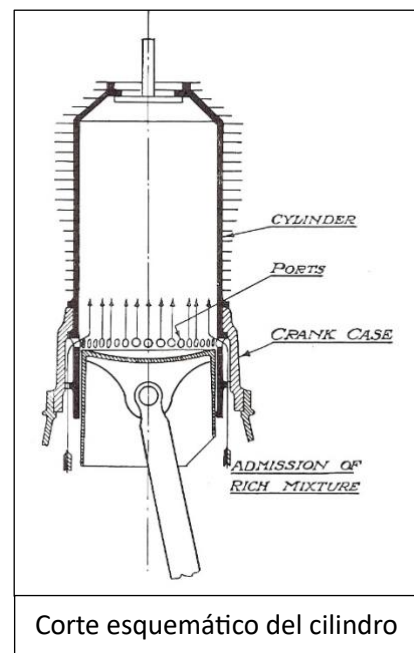


QR Gnome Monosoupape

En 1913 Gnome introdujo el Monosoupape. Se trataba de una versión mejorada del Omega que evitaba los frecuentes problemas que causaban las válvulas de admisión en cabeza del pistón. La solución consistió en suprimir la válvula y sustituirla por lumbreras de transferencia caladas en la parte inferior de los cilindros, muy próximas al PMI (punto muerto inferior). Como ya ha quedado dicho, el cárter actuaba también como colector de admisión, así que cuando el pistón alcanzaba el PMI el combustible tenía acceso al interior del cilindro, al estilo de los motores de dos tiempos. Este nuevo motor recibió su nombre del francés: Monosoupape (Sólo una válvula).

DESCRIPCIÓN

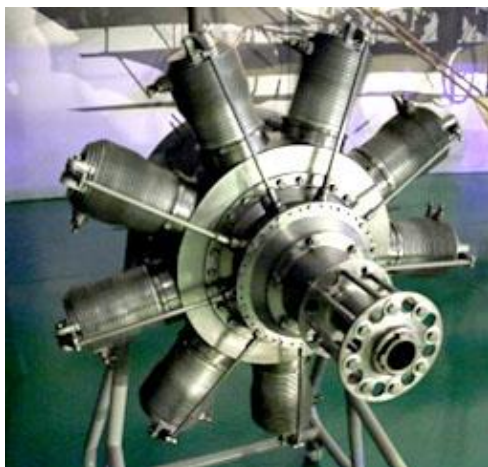
El Monosoupape es un rotativo de nueve cilindros en estrella. Su balance, por exigencias de la rotación, tiene que ser perfecto, por lo cual requiere un maquinado de precisión en todas sus partes. Debido a ello, fue un motor extremadamente caro de construir, pero su alto precio se compensaba con la ligereza en peso y la fiabilidad en el funcionamiento.



El cigüeñal fijo y hueco, de níquel-cromo, sobre el que gira el motor está formado por tres partes: el extremo anterior (corto) y el extremo posterior (largo), los cuales están unidos a la muñequilla ubicada entre ambos. El extremo posterior se fija a la estructura del avión con la ayuda de piezas de fundición de acero, siendo el cigüeñal ahusado para encajar en una de ellas y bloqueado en el mismo, para resistir el empuje hacia adelante de la hélice que tiende a sacar el motor del cigüeñal.

La base de cada cilindro está sujeta firmemente por el cárter, que gira con los cilindros, y consta de dos estampados, cada uno con la forma de una coraza medieval. Estos abarcan los cilindros y el cigüeñal y están sujetos entre sí, en la periferia, mediante un anillo de pernos.

La caja de levas está formada por una pieza de fundición atornillada a la cara del cárter delantero, a la que se une una cubierta de fundición que se extiende hacia adelante para formar el eje de hélice cónico. La caja contiene los engranajes planetarios que impulsan el árbol de levas a media velocidad para operar las varillas de empuje de las válvulas de escape. Estos están ubicados en cada culata y se mueven mediante balancines.



La caja de empuje consiste en una pieza de fundición atornillada a la cara del cárter posterior, cerrada por una combinación de tuerca de acero y engranaje dentado que impulsa la bomba de aceite y la magneto. El aceite entra al motor justo detrás de la placa de montaje delantera.

Los cojinetes sobre los que giran los cilindros y el cárter son los cojinetes del cigüeñal. Hay cuatro en total, dos en el extremo corto y dos en el extremo largo. Estos últimos son del tipo "autoalineante" con doble pista de empuje para absorber el empuje de la hélice.

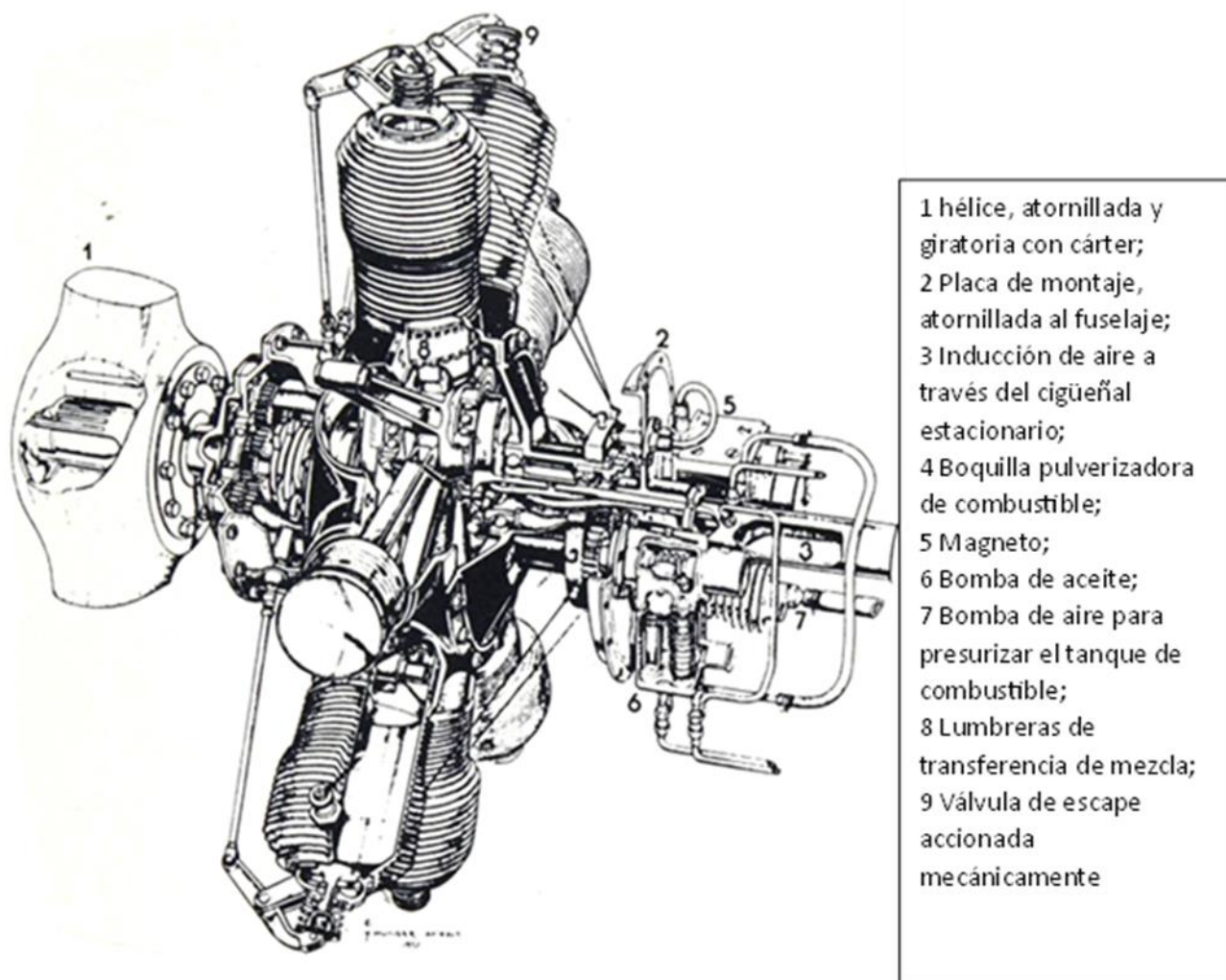
Los pistones, de hierro fundido, tienen dos ranuras. En la superior lleva un segmento de latón de sección en L (para garantizar la estanqueidad al gas cuando el cilindro se deforma debido a un enfriamiento desigual) y un segmento de empaquetadura de hierro fundido. En la ranura inferior, un segmento rascador de hierro fundido ayuda a distribuir el aceite lubricante sobre las paredes del cilindro.

El conjunto de las bielas consta de una biela maestra, con un extremo en forma de jaula, montada sobre un par de cojinetes de bolas que giran sobre la muñequilla. Las otras ocho bielas, las bielas esclavas, están unidas a la jaula mediante pasadores. Todas las bielas son de acero al níquel con sección en H y todos los extremos son idénticos, equipados con casquillos de bronce fósforo y unidos a los pistones mediante pasadores.

El Monosoupape se lubricaba mediante presión combinada con la fuerza centrífuga, utilizando aceite de ricino, el único aceite en aquel tiempo era capaz de soportar el calor y la presión en el interior de los cilindros. Se suministra a través de una tubería, desde una bomba de engranajes alimentada por un tanque de gravedad.

El aceite pasa por un tubo dentro del extremo largo del cigüeñal y una parte se bifurca hacia la caja de empuje, sirviendo así al cojinete principal y al de empuje. El exceso de aceite de aquí se desborda hacia el cárter y se combina con la mezcla de aire y combustible en su camino hacia el cilindro. Todo lo que no se quema allí (y una considerable cantidad no se quema) sale por el escape, creando una especial y típica atmósfera en el entorno del morro del avión y la cara del piloto.

El suministro principal de aceite continua su camino hacia el extremo corto del cigüeñal y desde allí, a través de pequeños orificios, hacia la caja de levas donde engrasa las levas, los rodillos, los taqués, los engranajes planetarios y los dos rodamientos de bolas. Una vez más, el exceso de aceite llega al cárter y lubrica el conjunto de la jaula de la biela, luego pasa al cilindro, lubrica los pasadores y a las paredes del cilindro, y se quema o se descarga por el escape como antes.



El encendido se realiza mediante una magneto Bosch de alta tensión montada sobre una plataforma estacionaria. La corriente de la magneto pasa a través de una escobilla de carbón mantenida en contacto con

un anillo conmutador montado sobre la caja de empuje y que gira con ella. Cada bujía está alimentada por un cable de latón bastante vulnerable.

Como ya se ha dicho, el combustible entra por el cigüeñal hueco. La gasolina es suministrada por una bomba accionada por el motor, por lo que la cantidad entregada depende de la velocidad del motor. Se alimenta a través de un tubo de entrada situado aproximadamente a la mitad del extremo posterior del cigüeñal, desde donde pasa a través de un tubo de entrega hasta una boquilla perforada. **¡No hay carburador!**

El aire que entra en el motor por el extremo posterior, pasa a través de la boquilla del tubo de suministro de gasolina, proporcionando una mezcla extremadamente rica antes de entrar en el cárter. Debido a esta riqueza, la mezcla de combustible y aire no es explosiva en condiciones normales y, en consecuencia, es perfectamente segura, lo que en sí mismo representa una gran mejora con respecto al Gnome Omega y a otros rotativos de dos válvulas. La mezcla se empobrece al valor correcto en los cilindros mediante la aspiración del aire ya mencionado durante el tiempo de admisión.

El cigüeñal descansa sobre cuatro cojinetes sobre los que giran los cilindros y el cárter. Hay cuatro en total, dos en el extremo anterior y dos en el posterior. Estos últimos son del tipo “autoalineante” con doble pista de empuje para absorber el empuje de la hélice.

La caja de levas está formada por una pieza de fundición atornillada a la cara del cárter delantero, a la que se une una cubierta de fundición que se extiende hacia adelante para formar el eje de hélice cónico. La caja contiene los engranajes planetarios que impulsan el árbol de levas a media velocidad para operar los empujadores de las válvulas de escape. Estos están ubicados en cada culata y se mueven mediante un varillaje pivotante.

El mecanismo de leva

El objetivo del engranaje de levas es hacer que el árbol de levas gire a la mitad de la velocidad del motor y en el mismo sentido, de modo que cada válvula de escape se abra, mediante su varilla de empuje, una vez cada dos revoluciones del motor, es decir, una vez cada cuatro tiempos. La caja de levas está compuesta por engranajes cuya relación asegura ese propósito.



Variantes del Monosoupape

La tabla adjunta es una relación de los diferentes tipos de Monosoupape que fueron construidos. El motor exhibido aquí es un Tipo N que se corresponde con los construidos al final de la Gran Guerra, en 1918.

Gnome Monosoupape data

Type	Cylinders	Nominal hp	Bore (mm)	Stroke (in)
A	7	80	110	150
14A	14	140	110	150
B9	9	100	110	150
C	9	125	124	140
N	9	160	115	170
M	9	200	120	170
18C	18	240	110	165

For all the single-row engines maximum rpm was 1,200: for the double-row rpm was 1,;

CICLO OTTO DEL MONOSOUPAPE

El Monosoupape fue calificado como “uno de los más grandes avances en la historia de la Aviación”. Claro que en 1913 la Aviación aún no tenía una dilatada historia. Como ya se ha dicho, el Monosoupape tiene válvula de escape, pero hace la admisión mediante lumbreras. Sin embargo, no es un motor de dos tiempos, pero tiene un especial funcionamiento para cumplir el ciclo Otto que debemos explicar:

Comenzando con la explosión, el pistón es lanzado hacia abajo en su tiempo de entrega de fuerza, pero antes de llegar al PMI la válvula de escape se abre, con lo cual se igualan las presiones exterior e interior y cuando el pistón alcanza el PMI y deja descubiertas las lumbreras no se produce transferencia de combustible ya que no hay diferencia de presión entre el interior del cilindro y el del cárter. Sigue el tiempo de escape, durante el cual la válvula continúa abierta y se produce el escape. Tras el punto muerto superior (PMS) el pistón comienza su descenso en el tiempo de admisión, pero la válvula de escape continúa abierta y lo que entra en el cilindro es aire procedente del exterior. Aproximadamente $\frac{1}{3}$ antes del final de la carrera del pistón, la válvula se cierra, lo cual hace que durante el resto de su recorrido se produzca una depresión en el cilindro, de forma que, cuando el pistón deja al descubierto las lumbreras de transferencia, el combustible que está en el cárter, entra succionado al cilindro, mezclándose con el aire que había penetrado anteriormente para alcanzar la proporción adecuada de la mezcla. Sigue un tiempo normal de compresión y la nueva explosión para repetir el ciclo.

OPERACIÓN DEL MONOSOUPAPE:

Otros rotativos usaban un carburador simple que combinaba un chorro de combustible con una válvula de tipo “solapa” para regular la entrada de aire. El piloto colocaba el “acelerador” en la posición deseada (usualmente, todo abierto) y entonces ajustaba la mezcla utilizando un control de “ajuste fino” que manejaba la válvula de combustible. Debido a la gran inercia de los motores rotativos, se puede ajustar la mezcla aire/combustible por “prueba y error” sin perder velocidad. Después de arrancar el motor con una configuración conocida, que le permita funcionar en vacío, la válvula de paso de aire se abre hasta obtener la máxima velocidad del motor. Debido a que el proceso inverso es más difícil, a veces se realiza cortando temporalmente la ignición.

Para mediados de la Primera Guerra Mundial, se hizo necesaria alguna forma de controlar la aceleración para permitir a los pilotos volar en formación, introduciendo carburadores mejorados los cuales permitían reducir la potencia hasta en un 25%. El piloto podía colocar la válvula de aire en la posición deseada, y a continuación ajustar la mezcla aire/combustible. Pilotos experimentados periódicamente desaceleraban en forma suave para asegurarse que la mezcla no era excesivamente rica (una mezcla pobre era preferible, ya que la recuperación de la potencia era inmediata cuando el suministro de combustible se incrementaba, mientras que una mezcla demasiado rica podía tardar hasta 7 segundos para recuperarse, y también podía causar carbonización de las bujías y los cilindros y ahogar el motor).

El Gnôme Monosoupape es una excepción a esta regla, ya que la entrada de aire se hace a través de la válvula de escape, y no se puede controlar por la entrada del cárter. Por lo tanto, el Monosoupape tiene un sólo control que permite regular la velocidad en un rango muy limitado. Los primeros modelos tenían una sincronización de válvulas variable para tener un mejor control, pero esto ocasionaba que las válvulas se quemaran, y fue abandonado. Los modelos posteriores continuaron usando el corte de la ignición (blip switch) para el aterrizaje. Más tarde se equiparon con interruptores de ignición que cortaban algunos de los cilindros, pero no todos, para asegurarse que el motor continuara funcionando. Algunos rotativos cortaban los 9 cilindros, pero por lo general, se mantenían funcionando 1, 3 o 6 cilindros.

El procedimiento de aterrizaje usando el corte de ignición se debe utilizar junto con el corte de combustible, dejando el interruptor encendido. El viento sobre la hélice permite que el motor continúe girando sin entregar potencia, mientras el avión desciende. Es importante mantener la ignición encendida para que las bujías continúen emitiendo chispas, evitando que el motor se ahogue, y permitiendo arrancar el motor fácilmente, abriendo el paso del combustible. Si el piloto apaga el motor cortando el encendido sin cerrar el paso del combustible, éste continuará pasando a través del motor y se acumulará gran cantidad de mezcla en la cubierta. Esto podría ocasionar un incendio, o que las bujías se empasten impidiendo que el motor arranque nuevamente.

Una de las razones por las que todos los aviones con motor rotativo tienen un cortafuegos es el problema de la ignición del combustible en el carenado después de apagar el motor con el interruptor blip. También se ha dicho que los pilotos que volaban aviones con rotativas nunca sufrieron estreñimiento. Los motores rotativos usan aceite de ricino como lubricante, y no se disuelve con la gasolina o bencina. Algunas partes del motor se lubrican a través de galerías de aceite, otras se lubrican por medio de la mezcla de combustible / aceite / aire que cubre las paredes del cilindro, los anillos de pistones y el pasador de muñeca, las guías de válvulas, etc.

En los rotativos, al no girar el cigüeñal no hay movimiento alternativo y por lo tanto no son necesarios pesados contrapesos en el eje. Con la ausencia del movimiento recíproco, los problemas usuales de cargas de inercia pesadas en los pasadores de la muñequilla, rodamientos de barras, etc. no existen. Así que, en general, hay varias ventajas notables en el rotativo. El enfriamiento del sistema fue la razón primordial para elegir la rotación de los cilindros, pero cuando las velocidades de la aeronave comenzaron a evolucionar en el rango de 150 mph, los radiales estacionarios, pudieron enfriarse satisfactoriamente y el motor rotativo perdió su principal razón de ser. Además, el enfriamiento de los cilindros no era tan simple como podría suponerse. Debido a que las paredes delanteras (exteriores) del cilindro recibían mucha más circulación de aire que la parte trasera, la forma del cilindro se distorsionaba de un círculo a un óvalo, una vez que el motor se calentaba. Esto requería también segmentos que pudieran flexionarse en su forma para adaptarse al cambio.

Datos técnicos:

Tipo: Rotativo de 9 cilindros en una estrella.

Cilindrada: 15,8 L

Diámetro: 115 mm.

Carrera: 170 mm.

Peso: 138 kg.

Potencia: 150 CV