxígeno; varía de 0 á 12 por 100. En cuanto al alquitrán, la hulla da de 2 á 18 por 100. Es un producto de composición extremadamente compleja, de la cual se extraen sustancias de proporciones definidas, como son, por ejemplo, la bencina, la naftalina, algunas bases orgánicas nitrogenadas (animalina), ácidos ó carburos de hidrógeno oxigenado (ácido fénico).

**Fenómenos de la combustión.**—Las hullas arden con llama amarillenta, acompañada de humo con olor bituminoso; la combustibilidad y ex-

tensión de la llama están ligadas con los elementos volátiles.

Las hullas próximas á los lignitos, ricas, por consiguiente, en materias volátiles, se enfrían fácilmente, y se queman con llama larga y fuliginosa; por el contrario, las hullas pobres de gas, sobre todo de hidrógeno, se enfrían y arden más difícilmente, dando una llama corta y consumiéndose lentamente.

Cuando la combustión es completa, las cenizas, que varían en una proporción de 1 á 25 por 100, provienen de las materias térreas mezcladas á la hulla. Las cenizas se componen, principalmente, de arcillas más ó menos cargadas de elementos ferruginosos. Su calor varía, según éstos, del blanco puro al gris rosa, y hasta el rojo oscuro.

El hierro proviene de la oxidación de las piritas de hierro y del carbonato del mismo metal, que se encuentran en la hulla, las primeras en escamas ó en cristales diseminados, el segundo en forma de riñones aplastados ó en pequeños nervios.

Las cenizas encierran, además de sulfato y carbonato de cal, un poco de fosfato de cal, algunas veces compuestos arsenicales y una débil proporción de álcalis fijos.

El azufre existe en la hulla, como hemos dicho, no solamente bajo forma de piritas de hierro, si que también en el estado de compuestos orgánicos. Pueden contener milésimas, y llegan hasta 8 y 9 por 100; como media, 2 y 3 por 100. Las juntas de hierro pueden ser arsenicales, lo que explica la presencia del compuesto arsenical de las cenizas.

Desde el punto de vista de la facilidad de la combustión, se distinguen las cenizas en fusibles

é infusibles. Las cenizas blancas son, en general, poco fusibles; se separan en estado pulverulento; las cenizas coloreadas, sobre todo aquellas que son á un tiempo ferruginosas y calcáreas, se funden y se sueldan sin impedir la combustión. El caso más desfavorable, son las cenizas rosadas, que son semifusibles y que obstruyen las parrillas, aglutinándose los pedazos incompletamente quemados para dar escorias.

Las series de las hullas, á partir de la antracita, son: hulla seca antracitosa, hulla *semigrasa*, grasa propiamente dicha ú ordinaria de fragua; hulla grasa de llama larga, y hulla seca de llama larga.

**Hulla seca antracitosa.**—Se parece mucho á la antracita; como ella arde difícilmente sin hincharse, con llama muy corta y de poca duración; no da casi humo; se aglutina ligeramente, contiene á menudo puntas de hierro y despide entonces, al quemarse, un olor sulfuroso pronunciado. Es la más densa; pesa, por término medio, 85 kilogramos el hectolitro. El poder calorífico, oscila entre 9,200 á 9,500 calorías; no es buen combustible para parrilla; se la reserva para la fabricación de aglomerados ó preparación de combustibles gaseosos.

**Hulla semigrasa.**—La hulla semigrasa ó grasa de llama corta, tiene un brillo más vivo que la anterior; se enciende con menos dificultad, y arde en llama corta, clara y blanca, tirando á azul, con muy poco humo; se hincha, pero sin deformarse mucho; se aglutina un poco; densidad, 1'30 á 1'35; peso, 90 kilogramos el hectolitro. Suministra excelentes koques y combustibles para los generadores de vapor. Poder calorífico, 9,300 á 9,600 calorías; puede vaporizar más de 9 litros

de agua por kilogramo, y, desde este punto de vista, no hay combustible mineral sólido que le iguale.

**Hulla grasa propiamente dicha.**—Color negro, brillo vivo, poco dura, de estructura más ó menos laminar ú ojosa; es grasa, fusible, y sus fragmentos se sueldan; aglomerándose los menudos, formando, en medio del combustible, pequeñas bóvedas, bajo las cuales se calientan las piezas de forja. Son frágiles y se dividen en pequeños fragmentos en forma de paralelepípedos; su peso es de 75'80 kilogramos el hectolitro; arde con llama larga fuliginosa todas las veces que se verifica la carga de combustible ó el tiro no es muy activo. Los fragmentos se sueldan y se ve destilar el alquitrán lanzando pequeños dardos de una llama viva como la de un soplete; el humo tiene un olor característico de alquitrán; vaporiza por término medio 8'75 kilogramos de agua. Por su condición de aglutinarse, tiene menos aplicación para los generadores de vapor; sin embargo, da buenos resultados mezclada en proporción conveniente con las variedades de hullas secas; como su nombre indica, su verdadera aplicación es para la forja.

**Hulla grasa de llama larga.**—Se confunde á primera vista, por su aspecto, con las anteriores, sin su tendencia á tomar una estructura compacta; es menos dura y más tenaz. Su color es negro subido y de un brillo vivo; el hectolitro, en pedazos, pesa de 70 á 75 kilogramos; arde con llama y humo abundantes; es fácil de encender y se quema rápidamente. En el comercio se la denomina con el nombre de carbón de gas, por ser el más propio para esta clase de industrias; produce en las fábricas 240 á 260 litros de gas por kilogramo

y puede llegar á 350 litros por medio de una calcinación rápida. La hulla grasa de llama larga tiene un poder calorífico de 8,500 á 8,800 calorías; vaporiza, por término medio, 8 litros de agua por kilogramo.

**Hullas secas de llama larga.**—Su aspecto es menos brillante que las hullas grasas; tiene tendencia á dejar un polvo rojizo oscuro, es generalmente dura, compacta; y en fragmentos pesa 70 kilos por hectolitro; su fractura es unida ó concoidea y de bordes más ó menos cortantes. Se enciende fácilmente y arde con llama larga y humo. Los fragmentos en combustión no se funden ni se sueldan entre ellos; deja un cok muy ligero que se consume pronto. No vaporiza más de 7 litros de agua por kilo y da generalmente cenizas voluminosas y ligeras.

**Lignitos.**—Con este nombre se designan los combustibles más modernos de la hulla en general; de carácter variable, unos con color negro subido y homogéneo, teniendo gran analogía con la hulla; los otros poseen aún la estructura leñosa de tal manera que se puede fácilmente determinar el género del vegetal de donde proceden. No contienen más de 57 á 80 por 100 de carbón; no se funden y sus fragmentos no se aglutinan, como generalmente pasa á las hullas destiladas; dan gas, agua, ácidos y alquitrán, dejando como residuo carbón generalmente dividido. Arden con llama larga, acompañada de humo; produce olor desagradable y picante, diferente del olor bituminoso de la mayor parte de las hullas, y debido en parte al ácido piroleñoso que contiene. Lo mismo que en la madera, la llama se manifiesta roja, á causa del desprendimiento de gas que se hace á una temperatura poco elevada. Cuando la llama

de la hulla se apaga, el combustible se cubre de cenizas y cesa de quemarse casi inmediatamente. Los lignitos se cubren de la misma manera de una ceniza blanca, pero continúan ardiendo á la manera de brasa. Este carácter es constante y basta por sí solo para distinguir ciertos lignitos de estructura compacta como la hulla, á la que se aproximan mucho por sus caracteres exteriores. Se clasifican en *lignitos secos*, *lignitos grasos*, *madera fósil* y *lignitos terrosos*.

**Lignitos secos.**—Son los que más se parecen á la hulla; su color es negro ú oscuro subido; su polvo es oscuro, la fractura es unida ó concoidea, más bien apagados que brillantes; son duros, sonoros y tenaces; su densidad es de 1'20 á 1'25, que corresponde á un peso medio de 70 kilos por hectolitro, en fragmentos. Contienen de 5 á 10 por 100 de agua; encierran además piritas de azufre libre ó combinado con la materia orgánica; tiene tendencia á hendirse y alterarse en contacto con el aire húmedo; el poder calorífico, deducidas las cenizas, es de 6,500 á 7,000 calorías por kilo de lignitos secos con agua.

**Lignitos grasos.**—Estos tienen el brillo más bajo y más graso que la clase precedente; son de densidad y dureza menores y más inflamables que los anteriores; son un combustible eminentemente hidrogenado porque contienen á menudo hasta un 8 por 100 de hidrógeno, es decir, mucho más que todos los otros combustibles; se le puede unir á los hidrocarburos; debido á esta gran proporción de hidrógeno, arden con llama viva y abundante, y se hinchan algunas veces considerablemente. Por calcinación dejan un carbón muy voluminoso, lleno de células como la piedra pómez. Su poder calorífico es muy elevado; puede llegar á 8,000 calorías.

**Maderas fósiles.**—Estas son maderas imperfectamente carbonizadas, en las cuales está todavía aparente la estructura leñosa. Encierran gran proporción de agua, que á veces llega al 50 por 100. Arden más difícilmente que la madera no alterada. Su poder calorífico es de 6,200 á 6,400 calorías.

**Lignitos terrosos.**—Éstos son tiernos, pulverulentos en estado seco, cuyo color varía del amarillo claro al oscuro pronunciado; no se le puede utilizar como combustible sino cuando dan pocas cenizas. Por esta razón se les transforma en ladrillos, moldeándolos ó comprimiéndolos.

**Turba.**—Esta es producida por la descomposición de ciertos vegetales por el calor y la humedad; su color es pardo más ó menos oscuro, unas veces es terrosa y otras fibrosa; arde lentamente, con un humo y olor desagradables y con llama más corta que la leña; se arranca de sus depósitos en forma de ladrillos que se secan al aire y en hornos; fuertemente comprimida, hasta reducirla á la mitad de su volumen, puede substituir á la hulla en hornos de reverbero para el afinado del hierro y al carbón de los altos hornos.

**Recepción de combustible en las fábricas.**—Se emplea casi exclusivamente la hulla grasa de llama larga, para alimentación de los hogares de los generadores de vapor, hornos de reverbero y gasógenos; la hulla debe estar exenta de piritas, pizarras, substancias térreas ó cuarzosas, y en general, de toda clase de materia extraña; aspecto exterior anguloso y brillante; fractura granular compacta, y á ser posible recién extraída de la mina. Si se emplea al primer tamaño, no debe pasar de 0'50 la proporción entre el granado y el menudo; pudiéndose tolerar una merma de 12 por

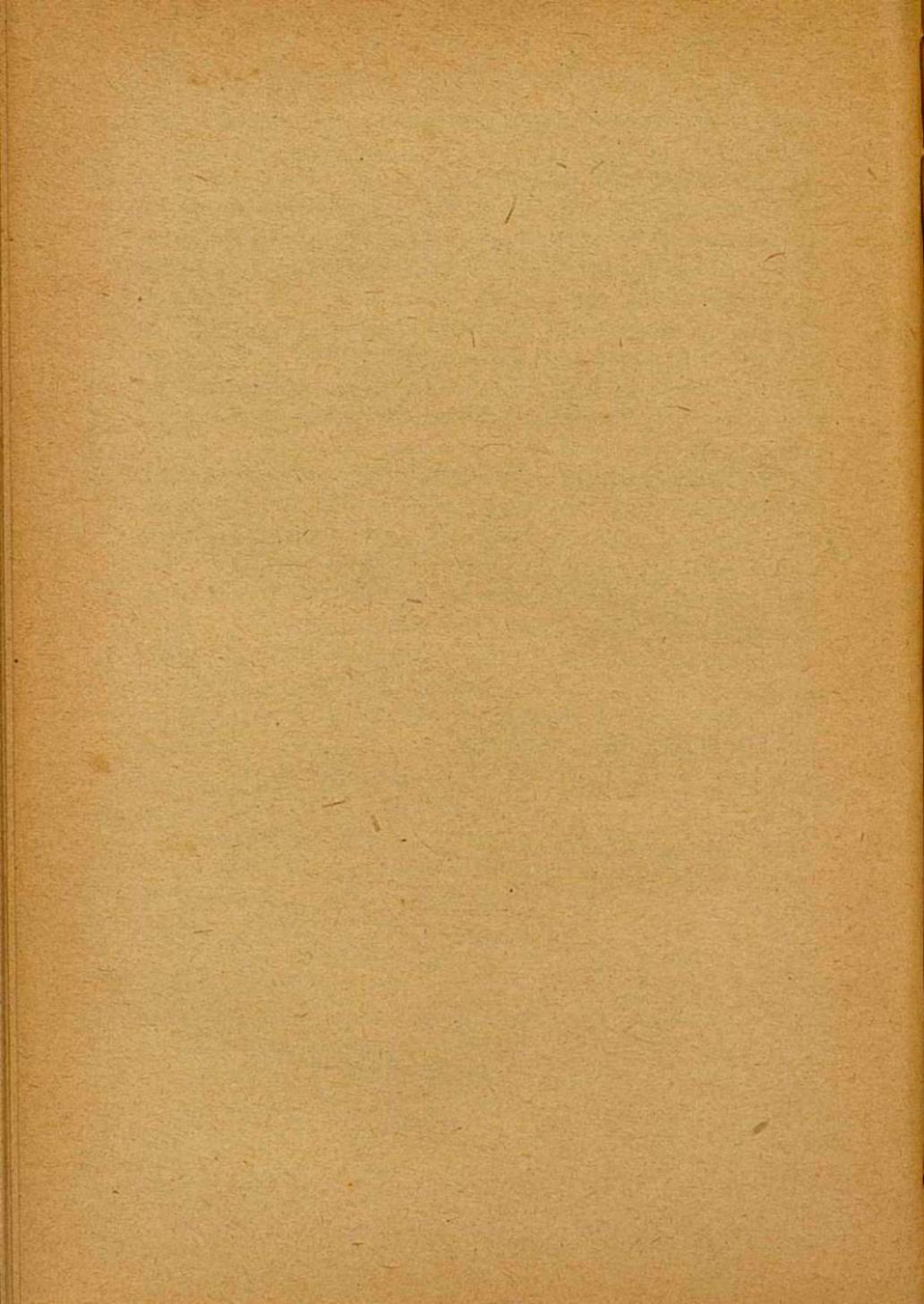
100 entre humedad y cenizas, que han de ser blancas.

Dan de 62 á 68 de cok.

El grueso ó doble cribado, se exige que tenga cohesión suficiente para que puedan formarse montones de 4 metros de altura, sin que se rompan los pedazos de las capas inferiores; los residuos sólidos y cenizas no han de exceder del 8 por 100 del carbón quemado; poder calorífico, 7,250 calorías; vaporizar de 7 á 8 kilogramos de agua como minimum; densidad media, 1'36; humedad máxima: 2 por 100.

**Yacimientos de combustibles minerales en España.**—Las principales provincias productoras de hulla, y hulla antracitosa, son: Asturias (Cuenca de Langreo, etc.), Burgos, Ciudad Real (Puertollano), Córdoba (Cuenca de Bélmez), Gerona (Cuenca de San Juan de las Abadesas), León (Cuenca de los ríos Torio, Luna, Bernesga, Esla y Cea), Palencia (Cuencas del Rubagón ó Valle de Santullán, San Cebrián de Muda, del Pisuerga ó Pernia, Carrión) y Sevilla.

FIN



---

---

# ÍNDICE

---

	<u>Pags.</u>
PRÓLOGO. . . . .	5
CAPÍTULO PRIMERO.—Historia de los motores de gas.—Diferentes motores térmicos.—Clasificación.—Funcionamiento. . . . .	7
CAP. II.—Propiedades de los gases. . . . .	21
CAP. III.—Estudio de la combustión. . . . .	34
CAP. IV.—Diferentes mezclas detonantes. . . . .	42
CAP. V.—Estudio comparativo de los distintos motores. . . . .	55
CAP. VI.—Rendimiento de los diferentes ciclos. . . . .	66
CAP. VII.—Monografía de los motores de aire caliente. . . . .	78
CAP. VIII.—Monografía de los motores de gas. . . . .	87
CAP. IX.—Monografía de los motores á petróleo. . . . .	122
CAP. X.—Elementos de construcción de los motores. . . . .	134
CAP. XI.—Regulación y cambio de marcha. . . . .	149
CAP. XII.—Engrasamiento de los motores de gas. . . . .	158
CAP. XIII.—Manera de ensayar los motores de gas. . . . .	163

	<u>Págs.</u>
CAP. XIV.—Instalación, conducción y conservación de los motores de gas, de esencia de petróleo y de gases pobres. . . . .	171
CAP. XV.—Combustibles y aparatos para su fabricación. . . . .	180
APÉNDICE.—Carbones y yacimientos. . . . .	225

---

# MONUMENTOS

DEL

# ARTE ESPAÑOL



MAGNÍFICA RECOPIACIÓN  
DE LAS BELLEZAS ARQUITECTÓNICAS MÁS NOTABLES  
QUE POSEE ESPAÑA  
CON SU CORRESPONDIENTE RESEÑA HISTÓRICO-TÉCNICA

por

**Pedro Huguet Campaña**



Lujosa y espléndida edición con numerosas fototipias  
sacadas directamente del natural

Un voluminoso tomo 40 X 30 cm.; precio, 55 pesetas

## LÁMINAS QUE CONTIENE:

- Lorca:** Vista de la puerta principal de la Iglesia de San Patricio.  
**Sevilla:** Vista del patio de la casa de Pilatos; Fuente del patio de la casa de Pilatos; Corredores del piso principal de la casa de Pilatos  
**Alicante:** Fachada de la Iglesia de Santa María; Casas Consistoriales.  
**Granada:** Alhambra: Patio de los Leones; Puerta judicial; Puerta del Salón de Abencerrajes; Patio de los Arrayanes; Galería interior del Salón de Embajadores.  
**Murcia:** Catedral: Puerta de los Apóstoles.—Convento de Jerónimos.—Glorieta y Casas Consistoriales.  
**Palma de Mallorca:** Castillo de Bellver.  
**Córdoba:** Puerta morisca de la Catedral.  
**Granada:** Fachada del Palacio de Carlos Quinto.  
**Córdoba:** Capilla de la Catedral.—Puerta del Perdón de la Catedral.—Interior de la capilla de los señores de Vélez —Mirhab de la Mezquita.—Vista interior de la Catedral.—Puente romano.  
**Granada:** Vista interior y del coro de la Cartuja.—Vista interior de la sacristía de la Cartuja.

**Palma de Mallorca:** Casa Lonja.

**Sevilla:** Alcázar: Galería de D. Pedro; Jardines; Vista general del patio de las Doncellas; Patio de las Muñecas; Vista del Salón de Embajadores; Detalle del patio de las Muñecas; Patio de las Doncellas, visto desde el Salón de Embajadores; Detalle del Salón de Embajadores; Sala; Detalle del patio de las Doncellas.—Plaza de Armas.—Plaza de San Fernando.

**San Cugat del Vallés:** Vista general de los Claustros.—Portada de la Iglesia del Monasterio.—Detalles del Claustro del Monasterio.

**Barcelona:** Patio de la casa Dalmases.—Cascada del Parque.—Escalera monumental de la Sección marítima del Parque.

**Lorca:** Vista interior del Pantano.—Plaza de la Constitución.—Casa noble.

**Palma de Mallorca:** Puerta principal de la Catedral.—Puerta principal de la Iglesia de San Francisco.—Fachada de la Iglesia de San Miguel.—Patio de la Iglesia de San Francisco.

**Castellón de Ampurias:** Fachada de la Iglesia.—Interior de la Iglesia.—Altar mayor de la Iglesia parroquial.—Abside de la Iglesia.

**Barcelona:** Fachada principal de la Casa Lonja.—Escalera monumental de la Casa Lonja.—Portada de Santa María del Mar.

**Gerona:** Catedral: Puerta principal; Puerta de los Apóstoles; Claustro; Detalles del Claustro.

**Barcelona:** Palacio de la Diputación provincial.—Medallón de la fachada lateral de la Audiencia.—Patio de la Audiencia.—Claustro de la Iglesia de San Pablo del Campo.

**Poblet:** Bodega del Monasterio.—Sala-biblioteca del Monasterio.—Vista general de los Claustros del Monasterio.—Detalles del Claustro del Monasterio.—Sepulcro real en el Monasterio.

**Santas Creus:** Detalles del Claustro del Monasterio.—Escalera del Palacio Real.—Puerta de la Sala capitular del Monasterio.

**Perejada:** Vista exterior del Castillo.—Torreones del Castillo.—Claustro del Convento de Santo Domingo.

**Vich:** Monumento á Balmes.

**Ripoll:** Detalles del Claustro del Monasterio.—Puerta principal del Monasterio.—Claustro del Monasterio.—Abside del Monasterio.—Fachada del Monasterio.

**Bellpuig:** Sepulcro del Duque de Cardona.—Claustro del Convento de Franciscanos.

**Manresa:** Vista general y Catedral.—Fachada de la Iglesia de la Cueva de San Ignacio de Loyola.

**Tarragona:** Fachada de la Catedral.—Patio del Claustro de la Catedral.

**Lérida:** Vista general.

**Barcelona:** Fragmento de la fachada antigua de las Casas Consistoriales.—Puerta de Santa Eulalia de la Catedral.—Puerta de la Piedad de la Catedral.—Fachada de la Catedral.—Iglesia de las Salesas.—Claustro de la Catedral.—Verja de una de las Capillas del Claustro de la Catedral.—Sepulcro de Francisco Despla y puerta de la Capilla del Sacramento en el Claustro de la Catedral.

**Montserrat:** Vista general del Monasterio.

# ¿A quién es útil?

---

—Á los Ayuntamientos, Alcaldes, Secretarios, Contadores y Depositarios municipales, Agentes de negocios, Aspirantes á Secretarios y Contadores de Municipio y Diputaciones y á cuantas personas intervienen en la Administración pública provincial y municipal.

## CONTABILIDAD MUNICIPAL POR PARTIDA DOBLE

TEÓRICO-PRÁCTICA Y ARREGLADA AL AÑO NATURAL Ó CIVIL  
PARA EL EJERCICIO DE LOS  
PRESUPUESTOS PROVINCIALES Y MUNICIPALES

por

D. FEDERICO A. FERRÁN Y SALVADOR

---

**2257 páginas - DOS VOLUMINOSOS TOMOS - 2257 páginas**

En rústica.. . . . .	Ptas. 30
Encuadernación media pasta.. . . . .	» 35
Encuadernación alemana con planchas en oro y corte superior pintado.. . . . .	» 40

---



La obra que se anuncia, tiene por único y exclusivo objeto, auxiliar al Secretariado, para que pueda cumplir sus deberes con la mayor exactitud y puntualidad en todo cuanto tenga relación con la contabilidad municipal y provincial.

La práctica demuestra diariamente á los Secretarios de Ayuntamiento y á los Contadores de fondos municipales ó provinciales, las infinitas dificultades que han de vencer en lo que concierne á contabilidad, sobre todo desde la publicación de la ley de 23 de noviembre de 1899, estableciendo el año natural ó civil, adaptada por Real Decreto de 30 del mismo mes para el ejercicio de los

presupuestos provinciales y municipales, que obliga á los indicados funcionarios á fatigar su atención y perder un tiempo precioso en busca de la multitud de disposiciones legisladas para resolver cualquier duda.

Gran fuerza de voluntad exige el manejo y distribución del Tesoro de un Municipio, por cuyo motivo todas las corporaciones populares han de procurar que los fondos confiados á su celo tengan la debida aplicación, para evitar la más mínima censura de los administradores.

Uno de los puntos más capitales en los Municipios, es, sin duda, el que atañe á su administración y contabilidad, base fundamental del buen nombre y desarrollo de los pueblos.

La ley Municipal vigente es poco extensa en esta materia, y hace que la contabilidad de los Ayuntamientos siga una marcha tortuosa, debido á la ineficacia de lo legislado y á la costumbre, muy generalizada, de infringir los preceptos legales, no por mala voluntad de los encargados de cumplir las reales disposiciones, sino por vicios ó defectos de la propia legislación administrativa, por la multitud de Leyes, Reglamentos, Decretos y Reales Ordenes que rigen en la materia.

Pues bien: la obra que ofrecemos á Secretarios y Contadores, como al público en general, abraza todos los puntos principales del Derecho Administrativo en materia de contabilidad, detallando y exponiendo en su primer capítulo una idea de lo que se entiende por administración, así como las leyes y disposiciones necesarias, las circulares de la Dirección General de 1886 y 1887, lo mismo que la ley de 1889 que estableció el año natural ó civil en la contabilidad del Estado y el correspondiente Real Decreto de adaptación para la contabilidad provincial y municipal.

La obra trata de lo que debe entenderse por contabilidad municipal y su fundamento; de los principios generales ó nociones primordiales de la Teneduría de libros por partida doble que prescriben las leyes; citando textos legales respecto á los deudores y acreedores de un Ayuntamiento, para que puedan servir en la práctica á los Secretarios y Contadores.

Asimismo se ocupa de los presupuestos adicionales que sirven de base en la contabilidad simulada, para la formación de los presupuestos ordinarios, como también contiene una serie de capítulos y artículos explicativos de un presupuesto de ingresos, de los reintegros de pagos indebidos y de la formación de los presupuestos ordinarios.

La práctica de la contabilidad simulada, tanto en los Borradores, como en los libros Diario, Mayor y Cuentas corrientes, no deja lugar á duda.

En uno de los Capítulos se trata de lo que concierne á los Depositarios, presentando también ejemplos prácticos sobre el libro de Caja, el de arqueo de fondos y el Auxiliar de ingresos y gastos, que son indispensables en una Depositaria, como también sobre las Cajas especiales.

En otro Capítulo figuran los justificantes de Cargo y Data, en forma práctica y con arreglo á los libros de contabilidad mencionados, haciendo después las distribuciones de fondos mensuales, balances, cuentas trimestrales y nóminas.

Nada se omite en la obra **Contabilidad Municipal** con respecto á Cárceles de partido, sus presupuestos, libros de contabilidad y rendición de cuentas; descuentos, pago de atenciones de primera enseñanza, pósitos, transferencias de crédito, etc.

Todo cuanto afecta al Secretariado se encuentra en la obra, no sólo en lo ya indicado, sino en lo relativo á responsabilidades, devolución de cuentas, períodos de ampliación, resultas y refundiciones, malversación de caudales, agentes de recaudación, revisión de cuentas aprobadas por la superioridad, apremios en todas sus fases y recursos administrativos para cuantos casos puedan ocurrir.

El libro **Contabilidad Municipal** está escrito en lenguaje claro y conciso, dando la debida importancia á la parte práctica, sobre todo en aquellos asuntos de difícil manejo, pues obedece al deseo de desvanecer toda duda ó preocupación en los Secretarios y Contadores, á cuyo fin se expone en la obra todo un sistema de contabilidad y hasta una Secretaría imitada.

Consultando el libro **Contabilidad Municipal**, desarrollado con arreglo á las leyes y á la experiencia, se ahorran los esfuerzos inútiles que desaniman á los Secretarios de Ayuntamiento, atendidos los múltiples y complicados asuntos que sobre ellos pesan y que las más veces son causa de que se lleve una contabilidad municipal bajo todos conceptos desastrosa.

Para evitarlo, nada más fácil que seguir el libro en la práctica, con lo que se conseguirá una administración regularizada y se evitaren responsabilidades, pudiendo por este motivo exponerse al público examen todo lo que afecta á una Secretaría.

Estamos seguros de que la obra **Contabilidad Municipal** responde á una necesidad, y que por ello merecerá la aprobación de los Secretarios, Contadores de fondos y Corporaciones provinciales y municipales.

---

## VENTAJA DE ADQUISICIÓN

---

Cedemos la presente obra á pagar á plazos mensuales de diez pesetas el primero y cinco los restantes, mediante contrato que facilita esta Casa á quien lo solicite, dirigiéndose á

**Sucesores de MANUEL SOLER - Editores**

Consejo de Ciento, 416 - Apartado en Correos 89 — BARCELONA

## ESTUDIOS PRÁCTICOS

# EL CONSULTOR INDISPENSABLE

OBRITA DE UTILIDAD

*para cuantos se dedican á la escritura ó tienen  
necesidad de escribir en mayor ó menor escala*

POR

**ADOLFO ALEGRET**

---

Esta obra, que recomendamos al público, no es, como otras muchas, una recopilación de palabras tomadas del Diccionario de la Real Academia, sino un estudio detenido de todas aquellas que puedan ofrecer alguna duda á los que se dedican á las artes del libro, á los amanuenses, á los mismos literatos y á cuantos tienen necesidad de escribir correctamente.

No necesitamos apoyarla con frases encomiásticas, pues cuantos se dignen hojearla reconocerán al momento que es un estudio práctico, de utilidad para cuantos se dediquen á la escritura.

Se trata en el texto, de las siguientes materias:

De los acentos: Palabras agudas, llanas ó esdrújulas.  
—De los verbos.—Palabras cuya acentuación puede ofrecer dudas.—Observaciones.—Palabras que pueden ofrecer alguna duda.—Palabras que se han de tener en cuenta para no confundirlas.—Palabras que se escriben con *H*, y su significado.—Palabras que se escriben con *G*, *J*, *S* ó *X*.—Vocabulario relativo á la Electricidad.—Galicismos.—Opinión de Hartzzenbusch, sobre los galicismos.—La Escritura á través de las edades.—Reducciones y Equivalencias.

---

**El Consultor Indispensable** forma un precioso volumen en 8.º, de 128 páginas, esmeradamente impreso, y su precio es de **UNA peseta** en rústica. Encuadernado, pesetas 1'50.

# TESORO DEL AGRICULTOR

NOVÍSIMO TRATADO TEÓRICO-PRÁCTICO

DE

# AGRICULTURA Y ZOOTECNIA

EL MÁS COMPLETO QUE SE HA PUBLICADO EN EUROPA,  
REDACTADO SEGÚN LAS OBRAS MÁS EMINENTES DE AGRÓNOMOS  
ESPAÑOLES Y EXTRANJEROS

por

**D. JOAQUÍN RIBERA**

Ingeniero

Obra declarada de enseñanza y consulta para los Agricultores,  
Terratenientes y Ganaderos de España,  
según Real Orden del Ministerio de la Gobernación

~~~~~

Premiada en la Exposición celebrada por la Sociedad Catalana  
de Horticultura en 1895, la primera parte,  
y en la Feria Concurso Agrícola de Barcelona de 1898, la obra  
completa, época de su terminación

~~~~~

**Ilustrada con más de 5000 grabados en negro y en colores**



El presente **Tratado de Agricultura y Zootecnia**, por las especialísimas condiciones que reúne, llena de tal modo el objetivo de destruir rutinas, exponer utilísimas innovaciones y propagar, en una palabra, todos los conocimientos relativos á la agricultura, á las industrias agrícolas y á la cría de animales domésticos, que es en este concepto una obra de interés nacional, de actualidad vivísima y de capital importancia.

Comprende la Agrología, ó sea el conocimiento de las tierras en su relación con la Agricultura, la Ganadería, Viticultura, Vinicultura é Industrias agrícolas; la Legislación rural y las ins-

trucciones útiles y necesarias que han sido practicadas en los países más adelantados para obtener el mejor rendimiento de las tierras labrantías, huertas, jardines, viñedos, bosques, selvas, prados, páramos, arenales, yermos, etc.

Expone claramente el cultivo y labores propios de todos los productos agrícolas y muy detalladamente de los cereales, vinos, aceites, legumbres, tubérculos, textiles, azúcares, etc.

Abarca la enseñanza del desagüe ó saneamiento de aguazales; de la enmienda, mejora ó mezcla de terrenos estériles ó insalubres para volverlos fecundos; de los métodos de riego más ventajosos; de los abonos agrícolas; del uso de máquinas é instrumentos más beneficiosos; de las construcciones rurales; en una palabra, de todo cuanto pueda interesar á los que se dedican al cultivo de las tierras ó á la cria de animales útiles.

Este Tratado es, de todos los editados en España, no sólo el más completo, sino el único que contiene los más modernos adelantos que en los diversos ramos que trata se han introducido.

La prensa, al juzgarla, la ha calificado de obra de interés nacional, porque al propagarse entre los agricultores, terratenientes, ganaderos y entre cuantos á las industrias con la agricultura relacionadas se dedican, se difundirán conocimientos y prácticas que han de contribuir á despertar energías, á fomentar riquezas inexploradas y á dar vigoroso impulso á la tan ansiada regeneración de nuestra patria.

Comprendiendo el Gobierno las ventajas de esta obra y la necesidad de que las Corporaciones populares le prestaran su concurso, cumpliendo un alto deber gubernamental y de patriotismo, expidió el Ministerio de la Gobernación y transmitió á los Gobernadores civiles de las provincias, la Real orden siguiente:

«Siendo de verdadera utilidad, y de necesidad al propio tiempo, para el mejoramiento y buen resultado de las faenas agrícolas y cria de ganados, la obra titulada **Novísimo Tratado teórico práctico de Agricultura y Zootecnia**, el Rey (q. D. g.) y en su nombre la Reina Regente del Reino, ha tenido á bien disponer me dirija á V. S., á fin de que, á título de protección, se sirva interesar de los Ayuntamientos de esa provincia la adquisición de un ejemplar, que sirva de enseñanza á los agricultores y ganaderos.»

Esta obra consta de 100 cuadernos y la ilustran más de 5,000 grabados en negro y en colores. Forma cinco voluminosos tomos, cuatro de texto y un atlas.

Su precio es:

Por cuadernos. . . . .	Ptas. 100
Encuadernación económica. . . . .	» 110
Lujosamente encuadernada. . . . .	» 125

SE VENDE A PLAZOS \* PÍDANSE DETALLES

## ¿Cómo viven los animales?

Consúltese la monumental obra  
del eminente sabio, ilustre viajero é incomparable zoólogo

Dr. A. E. BREHM

# LA VIDA DE LOS ANIMALES

1648 riquísimos grabados;

193 láminas en colores;

6 voluminosos tomos formando un conjunto de

4114 páginas en folio.

No dudamos en calificar de **notabilidad editorial** esta espléndida edición monumental de la obra de Brehm, única en España. Los sabios naturalistas y los exploradores más distinguidos se apresuraron á saludar la segunda edición de **LA VIDA DE LOS ANIMALES** como un acontecimiento sorprendente; quién la llama **notabilísima** y dice que es un verdadero tesoro; quién la señala como la obra de mayor mérito hasta ahora conocida, destinada á popularizar los estudios de la Zoología; quién la encuentra **admirable** en todas sus partes, ó bien tan excelente, que no admite comparación por su mérito científico, literario y artístico; quién la declara el libro más popular y utilísimo

en materia de ciencias naturales, ó la considera **bajo todos conceptos única** en su clase; quién la proclama «el mejor, sin disputa alguna, de todos los tratados de Zoología de todas las naciones, de todos los países, de todos los tiempos y de todas las lenguas», y quién, por último, la define «monumento de verdades naturales, libro tan ameno como instructivo para el profano, y manantial de goces y solaz intelectual para los iniciados en estos estudios», después de reconocerla como un **hallazgo de tesoros inestimables**.

En éstos ó parecidos términos se expresan los primeros naturalistas de Europa.

Deseosa esta CASA EDITORIAL de popularizar los conocimientos en todos los ramos del humano saber y de que la adquisición de estos conocimientos sea patrimonio de todas las clases sociales, aun para aquellas que, siendo aficionadas al estudio, no se hallan en condiciones de adquirir al contado una obra de la importancia de **LA VIDA DE LOS ANIMALES**, ha organizado el servicio de **venta á plazos mensuales**, proporcionando al público el medio de poseer un caudal de conocimientos con la adquisición de una obra proclamada como la más importante, la más completa y la más económica por su perfectísima estampación, la riqueza de grabados que atesora y la multitud de láminas coloreadas que la adornan, constituyendo su totalidad un completísimo álbum descriptivo de los seres del reino animal.

#### PRECIOS:

Por cuadernos. . . . .	158 ptas.
Encuadernada: 6 tomos planchas en oro. . . . .	188 .

# ANIMALES PARÁSITOS DEL HOMBRE

POR EL

**Dr. MAURICIO NEVEU-LEMAIRE**

Preparador en el Laboratorio de Parasitología de la Facultad de Medicina de París

~~~~~  
Versión española del profesor **Dr. ODÓN DE BUEN**

—\*—  
Es una obra de actualidad y de importancia suma. Nada hay en castellano que refleje los progresos realizados estos últimos años en Parasitología, á pesar de ser tales, que más de un sabio médico concede en Patología tanta importancia á los hematozoarios (animales parásitos que viven en la sangre), como á las bacterias, cuyo estudio ha cambiado radicalmente los rumbos de la Medicina y de la Cirugía.

El libro del Dr. Neveu-Lemaire es un Compendio y á la vez un Album. Cada descripción de un parásito va acompañada del grabado que le representa. Las descripciones son breves y exactas.

A todos los médicos es necesario este libro. Sin él es fácil un error clínico, tomando por enfermedad bacteriana lo que puede ser un caso de parasitismo animal. No sólo á los médicos, á los higienistas, á los veterinarios, á todas las personas cultas interesa el conocimiento de los parásitos del hombre. Muchos son visibles á simple vista, y conociéndoles puede precaverse de su acción nociva.

Está la obra profusamente ilustrada; comprende todos los parásitos hasta hoy descubiertos, y su traductor la ha hecho fácil de entender aun á las personas de mediana cultura científica.

Forma un tomo de 14 X 22 centímetros, esmeradamente impreso, con abundantes grabados, y se vende en todas las librerías, centros de suscripciones y en casa de nuestros representantes, al precio de 5 pesetas encuadernado en rústica, y 7 pesetas encuadernado en tela.

Puede también adquirirse, previo envío de su importe en sellos, libranza, letra de fácil cobro ó sobre-monederó, dirigiéndose á los editores,

**SUCESORES DE MANUEL SOLER**

Apartado en Correos 89 — BARCELONA

# LOS ABONOS INDUSTRIALES

POR

**D. ANTONIO MAYLÍN**

Ingeniero agrónomo, Director de la Granja experimental de Valencia

---

El estado anémico de nuestra Agricultura depende en gran parte del desconocimiento de lo que la tierra puede dar de sí, de utilizar elementos y prácticas rutinarios, sin preocuparse en estudiar los procedimientos modernos aplicables á su arte, al que la química presta un auxilio de gran valía. Por fortuna tenemos en España agrónomos que consagran su tiempo á la investigación científica, y encuentran en los abonos destinados al cultivo de la tierra un gran campo para su fertilización. Este libro tiene en su apoyo la acreditada experiencia de su autor D. Antonio Maylín, quien cada día ofrece al público un caudal de conocimientos de reconocida utilidad. Dedicó el presente volumen únicamente á los abonos llamados industriales, y entre las múltiples fórmulas que aconseja están los abonos nitrogenados, los fosfatados, los potásicos y los calcáreos. Para que su labor sea completa y de provecho para el labrador, cierra su libro con las disposiciones legales contenidas en el R. D. de 29 de septiembre de 1900 relativo á las condiciones que deben llenar los abonos químicos y minerales para su venta y las seguridades y garantías que del conocimiento y de la práctica de las disposiciones que contiene pueden reportar.

Véndese al precio de **1'50** pesetas.

*(Volumen XX de la Biblioteca Manuales-Soler)*

# HONGOS COMESTIBLES Y VENENOSOS

POR

**D. BLAS LAZARO É IBIZA**

*Doctor en Ciencias Naturales y en Farmacia, Catedrático de Botánica  
en la Facultad de Farmacia de la Universidad Central,  
Académico de la de Ciencias exactas, físicas y naturales*

---

Esta importante publicación trata del conocimiento de una substancia alimenticia que interesa conocer íntimamente para evitar los peligros á que está sujeto el individuo por la ignorancia en distinguir los que son nocivos á la salud y los que, deleitando el paladar, son beneficiosos para la nutrición de la sangre. De un valor científico indiscutible, por ser su autor conocedor profundo de la Botánica, detalla su producción y clasificación en especies, dando idea general de los hongos; diferencias entre los hongos venenosos y los comestibles (himonomicetos, gasteromicetos y ascomicetos); venenosos ó sospechosos; su recolección, conservación y preparación; envenenamiento producido por los hongos, y, finalmente, el modo de practicar su cultivo.

Véndese al precio de **1'50** ptas.

*(Volumen XI de la Biblioteca Manuales-Soler)*

# GUSANOS PARÁSITOS EN EL HOMBRE

POR

D. **Marcelo Rivas Mateos**

Catedrático de la Facultad de Farmacia en la Universidad  
de Barcelona

---



El Manual del profesor Dr. M. Rivas Mateos, **Gusanos parásitos en el hombre**, es, sin duda alguna, uno de los más importantes de nuestra colección. El autor, persona competentísima en esta clase de estudios, ha sabido exponer, con gran sencillez, uno de los temas más difíciles y complejos de la Historia Natural Médica.

El librito que ofrecemos interesa no solamente á los Médicos y Farmacéuticos: es de gran utilidad para todas las personas, desde el momento que se ocupa preferentemente del modo de evitar las enfermedades producidas por gusanos parásitos.

Ilustrado con numerosos grabados.—Ptas. 1'50.

(Volumen XXV de la Biblioteca Manuales-Soler)

# LAS EPIDEMIAS

POR EL

Dr. D. Federico Montaldo

---

Los universales progresos realizados por la Higiene pública en estos últimos veinte años, en que se ha transformado por completo, en sentido esencialmente experimental, hasta el punto de constituir ella hoy la rama más interesante de la Ciencia social, como lo reconocen y certifican, con sus trabajos incesantes por desarrollarla ó implantarla sobre bases positivas en los distintos órdenes de la vida, los Gobiernos y las naciones que marchan á la cabeza de la civilización, nos movieron al deseo de que figurase en nuestra Biblioteca práctica de vulgarización un Manual en que se describiesen aquellos progresos y estos trabajos, en relación sobre todo con «**Las Epidemias**», esos mortíferos azotes de la Humanidad, que de continuo diezman ó amenazan, y se consignasen, además, los medios, realmente eficaces, de defensa colectiva é individual que se conocen y emplean al presente contra las principales; procurando dar al conjunto condiciones que lo hiciesen asequible á todas las inteligencias y facilitasen, por su claridad de difusión, en cuanto de nosotros dependiese, la inmediata aplicación en nuestro país, para bien de todos, de tan útiles é interesantes doctrinas, que no por ser modernas y poco conocidas todavía entre nosotros, dejan de ostentar ya la sanción del éxito positivo, conseguido en otros pueblos más adelantados.

Precio: 1'50 pesetas.

(Volumen XXX de la Biblioteca Manuales-Soler)

# HIDROLOGIA MÉDICA

POR

D. H. Rodríguez Pinilla

Catedrático de Medicina

---



Comprende un pequeño estudio de las enfermedades crónicas y del modo de tratarlas con las aguas minero-medicinales, utilizando un lenguaje exento en lo posible de las arideces del tecnicismo especialista, y sin omitir, por exceso de vulgarización, todos los problemas relacionados con la terapéutica termal.

El autor somete á la consideración de la crítica una nueva clasificación de las aguas minerales, que considera, no desde el punto de vista químico, sino médico, y en el modo y manera de comportarse ante las diversas funciones y actividades orgánicas. Pasa revista á nuevos, novísimos asuntos relacionados con la especialidad (crioscopia de las aguas, acción de las mismas sobre la nutrición, medicaciones alternantes y compensadoras, tratamiento de los cronicismos infantiles y de los viejos), y resume, en fin, el actual estado de la Hidrología médica.

Desde el punto y hora en que ha sido posible comprobar de un modo objetivo, matemático, que las aguas minerales modifican la organización, la Hidrología adquiere un carácter positivo, que no tenía cuando eran sólo los fenómenos subjetivos, de sensación de los enfermos, los que deponían en favor de sus efectos salutarios. El estudio de estos términos de la ecuación hidrológica: sujeto del conocimiento (historia natural del agua), objeto al mismo (historia natural del hombre) y relación de ellos (terapéutica), forma, pues, el cuerpo de doctrina á que se refiere este Manual de Hidrología médica.

Su precio, 1'50 pesetas.

*(Volumen XXVIII de la Biblioteca Manuales-Soler)*

# POSTALES - CAPRICHOS

---

Hemos terminado la publicación de la primera postal de una serie representando caricaturas de animales. Tanto por su dibujo como por sus entonaciones, es digno preludio de las que iremos publicando sucesivamente, y que han de llamar la atención de los aficionados. Facilitamos gratis las referidas postales á quienes las soliciten.

Pídanse á

Sucesores de Manuel Soler

Apartado en Correos 89

BARCELONA

CASA EDITORIAL DE

SUCESORES DE MANUEL SOLER

Apartado en Correos 89 — BARCELONA

Biblioteca de Autores Españoles y Extranjeros.

Biblioteca Útil y Económica de Conocimientos Enciclopédicos **MANUALES-SOLER.**

Biblioteca Científico-Popular de Historia Natural.

Biblioteca de Grandes Poemas. Edición económica. En preparación.

Biblioteca Jurídico-Popular Española. En prensa.

Obras Científicas y Literarias.

Escritorios y Despachos: Consejo de Ciento, 416

LITERATURA

MEDICINA É HIGIENE

CIENCIAS NATURALES Y FÍSICO-QUÍMICAS

CIENCIAS SOCIALES, MORALES Y POLÍTICAS

LITERATURA Y ARTE MILITAR

HISTORIA

DERECHO Y LEGISLACIÓN

CIENCIAS EXACTAS

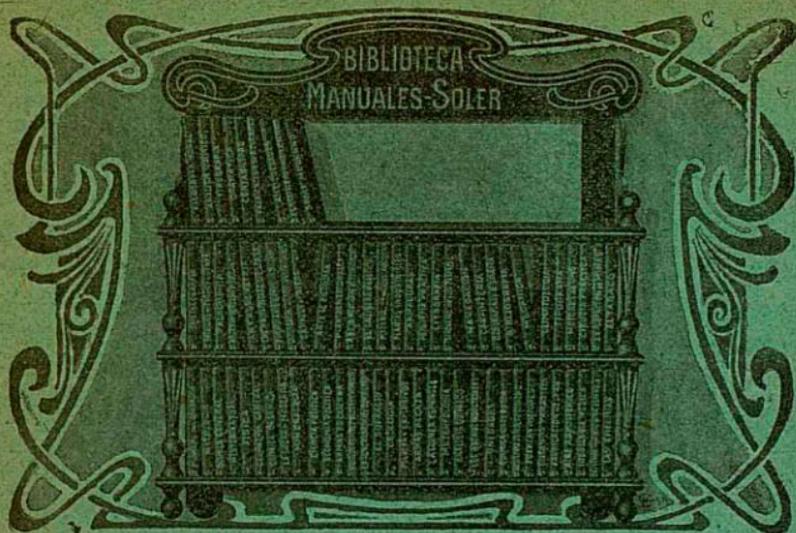
INDUSTRIA, AGRICULTURA Y ZOOTECNIA

GEOGRAFÍA

LECTURAS POPULARES

Revista mensual, de conocimientos útiles y Bibliografía. Se reparte gratis y circula profusamente por

ESPAÑA Y AMÉRICA LATINA



Reproducción de nuestra ÉTAGÈRE especial

**REGALO**

À LOS ~~~~~  
COLECCIONISTAS Y COMPRADORES  
~~~~~ DE LA BIBLIOTECA

**MANUALES - SOLER**

Deseosa esta Empresa de contribuir con la publicación de los **MANUALES-SOLER** á la vulgarización de temas **científicos** y **prácticos** sobre **Artes, Ciencias, Industrias, Oficios** y **Aplicaciones útiles** como fuente de progreso, y al mismo tiempo de corresponder á la favorable acogida que el público en general y en particular los lectores **coleccionistas** vienen dispensando á esta excelente y popular

**BIBLIOTECA ÚTIL Y ECONOMICA**  
**DE CONOCIMIENTOS ENCICLOPÉDICOS,**

hemos decidido obsequiar á los coleccionistas y compradores con una elegante

## ÉTAGÈRE

destinada á colocar en la misma, con el debido orden, todos los volúmenes de la

### COLECCIÓN DE MANUALES-SOLER

Dicho mueble, de rico aspecto, ha de hermosear el conjunto de la **Biblioteca** y contribuir al decorado de una habitación, sea ésta despacho, oficina, bufete, comedor, etc., etc.

Tendrán derecho al regalo ó adquisición de nuestra magnífica y elegante

## ÉTAGÈRE

los que se hallen comprendidos en las siguientes

### CONDICIONES

---

1.ª A todos los compradores que adquieran al contado la Colección de los **MANUALES-SOLER** se les entregará gratis la mencionada **ETAGÈRE ESPECIAL**, enviándola á su domicilio cuando se trate de Barcelona. Si los compradores residen en el extranjero, deberán recogerla en nuestro despacho, Consejo de Ciento, 416. A los compradores que residan fuera de Barcelona, ó sea en cualquier otra población de España, se les remitirá franco de embalaje y portes á la estación más próxima á su destino.

2.<sup>a</sup> A los compradores por colecciones completas á pagar á plazos, servicio que tenemos establecido para España únicamente, mediante contrato que facilita esta Casa, se les entregará ó enviará la **ÉTAGERE** al terminar el pago del último plazo.

3.<sup>a</sup> Como justificante de haber satisfecho el último plazo y, por consiguiente, del derecho que al comprador le corresponde sobre el

### REGALO DE LA ÉTAGÈRE,

deberá mandar á esta Empresa, por mediación de corresponsal ó directamente á esta Casa, el último cupón, saldo de contrato, que le será devuelto, al tiempo de enviarle ó entregarle la **ÉTAGERE**, con la indicación de «**Servida la Etagère**».

4.<sup>a</sup> Por virtud de lo que determina la anterior condición, será nulo y sin efecto todo cupón que lleve el sello puesto por esta Casa de «**Servida la Etagère**».

5.<sup>a</sup> Los compradores **no coleccionistas** que adquieran números sueltos de la **BIBLIOTECA MANUALES-SOLER** tendrán derecho á la adquisición de una **ÉTAGERE** previo envío en libranza del Giro Mutuo, sobre monedero, letra de fácil cobro, ó sellos de correo, de Ptas. **ocho**, que representa un **sesenta y cinco por ciento** del valor de dicho mueble, rigiendo para la entrega ó envío las mismas reglas que establece la condición **primera**.

Para justificar la adquisición de un Manual, y por ende el **derecho á la rebaja**, bastará enviarnos el vale que acompaña á todos los volúmenes de la

## BIBLIOTECA ÚTIL Y ECONÓMICA

### DE CONOCIMIENTOS ENCICLOPÉDICOS

con colaboración especial y original de eminentes autores

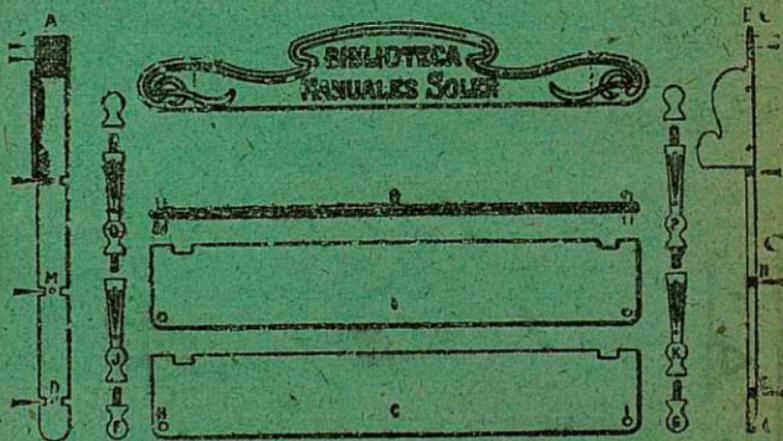
## Modo de montar la ETAGERE

Se coloca á un lado la pieza señalada con la letra A y al otro lado la otra pieza igual que lleva la letra B, pero que en el facsímil aparece de perfil. Sobre la parte superior de ambas piezas se pone el remate ó cabecera, apoyándola con los tornillos correspondientes en el sitio señalado en cada lado de la cabecera por dos líneas de rayitas. Efectuada esta primera operación, se coloca el estante inferior, letra C, encajándolo por ambos extremos y por medio de los respectivos tornillos en los agujeros letras D y E.

Después se procede á montar las columnas delanteras, enroscando por debajo los pomos F y G, que corresponden á los agujeros H é I.

Las roscas salientes de dichos pomos enlazan las piezas J y K, sobre las que descansa el segundo estante, letra L, apoyado á la vez en el fondo en los cortes y agujeros M y N.

Hecha esta operación, se enroscan las piezas ó partes de las columnas delanteras O y P, sobre las cuales se amolda por medio de las roscas el tercer estante, letra Q, que en el dibujo aparece de perfil, quedando así armada fácilmente y en disposición completa la étagère que nos ocupa.



Facsímil

# Sucesores de Manuel Soler

EDITORES DE LA

Biblioteca útil y económica de Conocimientos enciclopédicos  
**MANUALES-SOLER**



OBSEQUIO Á LOS COMPRADORES NO COLECCIONISTAS

**CONDICIÓN 3.ª**—Los compradores no coleccionistas que adquieran números sueltos de la **Biblioteca MANUALES-SOLER** tendrán derecho á la adquisición de una **ETAGERE** previo envío en libranza del giro mutuo, sobre monedero, letra de fácil cobro, ó sellos de correo, de **Ptas. 8**, que representa un **sesenta y cinco por ciento** del valor de dicho mueble, rigiendo para la entrega ó envío las mismas reglas que establece la condición primera.

Para justificar la adquisición de un Manual y por ende el derecho á la rebaja, bastará enviarnos el vale que acompaña á todos los volúmenes.

V  
A  
L  
E

BIBLIOTECA ÚTIL Y ECONÓMICA  
DE CONOCIMIENTOS ENCICLOPÉDICOS  
**MANUALES - SOLER**

Este cupón da derecho á una **ETAGERE ESPECIAL** por el precio de ocho pesetas.

Sucesores de **MANUEL SOLER**  
Consejo de Ciento, 416 ♦ Apartado en Correos 89

BARCELONA

# Lecturas Populares

REVISTA MENSUAL

DE CONOCIMIENTOS ÚTILES Y BIBLIOGRAFIA

---

BARCELONA

DIRECCIÓN Y ADMINISTRACIÓN: Consejo de Ciento, 416

---

Gratis á las Sociedades,  
Ateneos y Centros Instructivos

---

**NOTA:** Al usar del derecho que por el presente cupón se concede á los compradores de los **MANUALES-SOLER**, indíquese bien claramente el nombre, domicilio y residencia del comprador.



SUCESORES DE  
MANUEL SOLER  
\*\* EDITORES \*\*  
Apartado en Correo 89  
\* BARCELONA \*

**¡¡ÉXITO EDITORIAL!!**

BIBLIOTECA ÚTIL Y ECONÓMICA

DE

CONOCIMIENTOS ENCICLOPÉDICOS

**MANUALES-SOLER**

PRIMERA EN ESPAÑA

10,000 suscriptores coleccionistas  
en la Peninsula Ibérica

**LA ÚNICA** que publica escritos originales;

**LA ÚNICA** que cuenta con la colaboración de autores  
eminentes;

**LA ÚNICA** que publica sus páginas llenas de nutridísima  
lectura;

**LA ÚNICA** más profusamente ilustrada;

**LA ÚNICA** reconocida como excelente

BIBLIOTECA DE CONOCIMIENTOS ENCICLOPÉDICOS

REGALO DE UNA MAGNIFICA ÉTAGERE ESPECIAL A LOS COLECCIONISTAS

# Eminentes Autores

que colaboran en la

BIBLIOTECA

DE

MANUALES - SOLER



J. Ramón de Luanco, José Echegaray, Eduardo Benot, J. Piernas y Hurtado, Odón de Buen, J. Rodríguez Carracido, Blas Lázaro, Santiago Mundi, Eduardo Lozano, Mariano Rubió y Bellvé, Salvador Calderón, Adolfo Posada, J. Génova, Joaquín Costa, José Macpherson, Carlos Banús, R. Beltrán Rózpide, Augusto Arcimis, Ricardo Yesares, José Casares Gil, Francisco Barado, Antonio Maylín, P. Dorado Montero, Marcelo Rivas Mateos, Narciso Amorós, Eugenio Mascareñas, H. Rodríguez Pinilla, Rafael Altamira, Federico Montaldo, Lucas Fernández Navarro, Conde de Casa-Canterac, Aurelio López Vidaur, Lorenzo Benito, Telesforo de Aranzadi, M. H. Villaescusa, José Zulueta, Carlos de Torres, José Marvá, Giner de los Ríos, Rodríguez Méndez, A. Martínez Vargas, A. Marzal, etc., etc.

# ALGUNOS APLAUSOS Y ELOGIOS

DEDICADOS Á LOS

## MANUALES - SOLER

---

POR LA

PRENSA ESPAÑOLA

Y VARIAS PERSONALIDADES

---



Dice **EL DILUVIO** (*periódico diario de Barcelona*):

*Manuales Soler.*—Esta Colección acaba de enriquecerse con cuatro obras de verdadero mérito. Los Sucesores de Manuel Soler, á cargo de quienes corre tan excelente biblioteca de divulgación del saber humano en todas sus manifestaciones, no reparan en sacrificios para dotar á nuestro país de una serie de Manuales que, no ya puedan competir, sino que hasta superar á los mejores publicados en el extranjero. Esos Editores prestan un importante servicio á la cultura popular y merecen que el público les aliente con su más decidida protección. Aquí, donde tanto editor sin conciencia, deseoso solamente de hacer negocio, corrompe, pervierte y desmoraliza con publicaciones detestables, es mucho más digno de estima quien da á luz obras que verdaderamente contribuyan á levantar el nivel intelectual de nuestro infortunado pueblo.

*Valor social de Leyes y Autoridades* titúlase uno de los referidos Manuales de la Colección Soler, y es obra del Sr. Dorado Montero, sapiente catedrático de la Universidad de Salamanca. Con la sobriedad de estilo y profundidad de concepto que son la característica de tan eximio escritor, una de las glorias más legítimas de la España actual, estudia la misión que en el curso del tiempo han cumplido las leyes y las autoridades y la que pueda estarles reservada para el porvenir, llegando como síntesis de sus investigaciones y análisis á la siguiente conclusión: «La supresión gradual de las leyes, á medida que se vayan haciendo innecesarias, no implica, como algunos creen, la abolición del Estado; lo único que implica es el reem-

plazo del Estado autoritario, basado en la fuerza, por otro Estado cooperativo, cuyas funciones no sean propiedad, por decirlo así, del soberano, sino servicios colectivos, y cuyos órganos y funcionarios no tengan otro carácter que el de gestores de los intereses comunes, designados, por tanto, quizás, por la comunidad, y responsables ante la misma. Toda persona social, á diferencia de lo que acontece con la persona física, tiene que obrar siempre por medio de representantes; no puede realizar acto alguno sino de esta manera. Y como mientras los hombres vivan asociados tendrán que formar agrupaciones, personas sociales, para de este modo satisfacer mejor sus necesidades y cumplir sus fines (aun prescindiendo de la natural é inconsciente atracción de unos hacia otros), forzosamente habrán de existir entre ellos, al propio tiempo que normas de conducta que hagan posible la convivencia ordenada y faciliten la cooperación, ciertos individuos que en nombre de todos y para provecho de todos desempeñen algunos servicios; aunque tales individuos no tengan el carácter de autoridades que manden y se impongan. De las cuales, por otra parte, no habrá posibilidad de prescindir totalmente, porque nunca dejará de haber personas físicas, como los menores, los locos, los delincuentes, sobre quienes sea preciso ejercer una acción tutelar y benéfica.»

El dar desarrollo á estas ideas, según dice el sabio publicista, no está, por ahora, en su propósito; pero convendría lo hiciera, con lo cual podría prestar un señalado servicio, ya que contribuiría á desvanecer errores al presente muy arraigados en la inteligencia de un importante núcleo de la clase obrera, sugestionada por ideas utópicas, completamente irrealizables, que no encarnarán nunca en la viviente realidad.

Los otros tres Manuales de la Colección Soler últimamente publicados titúlense «Canales de riego», «Arte de estudiar» y «Formulario Químico-Industrial». El primero es debido á la pluma de D. José Zulueta, cuya competencia en cuestiones agrícolas es incontestable, y el cual, á la vez que de la cuestión de los riegos en el terreno de la economía rural, se ocupa, después de hacer sugestivas disquisiciones históricas acerca del desarrollo de los riegos, de la política hidráulica ó sea de la acción que en este asunto debe tener el Estado. En el «Arte de estudiar», obra escrita por D. Mariano Rubió, se dan interesantes reglas para aprovechar el tiempo y dedicarse al trabajo intelectual en forma que pueda contribuir á ensanchar todo lo más posible la esfera de los humanos conocimientos. Y, por último, el «Formulario Químico-Industrial», debido á D. Porfirio Trias, es un curioso Manual que contiene unas mil fórmulas para la composición de licores, bebidas alcohólicas y medicinales y para confeccionar económicamente toda clase de aguas de tocador, perfumes, jabones y cosméticos. Es, en resumen, una obra de utilidad para las familias.

Todos los referidos Manuales, excepto el titulado «Canales de riego», que por su mayor tamaño vale dos pesetas, se expenden á 1'50 pesetas ejemplar, impresos con gran esmero y encuadernados elegantemente.

---

**Dice el DIARIO UNIVERSAL** (*periódico diario de Madrid*):

*Canales de riego*, por J. Zulueta, ex Director del Canal de Urgel y ex Presidente de la Federación de Asociaciones agrícolas de Cataluña. Tomo XXXIX de la Biblioteca *Manuales Soler*; 282 páginas encuadernadas en tela, 2 pesetas.

Para nadie es un secreto la competencia extraordinaria del Sr. Zulueta en achaques de agricultura. El discurso que el elocuente diputado republicano pronunció en las Cortes al discutirse el Mensaje, fué para muchos una revelación; para cuantos andamos en estas cosas fué una confirmación de su gran valía.

Un libro sobre *Canales de riego*, escrito por persona tan competente, no podía menos de ser cosa buena, y ha superado á tan grandes esperanzas. Lo he leído dos veces del principio al fin, y aun pienso leerlo nuevamente.

El problema de la política hidráulica está estudiado y expuesto en toda su extensión, en toda su vasta amplitud. No consiste todo en abrir un canal, en llevar las aguas y en imponer un canon al labrador dejándolo entregado á sus escasos medios de acción, á sus pobres iniciativas, á su penuria extrema, no. Por entenderlo así han fracasado muchas empresas; por ello hay actualmente canales sin regantes, labradores que no usan el agua que tienen á mano.

Un canal de riego, llevado de pronto á comarca de secano, produce una verdadera, una intensa revolución en los cultivos, en las costumbres, en las tierras, en los capitales de explotación, en las labores, en el uso de abonos, en la clase de plantas explotadas, etc., etc. ¿Se quiere que rinda todos los beneficios debidos? Pues con el canal hay que llevar enseñanzas, facilidades para el crédito, vías de comunicación, nuevas costumbres y nuevos hábitos. Así la obra es completa; así el canal rinde sus grandes beneficios.

Con pluma magistral, con estilo sobrio y elocuente expone el Sr. Zulueta la historia interesante é instructiva del Canal de Urgel. ¡Cuántas dificultades, cuántas pesadumbres y cuántos obstáculos para su desarrollo! Nada que enseñe mejor los escollos y nada que aleccione más para sortearlos en empresas de esta clase.

Los inmensos beneficios del agua; la descripción gráfica, sugestiva de lo que son las regiones de la alta Italia con sus riegos portentosos; las grandes obras hechas por los ingleses en el Nilo; la huerta valenciana, pródiga de frutos, son cuadros hermosos arrancados de la realidad. Las circunstancias necesarias para el éxito y los tres últimos y magníficos capítulos dedicados á la política hidráulica en lo que es y en lo que debe ser, hacen de este *Manual* un libro de grandísimo interés para cuantos de estos problemas se preocupan.

La Biblioteca *Manuales Soler* que tantos y tan buenos libros contiene y que tan calurosos aplausos merece, se ha enriquecido con uno valioso sobre toda ponderación. Es una empresa altamente patriótica dar al público, en modestos *Manuales*, á bajo precio, libros como *Canales de riego*. Así se fomenta la cultura y se sirve al país. No será ésta la última vez que haya de citar ó hacer referencia á este *Manual*.

---

## Dice EL EXPORTADOR ESPAÑOL, *periódico de exportación (Madrid-Barcelona):*

Inspirándose la Casa Sucesores de Manuel Soler en un sentido práctico, producto del estudio de las necesidades de la época, que ha menester de síntesis del prodigioso desenvolvimiento y progreso intelectual moderno, ha fundado y formado un núcleo de obras de inapreciable valor científico y de aplicación, bajo el título de MANUALES SOLER, útiles, cuando no necesarios, tanto á los hombres de ciencia cuanto al público en general; trabajo de vulgarización científica, de propaganda en favor de la cultura, tan necesaria para elevar el nivel intelectual en nuestro país. Reproducimos seguidamente la relación nominal de dichos *Manuales*, porque, al hacerlo, entendemos que prestamos provechoso servicio á nuestros lectores de España y de América, secundando el que rinde la Casa SUCESORES DE MANUEL SOLER, en nuestro concepto, superior á las burocráticas iniciativas de nuestros ministros de Instrucción pública.

.....

---

## Dice EL DILUVIO (*periódico diario de Barcelona*):

COLECCIÓN MANUALES SOLER.—En nada desmerecen de los mejores tratados de divulgación de todos los ramos del saber

humano publicados en el extranjero, los Manuales que editan en esta ciudad los Sucesores de D. Manuel Soler. La colección de los ya publicados es numerosa y selecta. En ella figuran obras de vulgarización científica de autores tan reputados como los Sres. Luanco, Odón de Buen, Carracido, Lozano, Calderón, Macpherson, Arcimis, Casares, Rivas Mateos, Mascareñas y otros; Manuales de carácter jurídico, político, económico é histórico, debidos á la pluma de publicistas de competencia tan reconocida como los Sres. Costa (D. Joaquín), Dorado Montero, Piernas y Hurtado, Posada y Altamira; trabajos de práctica aplicación escritos por verdaderos especialistas en cada materia, por lo que resultan, con todo y tener que ceñirse á los límites de un Manual, tratados completos, en los que se pueden adquirir conocimientos sólidos y vastos.

Los tres últimos Manuales con que se ha enriquecido la Colección Soler llevan por título *Agronomía*, *Las Bases del Derecho mercantil* y *Antropometría*, y han sido escritos respectivamente por el ingeniero agrónomo y catedrático del Instituto de esta ciudad Sr. López Vidaur, por D. Lorenzo Benito, docto catedrático de Derecho mercantil en esta Universidad, y por el Sr. Aranzadi, también catedrático de la Universidad de Barcelona. En la *Agronomía* se popularizan conocimientos utilísimos, fuente principal de la riqueza pública. El vasto campo que abarca la agricultura moderna recórrelo en su obra el señor López Vidaur, sin omitir nada de lo que respecto á la fisiología vegetal agrícola, á la meteorología agrícola y á la agrológia es de importancia para todos y muy especialmente para los que se dedican á la agricultura.

En *Las Bases del Derecho mercantil*, del Dr. Benito, estúdiase la evolución, por virtud de la cual dicha rama de la ciencia jurídica, aun considerada por algunos como un capítulo del Derecho civil, ha ido ampliando su esfera de acción hasta el punto no ya de convertirse en una especialidad de la Enciclopedia del Derecho, sino de invadir los dominios de la legislación civil, reduciendo considerablemente su contenido. Al estudio de la indicada evolución dedica el Sr. Benito la primera parte de su obra, esbozando en ella, con trazos que revelan gran solidez de conocimientos, la formación histórica del Derecho mercantil, la naturaleza de esta ciencia, el concepto de lo genuinamente mercantil, la evolución de lo mercantil según la ley y las bases sobre las cuales ha de hacerse la codificación del Derecho mercantil. La segunda parte del libro de divulgación del Sr. Benito es de gran valor práctico y en ella se expone lo más fundamental de la legislación mercantil española. Es una exposición breve, pero muy clara y sistemática, del contenido del Código de Comercio vigente en España.

La *Antropometría* del Sr. Aranzadi hállase á la altura de las mejores obras que acerca de la materia se han dado últimamente á luz. La claridad del lenguaje, la [comprobación de la

doctrina sentada por medio de datos numéricos, la presentación de ejemplos clarísimos, de comparaciones precisas é ingeniosas, avaloran el Manual, convirtiéndole en guía indispensable de cuantos quieran en el más breve tiempo posible ponerse al corriente de la *Antropometría*, una de las partes de más práctica utilidad de la ciencia antropológica. La medición del hombre, de tan frecuente aplicación en la actualidad; la comparación de las medidas para establecer las convenientes proporciones; los instrumentos y aparatos con que puede medirse con mayor comodidad y exactitud; la identificación judicial de las personas; crecimiento de las diversas partes del cuerpo, estatura, influencia de la posición social, ángulo facial, índice cefálico, color y belleza de las proporciones, y cuanto respecto del particular interese saber, trátase con criterio científico al par que en estilo llano, á todos comprensible, en la *Antropometría* del profesor Aranzadi. Más de veinte grabados sirven de aclaración á la doctrina vertida en la obra.

Los Manuales de referencia, esmeradamente impresos y encuadernados, véndense al módico precio de 1'50 pésetas ejemplar. La empresa que realizan los Editores *Sucesores de Manuel Soler*, es de suma eficacia para la difusión de la cultura; harto merecido tienen, pues, que el público los aliente, dispensándoles la más decidida protección.

---

### Dice el DIARIO UNIVERSAL, de Madrid:

*Agronomía*, por D. Aurelio López Vidaur.—Es uno de los últimos Manuales que con tanta aceptación editan en Barcelona los Sucesores de Manuel Soler. Forma un tomo en 8.º, de 146 páginas, bien impresas, con varios grabados y encuadernación elegante. Está dividido en tres secciones, que tratan, respectivamente, de *Fisiología vegetal*, *Meteorología agrícola* y *Agrología*. Este Manual es verdaderamente notable por la claridad del lenguaje, la precisión de los datos que contiene y la exactitud y la brevedad de los juicios. El Sr. López Vidaur, ingeniero agrónomo y catedrático, ha hecho un resumen compendioso muy meritorio. En la *Agrología*, por ejemplo, que no abarca más de 90 páginas, se contiene lo fundamental del conocimiento y análisis de las tierras, con referencias precisas, á la importancia de la cal en la elección de vides americanas, riegos, saneamientos, enmiendas, abonos minerales y orgánicos, alternativas de cosecha, etc., etc. Todo está expuesto con gran concisión, libre de obscuridades, aunque en muchos casos convendrían más latas explicaciones. De todas suertes, es una obra de vulgarización agrícola muy recomendable á muchos labradores, para adquirir los conocimientos fundamentales de su cultivo razonado y progresivo. ¡Cuánto se ganaría

divulgando Manuales como el presentel Las ampliaciones necesarias vendrían después.

---

## Dice el HERALDO, de Huelva:

Hemos recibido el nuevo Manual que acaba de publicar la Casa Sucesores de Manuel Soler, de Barcelona, y que en nada desmerece de los anteriormente publicados por la misma Casa.

El nuevo tomo se titula *Antropometría*, y el nombre de su autor, Telesforo de Aranzadi, ventajosamente conocido en el mundo científico respecto á estas materias, nos releva de entrar en más consideraciones por lo que hace á la solidez de conocimientos y criterio expuestos en este Manual conforme á las más recientes publicaciones científicas. Lo que sí haremos notar es la claridad del lenguaje empleado, que evita en todo lo posible los tecnicismos que no son absolutamente indispensables, y la oportuna intercalación de figuras que aclaran todavía más las ideas; sobre todo ayudadas de ciertas comparaciones ingeniosas, que parecen hacerse demasiado estrechos y harto pasajes para combatir conceptos demasiado estrechos y harto frecuentes, como puede observar el lector principalmente en el capítulo de la variación y el tipo medio. Llama la atención también, desde la primera ojeada, que, sin estorbar á la lectura fácil del volumen, hay verdadera abundancia de datos numéricos, que, sin pretender agotar la materia, nos presentan todos los ejemplos que más nos pueden interesar en este asunto y constituyen el Manual en un verdadero guía, indispensable para los primeros trabajos antropométricos que se quieran emprender.

Con el fin de hacer resaltar lo interesante que para todos ha de ser la lectura de este Manual, creemos que lo mejor es mencionar los títulos de algunos capítulos y artículos como ejemplo: tales como identificación judicial de las personas, crecimiento de las diversas partes del cuerpo, desarrollo de la cabeza con el estudio, influencia de la gimnasia en el crecimiento, infantilismo, proporciones de la mujer, la estatura en Europa, influencia de la posición social, ángulo facial, color, belleza de proporciones, capítulo dedicado á los artistas, comparaciones de unas medidas con otras, variación, tipo medio y correlación, las colonias escolares, índice cefálico de las razas de la Europa Occidental, y otra multitud de indicaciones muy sugestivas sobre muy diversos asuntos.

Todo ello en un tomo en 12.º, de 186 páginas, con 21 grabados intercalados en el texto, que se vende en todas las librerías al precio de 1'50 pesetas cada ejemplar.

---

Es indudable que en todas las naciones de origen ibero toma incremento extraordinario el empeño de difundir la cultura pública como medio el más poderoso y seguro de mejorar las condiciones de la raza, preparándola para las saludables competencias del porvenir.

Ya que no el dominio del Mundo, en el que ha de ser siempre imposible la unidad étnica, la posesión del Bien está reservada á los más instruídos y mejor educados. Instruir y educar por la Ciencia y para el Bien del hombre, es el más sano de los propósitos; así lo entienden, y en tal dirección empujan, los hombres más eminentes de nuestra raza.

Para contribuir á este movimiento redentor, penetrados de la imperiosa necesidad de popularizar los principios de la Ciencia moderna, sus grandes conquistas, las manifestaciones del Arte, poniendo todo al nivel del menos culto y ofreciendo á los hombres de mayor elevación intelectual una fórmula sencilla que pueda servirles de recuerdo en cada materia científica; para que nadie tenga que recurrir á libros extranjeros en cuanto á los fundamentos de la ciencia se refiera empezamos á editar esta colección de

## MANUALES-SOLER,

dispuestos á no prescindir, cueste lo que cueste, de ninguno de los elementos necesarios.

Esta Biblioteca es genuinamente española, adaptada á las condiciones de cultura de nuestra Patria y de las Repúblicas hispano-americanas.

Los más ilustres tratadistas de España y América son los encargados de la redacción de los tomos; es buena prueba de nuestros propósitos en la materia, la lista de obras aparecidas, y en preparación, cuyos autores personifican el movimiento intelectual de la España contemporánea: Echegaray, Ramón y Cajal, Azcárate, Bolívar, Luanco, Joaquín Costa, Piernas y Hurtado, Odón de Buen, Carracido, Calderón, Lázaro, Martínez Vargas, Mundi, Lozano, Marzal, Rubió y Bellvé, etc., etc., son bastante garantía de que el texto nada tiene que envidiar al de las Bibliotecas análogas que se publican en Francia, Italia, Alemania, Inglaterra y los Estados Unidos.

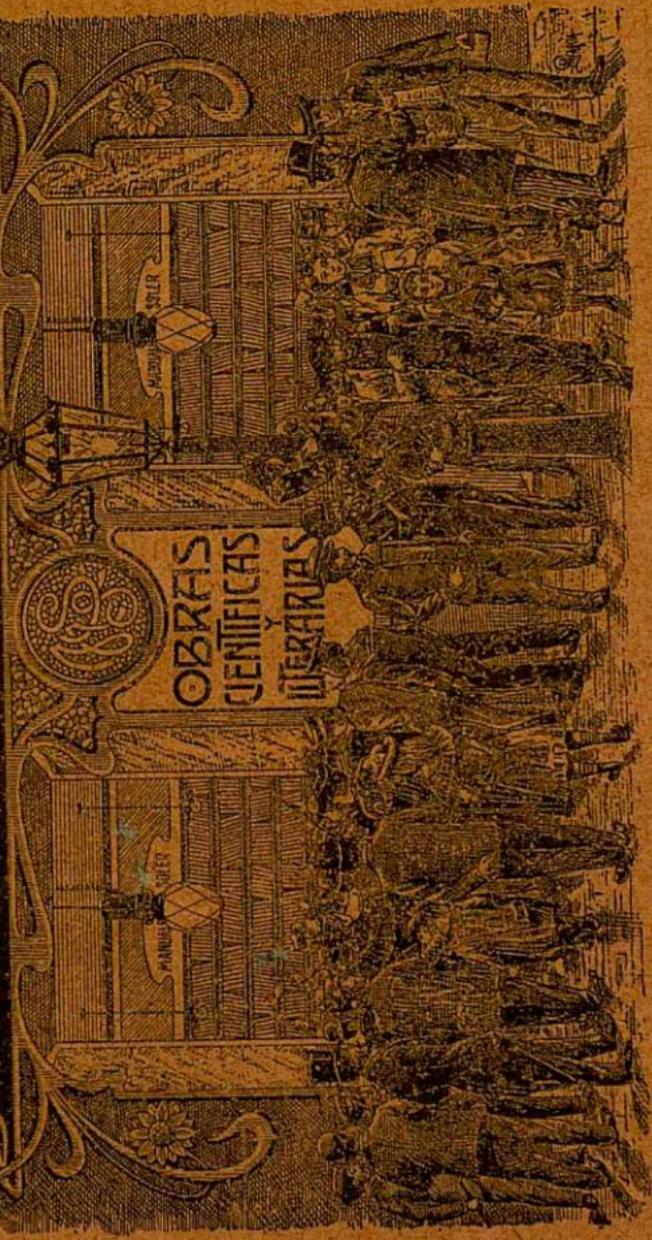
Y á las obritas redactadas por autores tan renombrados, seguirán otras de Historia, Geografía, Lenguas, Aplicaciones de la Física y de la Química, Arte militar, etc., formando series diversas en que se desarrolle cada ciencia y sus aplicaciones en toda la intensidad necesaria.

Nuestro propósito ha sido, y lo hemos conseguido, que responda esta Biblioteca á la necesidad de difundir la instrucción en nuestra Patria y en los países hispano-americanos y que en ella hallen todos algo nuevo, algo necesario ó algo útil.

# MANUALES SOLER

OBRAS  
CIENTÍFICAS  
Y  
LITERARIAS

Aspecto de una librería al publicarse un nuevo volumen de la famosa  
Biblioteca MANUALES-SOLER





# MANUALES - SOLER

El éxito cada día más acentuado que sigue obteniendo la interesante **Biblioteca MANUALES-SOLER**, es una prueba evidentiísima de su importancia y utilidad. Se encuentran en esta popular colección de **MANUALES-SOLER** tomos de interés lo mismo para el erudito que para el obrero estudioso, y su adquisición es conveniente á todo el mundo.

## MANUALES PUBLICADOS

- 1.—**Química General**, por el Doctor Luanco. Ptas. 1'50
- 2.—**Historia Natural**, por el Doctor de Buen. Ptas. 1'50
- 3.—**Física**, por el Dr. Lozano. Ptas. 1'50
- 4.—**Geometría General**, por el Dr. Mundi. Ptas. 1'50
- 5.—**Química orgánica**, por el Doctor R. Carracido. Ptas. 1'50
- 6.—**La Guerra moderna**, por Don Mariano Rubió y Bellvé. Ptas. 1'50
- 7.—**Mineralogía**, por el Dr. S. Calderón. Ptas. 1'50
- 8.—**Ciencia Política**, por el Doctor D. Adolfo Posada. Ptas. 1'50
- 9.—**Economía Política**, por el Dr. D. José M.<sup>a</sup> Piernas y Hurtado. Ptas. 1'50
- 10.—**Armas de Guerra**, por Don J. Génova é Iturbe. Ptas. 1'50
- 11.—**Hongos comestibles y venenosos**, por el Dr. D. Blas Lázaro é Ibiza. Ptas. 1'50
- 12.—**La Ignorancia del Derecho**, por D. J. Costa. Ptas. 1'50
- 13.—**El Sufragio** (Doctrina y práctica en los pueblos modernos), por el Dr. D. Adolfo Posada. Ptas. 1'50
- 14.—**Geología**, por D. José Macpherson. Ptas. 1'50
- 15.—**Pólvoras y Explosivos**, por D. Carlos Banús y Comas. Ptas. 1'50
- 16.—**Armas de Caza**, por D. J. Génova é Iturbe. Ptas. 1'50
- 17.—**La Guinea Española**, por D. Ricardo Beltrán y Rózpide. Ptas. 1'50
- 18.—**Meteorología**, por D. Augusto Arcimis. Ptas. 1'50
- 19.—**Análisis Químico**, por D. José Casares. Ptas. 1'50
- 20.—**Abonos Industriales**, por Don Antonio Maylin. Ptas. 1'50
- 21.—**Unidades**, por D. Carlos Banús y Comas. Ptas. 1'50
- 22.—**Química Biológica**, por el Dr. D. José R. Carracido. Ptas. 1'50
- 23.—**Bases para un nuevo Derecho Penal**, por el Dr. D. Pedro Dorado Montero. Ptas. 1'50
- 24.—**Fuerzas y Motores**, por Don Mariano Rubió y Bellvé. Ptas. 1'50
- 25.—**Gusanos parásitos en el hombre**, por el Dr. D. Marcelo Rivas Mateos. Ptas. 1'50
- 26.—**Fabricación del Pan**, por D. Narciso Amorós. Ptas. 2
- 27.—**Aire atmosférico**, por D. Eugenio Mascareñas y Hernández. Ptas. 1'50

- 28.—Hidrología Médica, por el Dr. D. H. Rodríguez Pinilla. Ptas. 1'50
- 29.—Historia de la Civilización Española, por D. Rafael Altamira. Ptas. 2
- 30.—Las Epidemias, por D. Federico Montalido. Ptas. 1'50
- 31.—Cristalografía, por el Doctor D. Lucas Fernández Navarro. Ptas. 2
- 32.—Artificios de fuego de guerra, por D. José de Lossada y Canterac (Conde de Casa-Canterac). Ptas. 1'50
- 33.—Agronomía, por D. Aurelio López Vidaur. Ptas. 1'50
- 34.—Bases del Derecho mercantil, por D. Lorenzo Benito. Ptas. 1'50
- 35.—Antropometría, por D. Telesforo de Aranzadi. Ptas. 1'50
- 36.—Las Provincias de España, por D. M. H. Villaescusa. Ptas. 2'50
- 37.—Formulario Químico-Industrial, por D. Porfirio Trías y Planes. Ptas. 1'50
- 38.—Valor social de leyes y autoridades, por D. Pedro Dorado Montero. Ptas. 1'50
- 39.—Canales de riego, por D. José Zulueta. Ptas. 2
- 40.—Arte de estudiar, por D. Mariano Rubio y Bellvé. Ptas. 1'50
- 41.—Plantas medicinales, por D. Blas Lázaro e Ibiza. Ptas. 2'50
- 42.—A, B, C del Instalador y Montador Electricista.—Tomo I.—Instalaciones privadas, por D. Ricardo Yesares Blanco. Ptas. 2'50
- 43.—A, B, C del Instalador y Montador Electricista.—Tomo II.—Canalizaciones, por D. Ricardo Yesares Blanco. Ptas. 2'50
- 44.—Medicina Doméstica, por D. A. Opisso. Ptas. 2
- 45.—Contabilidad Comercial, por D. J. Prats Aymerich. Ptas. 3
- 46.—Sociología contemporánea, por D. Adolfo Posada. Ptas. 1'50
- 47.—Higiene de los Alimentos y Bebidas, por D. J. Madrid Moreno. Ptas. 1'50
- 48.—Operaciones de Bolsa, por D. Marcos J. Bertrán. Ptas. 1'50
- 49.—Higiene Industrial, por Don J. Eleizegui López. Ptas. 2'50
- 50.—Formulario de Correspondencia Francés-Español, por D. J. Meca. Ptas. 2'50
- 51.—Motores de Gas, Petróleo y Aire, por D. R. Yesares Blanco. Ptas. 2'50

Seguirán á estos **Manuales** otros de *Higiene General*, *Astronomía*, *Mecánica*, *Electricidad*, *Anatomía Humana*, *Entomología*, *Geografía Física*, *Agricultura*, *Higiene de los niños*, *Marina y Navegación*, *Derecho y Legislación*, etc., etc., de cuya redacción serán encargados los más ilustres tratadistas de España y América, formando series diversas en que se desarrolle cada ciencia y sus aplicaciones en toda la intensidad necesaria.

## EN PRENSA

Bebidas Alcohólicas y Alcoholismo, por A. Piga y A. Marinoni.  
 Gallinero Práctico, por D. Carlos de Torres.  
 Prontuario del Idioma, por D. Enrique Oliver.  
 Aritmética, por el Dr. D. Miguel Marzal.  
 Diccionario de Argot Español, por D. Luis Besses.  
 Plantas aplicadas á la Medicina, por D. Alfredo Opisso.  
 Diccionario comercial, por D. Adolfo Alegret.